

การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรม
การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

ประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4

THE DEVELOPMENT OF LEARNING OUTCOMES AND ANALYTICAL
THINKING SKILLS BY USING COOPERATIVE LEARNING ACTIVITIES
WITH ENVIRONMENTAL INTEGRATION FOR MATHAYOMSUKSA 2
STUDENTS UNDER THE CHIANG MAI PRIMARY EDUCATIONAL
AREA OFFICE 4

มรินทร์ จันทรดี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พ.ศ. 2565

การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรม
การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

ประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4

THE DEVELOPMENT OF LEARNING OUTCOMES AND ANALYTICAL
THINKING SKILLS BY USING COOPERATIVE LEARNING ACTIVITIES
WITH ENVIRONMENTAL INTEGRATION FOR MATHAYOMSUKSA 2
STUDENTS UNDER THE CHIANG MAI PRIMARY EDUCATIONAL
AREA OFFICE 4

มรินทร์ จันทรดี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พ.ศ. 2565

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4

ผู้วิจัย มิรันตี จันทร์ดี

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ชมภูคำ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร.ประพิน ขอดแก้ว

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรณ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ชมภูคำ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประพิน ขอดแก้ว)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลฉัตร พลวัน)

วันที่ เดือน..... พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4

ชื่อผู้วิจัย : มรินทร์ จันทร์ดี

สาขาวิชา : หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

: รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ชมภูคำ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

: อาจารย์ ดร.ประพิณ ขอดแก้ว

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (2) ศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม และ (3) ศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน เลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม

เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย (1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 4 ชุด (2) แบบทดสอบอัตนัยวัดผลการเรียนรู้ (3) แบบทดสอบปรนัยวัดด้านความรู้ ความคิด (4) แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ (5) แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม การศึกษา ประเมินผลการเรียนรู้แบบ One Group Pre – test Post - test Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ สัมประสิทธิ์การแปรผัน ฐาน

นิยม การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E_1/E_2 การทดสอบค่าเฉลี่ย t -test แบบ Paired-test และการทดสอบสัดส่วน Z - test

ผลการวิจัยพบว่า

1. สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ชุดที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชุดที่ 3 เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชุดที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาและการนำไปใช้มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.54/78.51 โดยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

2. ผลการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส คะแนนเฉลี่ย ด้านความรู้ ความคิดด้านการประยุกต์ใช้ และด้านการสังเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผลการประเมินทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. ผลการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ เนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ ในภาพรวมนักเรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไป และการทดสอบสัดส่วน Z - test คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ เนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ผลการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์จากการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ด้านการคิดจำแนกแยกแยะ ด้านคิดเปรียบเทียบ ด้านเชื่อมโยงและด้านการแก้ปัญหา ในภาพรวมนักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดีขึ้นไป และการทดสอบสัดส่วน Z - test ทักษะการคิดวิเคราะห์ ด้านการคิดจำแนกแยกแยะ ด้านคิดเปรียบเทียบ ด้านเชื่อมโยงและด้านการแก้ปัญหา ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส, การเรียนรู้แบบร่วมมือ, การบูรณาการสิ่งแวดล้อม, ผลการเรียนรู้, ทักษะการคิดวิเคราะห์

The Title : The Development of Learning Outcomes and Analytical Thinking Skills by Using Cooperative Learning Activities with Environmental Integration for Mathayomsuksa 2 Students under The Chiang Mai Primary Educational Area Office 4

The Author : Mirantee Jandee

Program : Curriculum and Instruction

Thesis Advisors

: Associate Professor Dr. Phichsinee Chomphucome

Chairperson

: Dr. Prapin Khodkaew

Co – advisor

ABSTRACT

The objectives of this research were: 1) to create the cooperative learning activities with environmental integration about Pythagoras theorem; 2) to study about the achievement of Pythagoras theorem after using the learning activities; and 3) to study the development of mathematical analytical thinking skill about Pythagoras theorem after using the learning activities. The population used in this research was 30 students in mathayomsuksa 2 in the second semester, academic year 2021 at Ban Nam Phrae School, under the Chiang Mai Primary Educational Area 4 Office. used as a cluster sampling.

The instruments were: 1) 4 instructional of cooperative learning activities about Pythagoras theorem; 2) the subjective test; 3) the thinking objective test; 4) the desirable characteristics assessment; and 5) research and educational innovation development of analytical skill assessment, assessed by one group pretest-posttest design. Average, standardize division percentage, coefficient of variation, mode, t-test and Z-test were used as statistical analysis of the data.

The finding indicated that:

1) The efficacy of the instructional about Pythagoras theorem was 77.54 /78.51 which was higher than the criteria of 75/75.

2) The average scores of pretest-posttest in knowledge, thinking, applying and synthesis were different at the 0.01 levels and the pretest-posttest scores in significantly conceptual skill, reasoning skill and problem-solving skill were significantly different at the 0.01 level.

3) The Z-test of desirable characteristics assessment in deliberation of content, method, process and result was significantly higher than the 75% criterion at the 0.05 level.

4) The Z-test of thinking analytical skill in classification, comparing, conceptual and problem-solving skill was significantly higher than the 75% criterion at the 0.05 level.

Keywords: Learning Activities about Pythagoras Theorem, Cooperative Learning, Environmental Integration, Achievement, Thinking Skill



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับความกรุณา และความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จากรองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ชมภูคำ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ประพัฒน์ ขอดแก้ว กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ และแนวทางในการ ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจ และเอาใจใส่อย่างดียิ่งแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ภูวิภาดาบรรณ ประธานกรรมการ สอบวิทยานิพนธ์ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้แนวทาง และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ แก่ผู้วิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ ในการทำวิจัย และได้ให้ข้อคิด ข้อเสนอแนะ ได้แก่ ครูอัญญา สืบสกุล ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียน วัดศรีสว่าง ครูวรารักษ์ ชัชชัยศรี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนแม่วินสามัคคี ครูจิราวรรณ กุอ ครู ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกรป.กลางอุปถัมภ์ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสันป่าสัก ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหัวริน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดศรีสว่าง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการ ทดลองเครื่องมือเพื่อทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณ นายธนากร แสงอรุณ ผู้อำนวยการ โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ คณะครูที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัย รวมทั้งนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ประโยชน์และคุณค่าที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอให้เป็นกตเวทิตาแด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ช่วยสนับสนุน ส่งเสริมให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จทาง การศึกษา ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี และเป็นตัวอย่างการศึกษาสำหรับผู้สนใจ ต่อไป

มีรันตี จันทร์ดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	๗
ABSTRACT.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๙
สารบัญ.....	๗
สารบัญตาราง.....	๑๐
สารบัญภาพ.....	๑๑
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	8
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย.....	8
สมมติฐานการวิจัย.....	9
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
ตัวแปรที่ต้องการศึกษา.....	10
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้	
คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3).....	15
การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	18
ชุดกิจกรรม.....	30
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ.....	45
การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	57
ทักษะการคิดวิเคราะห์.....	75
การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้.....	95
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	115

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย 127
รูปแบบการวิจัย.....	127
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	129
เครื่องมือวิจัย.....	129
ขั้นตอนการสร้าง พัฒนา การนำไปใช้และการเผยแพร่เครื่องมือวิจัย.....	129
การเก็บรวบรวมข้อมูล	144
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	145
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	146
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 151
ตอนที่ 1 ผลการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2.....	151
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการ บูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	160
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบท พีทาโกรัส จากการใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2	168
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 171
สรุปผลการวิจัย	172
อภิปรายผล.....	174
ข้อเสนอแนะ	182
บรรณานุกรม.....	184

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	195
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยและ ลำเนาหนังสือ ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย.....	196
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	204
ภาคผนวก ค การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	215
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	255
ภาคผนวก จ ตัวอย่างชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	279
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	305
ประวัติผู้วิจัย.....	308

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	องค์ประกอบของชุดกิจกรรม 35
2.2	ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ 52
2.3	สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ 55
2.4	เปรียบเทียบ บลุ่ม (1956) และ บลุ่ม (2001) 79
2.5	สมรรถภาพของผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ 103
2.6	การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 104
2.7	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านการทำงานร่วมกัน 105
2.8	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านมีระเบียบวินัย 106
2.9	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านมีความรอบคอบ 106
2.10	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านความรับผิดชอบ 107
2.11	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านการมีวิจรรย์ญาณ 107
2.12	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านความเชื่อมั่นในตนเอง..108
2.13	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบองค์รวม 108
3.1	ระดับคุณภาพของชุดกิจกรรมฯ และเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน 131
3.2	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 132
3.3	เกณฑ์การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ 140
3.4	เกณฑ์แบบประเมินคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบ 143
4.1	รายละเอียดชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 152
4.2	การประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการ บูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 155
4.3	ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) และประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ (E2) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2... 159

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.4	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ระหว่างเรียน ที่ได้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 160
4.5	ค่าสถิติของคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความรู้ 161
4.6	ค่าสถิติของคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา จากการทำ แบบทดสอบอัตนัยก่อนเรียนและหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 162
4.7	ฐานนิยม และร้อยละของนักเรียนด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ เนื้อหา วิธีการ/ กระบวนการ และผลลัพธ์ที่มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 164
4.8	ค่าสัดส่วนและ Z – test คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับเนื้อหา ในระดับคุณภาพดีขึ้น 165
4.9	ค่าสัดส่วนและ Z – test คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบได้ตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์เกี่ยวกับวิธีการ/ กระบวนการในระดับดีขึ้น 166

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10	ค่าสัดส่วนและ Z – test คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับผลลัพธ์ ในระดับดีขึ้นไป.....167
4.11	ฐานนิยม และร้อยละระดับทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนแยกเป็นด้าน ๆ จากการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส จากการใช้ชุดกิจกรรม การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 168
4.12	ค่าสัดส่วนและ Z – test ของทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจากการใช้ ชุดกิจกรรม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการ บูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในระดับดีขึ้นไป 170

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	กรอบแนวคิดการวิจัย 126
3.1	กรอบดำเนินการวิจัย..... 128



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาประเทศชาติให้มีความเจริญก้าวหน้ายืนหยัดอยู่ในกระแสโลกาภิวัตน์ได้อย่างสง่างามและอยู่เย็นเป็นสุขจำเป็นต้องพัฒนาคุณภาพของประชาชนในประเทศให้มีความคุณภาพแต่เยาว์วัย และองค์ประกอบที่สำคัญของประชาชนที่มีคุณภาพคือความสามารถในการคิด (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น วิเคราะห์เป็น และสร้างองค์ความรู้ได้ โดยส่งผลให้บุคคลสามารถ เรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องและเต็มตามศักยภาพแห่งตน ดังปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หมวด 4 มาตรา 24 เป็นกระบวนการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาได้ และในมาตรฐานการศึกษาเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอกระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานด้านผู้เรียน มาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544) ดังนั้นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวข้าม “สาระวิชา” ไปสู่การเรียนรู้ “ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21” ซึ่งครูจะเป็นผู้สอนไม่ได้ แต่ต้องให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะออกแบบการเรียนรู้ ฝึกฝนให้ตนเองเป็นโค้ช และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน และในยุคไทยแลนด์ 4.0 (Thailand 4.0) การเรียนการสอนต้องมุ่งให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่มีอยู่ทุกแห่งบนโลกนี้มาบูรณาการเชิงสร้างสรรค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม ดังนั้นการศึกษายุคใหม่ต้องเน้นแสวงหาการเรียนรู้ได้เอง อย่างท้าทาย สร้างสรรค์ความรู้ใหม่ ต่อยอดความรู้เดิม คิดและประยุกต์ใช้ความรู้ให้เกิดประโยชน์ได้เหมาะกับตนเองและสังคม (ไสว พักขาว, 2559)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ใน

ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น สามารถอยู่ร่วมกันได้อย่างมีความสุข และได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนว่าต้องวางแผนและรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง แสวงหาความรู้ เข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติจริง สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์ในการทำงาน ทำกิจกรรมร่วมมือกับกลุ่มและครู มีทักษะพื้นฐานที่เพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ผู้เรียนจะต้องได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ในขณะเดียวกันแนวโน้มการนำทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ในอนาคตนั้น ได้มี “Data Science” ในภาษาไทยอาจใช้คำว่า วิทยาศาสตร์ข้อมูล ซึ่ง เซา (Cao, 2017) ได้กล่าวถึง วิทยาศาสตร์ข้อมูลว่าเป็นสาขาวิทยาการใหม่ที่สังเคราะห์และสร้างขึ้นบนพื้นฐานของสถิติ สารสนเทศ คอมพิวเตอร์ การสื่อสาร การจัดการ และสังคมวิทยา เพื่อการศึกษาข้อมูลและสภาพแวดล้อม เพื่อแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลเชิงลึกและใช้ช่วยในการตัดสินใจตามแนวความคิดที่ว่าข้อมูลสู่ความรู้สู่ภูมิปัญญา ทักษะทางคณิตศาสตร์และสถิติจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักวิทยาศาสตร์ข้อมูล เพราะสถิติเป็นส่วนสำคัญของการวิเคราะห์ ข้อมูล ในขณะที่พีชคณิตเชิงเส้นและแคลคูลัสเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจและการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมของ “Machine Learning” ถือเป็นตัวประมวลผลคอมพิวเตอร์มีการทำงานโดยจดจำและเรียนรู้เพื่อส่งผลลัพธ์ที่เราต้องการออกมาได้ซึ่งประเทศอินเดียเป็นประเทศแรกที่น่าวิทยาศาสตร์ข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นการนำทักษะความรู้ความเชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีสำหรับจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่ขึ้นนั้นจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังที่ ยุพิน พิพิธกุล (2545) ที่กล่าวว่า “คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด พิสูจน์อย่างมีเหตุผล สามารถนำคณิตศาสตร์ไปแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ช่วยให้คนมีเหตุผล ใฝ่รู้ ตลอดจนพยายามคิดสิ่งแปลกใหม่ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีต่าง ๆ” ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของสิริพร ทิพย์คง (2544) ที่กล่าวว่า “คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่มีสมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างควมมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระเบียบในการคิดมีการวางแผนในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่อกิจการงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมีลักษณะเป็นผู้นำในสังคม” คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้สมบูรณ์ เกิดความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็นทำเป็นแก้ปัญหาได้ และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ และมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันอย่างแยก

ออกจากกันไม่ได้ ถ้าผู้เรียนได้รับการเรียนรู้อย่างถูกต้องย่อมจะช่วยให้เขามีทักษะในการเรียน การคิดคำนวณและการคาดคะเน รู้จักสังเกต วิเคราะห์และคิดอย่างมีวิจารณญาณ และรู้จักตัดสินใจ อย่างมีเหตุผล เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สามารถแสดงความรู้สึกนึกคิดได้ อย่างมีระบบ เป็นระเบียบ ประณีต แม่นยำและรวดเร็ว อันจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพ ชีวิตและสังคม ซึ่งจะช่วยให้คนเราสามารถประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพและดำรงชีวิต อยู่กันได้อย่างสันติสุข (วรรณิ โสมประยูร, 2541)

การคิดวิเคราะห์เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้และการดำเนินชีวิต บุคคลที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะมีความสามารถในด้านอื่น ๆ เหนือกว่าบุคคลอื่น ๆ ทั้งทางด้านสติปัญญาและการดำเนินชีวิต การคิดวิเคราะห์จึงเป็นการคิดพื้นฐานของการคิดทั้งหมด เป็นทักษะที่ทุกคนสามารถพัฒนาได้จากประสบการณ์อันหลากหลายและบรรยากาศการเรียนรู้ร่วมกัน ของผู้เรียน กิจกรรมที่จะจัดอยู่ในรูปแบบการตั้งคำถาม การสังเกต การสืบค้น การทำนาย การที่เด็ก จะมีการคิดวิเคราะห์ได้ดีจึงต้องมีความรู้เป็นพื้นฐานสำคัญ (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551) ใน ขณะเดียวกันการคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการเรียนรู้ในการจำแนกแยกแยะสิ่งที่เห็น สิ่งที่พบ สิ่งที่ ได้ยิน สิ่งที่สัมผัส สิ่งที่ชิมรส หรือสิ่งที่ดมกลิ่นแล้วแยกออกด้วยความคิดถึงที่มีของสิ่งต่าง ๆ ที่ได้ เรียนรู้ว่าเป็นอะไร มีองค์ประกอบอะไร เชื่อมโยงและสัมพันธ์กันอย่างไร กระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์จะนำไปสู่การค้นหาคำเป็นจริง การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการ การคิดในเชิงลึกที่ผู้เรียนต้องมีความสามารถและมีทักษะในการตั้งสมมุติฐาน การสังเกต การสืบค้น และการหาความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงจนเกิดการตีความถึงที่มาที่ไปของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีเหตุผล (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550)

ในปัจจุบันนี้การจัดการเรียนการสอนของครูยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ยังพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละรายวิชาอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ทั้งนี้การมุ่งพัฒนาการจัดการ การศึกษาให้ประสบความสำเร็จในวิชาต่าง ๆ จำเป็นต้องให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบคงทน โดย แอตคินสันและชิฟฟริน (Atkinson and Shiffrin, 1997) กล่าวว่าความจำมี 2 แบบ คือ 1) ความจำ ระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราวคนองได้รับการทบทวน 2) ความจำระยะยาว โดยถ้าเราจำสิ่งใดไว้ใน ความจำระยะยาวสิ่งนั้นก็จะติดอยู่ในความจำตลอดไปกลายเป็นความจำที่ถาวร ซึ่ง วัชร กัญจนกิริติ (2554) ได้กล่าวถึงปัญหาในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ปัจจัยที่ทำให้เด็กไทยมีผลสัมฤทธิ์ทาง คณิตศาสตร์ไม่เทียบเท่ากับชาติอื่น ๆ ปัญหาหนึ่งคือ กระบวนการเรียนการสอนไม่เอื้อต่อการทำให้ เด็ก ๆ ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ขาดการบูรณาการ โดยความสามารถในการบูรณาการ คือ การประสมประสาน เชื่อมโยงวิชาความรู้ ประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยครูสามารถที่จะ บูรณาการวิชาคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันของนักเรียนได้อย่างแนบเนียน ทำให้นักเรียนไม่

รู้สึกว่าการศึกษาศาสตร์เรียนยากและทำให้นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญนำไปสู่การเรียนรู้วิชาอื่น ๆ อีกด้วย และเนื่องด้วยแหล่งเรียนรู้ที่เป็นบริบท สภาพแวดล้อมของชุมชน ถิ่นฐาน เป็นสถานที่สามารถจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียนได้ โดยใช้สร้างแรงบันดาลใจ กระตุ้นคำถามที่อยากรู้ เนื่องจากเป็นสภาพและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และนักเรียนรู้จักคุ้นเคย โดยวิธีการจัดแหล่งเรียนรู้ในชุมชน ถิ่นฐาน ต้องมีการจัดแบ่งพื้นที่การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับระดับของการศึกษาและสอดคล้องกับสาระเนื้อหาในระดับการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2553) ดังนั้นคนเราจะจำสิ่งที่เรียนมาได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ดีขึ้น

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญคือการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้ศึกษาจากสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ ผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) ในขณะเดียวกันการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือนับว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กระบวนการกลุ่มให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเพื่อผลประโยชน์และเกิดความสำเร็จร่วมกันของกลุ่ม ซึ่งการเรียนแบบร่วมมือมิใช่เป็นเพียงจัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม เช่น ทำรายงาน ทำกิจกรรมประดิษฐ์หรือสร้างชิ้นงาน อภิปราย ตลอดจนปฏิบัติการทดลองแล้ว ผู้สอนทำหน้าที่สรุปความรู้ด้วยตนเองเท่านั้น แต่ผู้สอนจะต้องพยายามใช้วิธีที่ทำให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการประมวลสิ่งที่มาจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ จัดระบบความรู้สรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเองเป็นหลักการสำคัญ (พิมพ์พันธ์ เดชะอุปต์, 2544) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือผู้สอนจะต้องเลือกเทคนิคการจัดการเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียน และผู้เรียนจะต้องมีความพร้อมที่จะร่วมกันทำกิจกรรม รับผิดชอบงานของกลุ่มร่วมกัน โดยที่กลุ่มจะประสบความสำเร็จได้เมื่อสมาชิกทุกคนได้เรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายเดียวกัน ซึ่งประโยชน์จากการเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนให้สูงขึ้น การจัดนักเรียนร่วมมือกันเรียนภายในกลุ่มก่อให้เกิดการพัฒนาของความรู้ความคิดขึ้น จึงส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งความคิดเห็นหลากหลายจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน รับรู้ปัญหาและทางเลือกในการแก้ปัญหา ส่วนส่งเสริมการพัฒนากระบวนการคิดและความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น (จรรยา เปรมมณี, 2540) นอกจากนั้น ธนิตย์ สุวรรณเจริญ (2551) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือสามารถจัดได้อย่างหลากหลาย โดยสมาชิกทุกคนช่วยเหลือกัน มีการฝึกฝนการทำงานกลุ่ม กระบวนการกลุ่ม และการประเมินผลรายบุคคล

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีส่วนสำคัญในการช่วยพัฒนาการเรียนรู้ ทักษะความคิด โดยผู้สอนสามารถนำการเรียนรู้แบบร่วมมือมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ในลักษณะองค์รวม จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลาย เน้นการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้จากธรรมชาติ การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และมีการวัดผลและประเมินผลที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยประเมินจากการปฏิบัติ (Performance Assessment) และประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการถ้าจะให้ได้ผลดีและประสบความสำเร็จมากที่สุดครูผู้สอนควรพัฒนาหลักสูตรบูรณาการขึ้นในชั้นของตนเองเพราะหลักสูตรแบบบูรณาการจะมีเนื้อหาสาระที่สอดคล้องสัมพันธ์และมีความหมายต่อชีวิตของผู้เรียนมากกว่า อีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายในที่อยากจะเรียนและทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนแยกเป็นรายวิชาตามหลักสูตรแบบเดิม (สิริพัชร เจษฎาวิโรจน์, 2546) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจากสิ่งที่เรียนในโรงเรียนกับชีวิตประจำวันของนักเรียน รวมถึงจากสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น และมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้งทางตรงและทางอ้อม ล้วนมีความสำคัญในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้หลาย ๆ ด้านประกอบกัน และช่วยให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการทั้งทางด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติไปพร้อม ๆ กัน (น้อยทิพย์ ลิมยิ่งเจริญ, 2540)

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่ควรนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในปัจจุบัน จากการศึกษา “Curriculum for Excellence: Mathematics Principles and Practice” (Scottish Government, 2018) ได้กล่าวถึง คณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในชีวิตประจำวันทำให้สามารถทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวในโลกนี้และช่วยจัดการชีวิต การใช้คณิตศาสตร์ช่วยให้สามารถจำลองสถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้เกิดการเชื่อมต่อและการคาดการณ์โดยใช้ข้อมูลช่วยให้มีทักษะที่เราจำเป็นต้องตีความและวิเคราะห์ข้อมูล ลดความซับซ้อนและแก้ปัญหา ประเมินความเสี่ยงและตัดสินใจอย่างชาญฉลาด ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ต้องพัฒนานักเรียนให้มีความมั่นใจในการตอบคำถามและค้นหาคำตอบ โดยไม่ต้องกลัวว่าจะผิด นักเรียนจะสนุกกับการสำรวจและใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจและแก้ปัญหา อธิบายการคิดและนำเสนอวิธีแก้ปัญหาให้ผู้อื่นได้หลายวิธี ซึ่งในทุกขั้นตอนการเน้นการเรียนรู้ร่วมกันจะช่วยให้เด็กนักเรียนมีเหตุผลและเกิดการสร้างสรรค์ผ่านการใช้การตั้งคำถามและการอภิปรายที่มีประสิทธิภาพ ครูจะให้ความสนใจผิดของนักเรียน และคำตอบที่ผิดเป็นโอกาสในการปรับปรุงและทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง และประสบการณ์จะสนับสนุนการเรียนรู้และวิธีการสอนที่ทำทนายและกระตุ้นให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน

คณิตศาสตร์ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวครูจะใช้วิธีการที่หลากหลาย เชื่อมโยงบูรณาการที่แสดงถึงคณิตศาสตร์ไปเกี่ยวข้องกับบริบทสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์เหตุการณ์รอบตัวนักเรียนการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพ รวมถึงการเรียนรู้เชิงรุกที่วางแผนไว้ซึ่งให้โอกาสในการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ ทดลองเล่น อภิปราย และสะท้อน คณิตศาสตร์จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อความรู้และความเข้าใจที่ได้รับการพัฒนาถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัชณีย์ ธนวุฒิ (2544) ที่ได้ศึกษาการสร้างและใช้แผนการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยใช้สิ่งแวดล้อมรอบตัวเป็นแกน พบว่าผู้เรียนทุกคนมีความเห็นตรงกันว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการกับสิ่งแวดล้อมทำให้มีความกระตือรือร้นอยากจะได้เรียน ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมเนื้อหาที่เรียน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเนื้อหาที่เรียนเข้าใจง่าย ผู้เรียนทุกคนชอบในเนื้อหาจากการทำกิจกรรม ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสิ่งแวดล้อมส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้อีกด้วย และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการจัดการความรู้ ทักษะการแสดงออก ทักษะการสร้างความรู้ใหม่ และทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งจัดว่าเป็นวิธีสอนที่สามารถร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือกับบูรณาการนำมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพได้อีกวิธีหนึ่ง

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการพัฒนาการศึกษาไทยที่ผ่านมา พบว่า จิตความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษาของประเทศไทยเทียบกับนานาชาติประเทศมีอันดับลดลง (IMD) ซึ่งจากผลการทดสอบการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ค.ศ. 2015 ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 55 ซึ่งลดลงเมื่อเทียบผลการทดสอบ PISA 2012 และสมรรถนะด้านการศึกษาของประเทศไทยในเวทีสากลยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ โดยตัวชี้วัดสำคัญที่มีอันดับลดลง ได้แก่ คุณภาพการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินักเรียนขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในปี พ.ศ. 2560 ที่ผ่านมามีพบว่า นักเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีผลคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 35.55 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าระดับประเทศที่ 37.12 คะแนน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4, 2561) โดยจากการวิเคราะห์แล้วพบว่าเด็กไทยมีปัญหาด้านทักษะการคิด โดยผลการวิจัยของ กลิ่น สระทองเนียม (2556) มองว่าการจัดการศึกษาที่ผ่านมา ผลที่เกิดขึ้นยังอยู่ในระดับต่ำ ในขณะที่เดียวกันผลการประเมินของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ด้านกระบวนการคิด

วิเคราะห์ของเด็กอยู่แต่ละระดับพอใช้เป็นส่วนใหญ่ หากเปรียบเทียบกับต่างชาติด้วยแล้ว เพราะจากผลการทดสอบการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าเด็กไทยได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสิทธิพล อาจอินทร์ (2554) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ด้านทักษะการคิด ทักษะการค้นคว้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ใน ระดับที่ไม่น่าพอใจ และเมื่อพิจารณาระดับโรงเรียน พบว่า โรงเรียนมากกว่าร้อยละ 90 มีคะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ด้านทักษะการคิด ทักษะการค้นคว้าของผู้เรียนอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นปัญหาของเด็กไทยควรได้รับการแก้ไข

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับประเทศ ปี พ.ศ. 2558 – 2560 คะแนน 32.40, 31.80 และ 26.30 ตามลำดับ ระดับเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 ปี พ.ศ. 2558 – 2560 คะแนน 32.42, 30.16 และ 26.55 ตามลำดับ (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4, 2561) ซึ่งพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐานลดลงทุกปี โดยสาระการเรียนรู้ที่พบปัญหามากที่สุด ได้แก่ สาระที่ 3 เรขาคณิต โดยมีเนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส อีกทั้งที่ผ่านมาจากประสบการณ์การสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ส่วนมากขาดคุณลักษณะด้านความรอบคอบในทางคณิตศาสตร์ เช่น ไม่มีความรอบคอบด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ และด้านผลลัพธ์เป็นต้น จึงทำให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่ผิดบ่อยครั้ง ส่งผลให้นักเรียนได้คะแนนต่ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และจากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่านักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นวิชาที่น่าเบื่อ เรียนแล้วไม่เข้าใจ ไม่อยากเรียน จึงส่งผลให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจในหลักการสอนแบบบูรณาการสิ่งแวดล้อมข้างต้นซึ่งมีความสอดคล้องหลักการสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สามารถปฏิบัติการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เป็นรูปธรรมหรือสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียน และเรียนรู้ร่วมกันตามหลักการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่กล่าวข้างต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ให้นักเรียนได้ทำการศึกษาร่วมกันภายในกลุ่มโดยเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัว รวมถึงการพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังต้องการศึกษาคุณลักษณะด้านความรอบคอบของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อส่งผลต่อผลการเรียนรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และคุณลักษณะด้านความรอบคอบ รวมถึงแรงจูงใจ

ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอน รายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาในปัจจุบันต่อไป

คำถามการวิจัย

1. การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรมีลักษณะอย่างไรที่จะทำให้นักเรียน สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ผลการเรียนรู้จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นักเรียนจะมีผลการเรียนรู้เป็นอย่างไร
3. หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เป็น อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2
3. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบท พีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ สิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 หลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม
2. นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
3. ผู้สอนได้แนวทางการพัฒนารายวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้กับระดับชั้นอื่น ๆ

สมมติฐานการวิจัย

1. หลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม นักเรียนมีผลการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สูงกว่าก่อนเรียน
2. หลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม นักเรียนมากกว่าร้อยละ 75 มีทักษะการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้น
3. หลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม นักเรียนมากกว่าร้อยละ 75 มีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 จำนวน 23 โรงเรียน

ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ อำเภอดง จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 4 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 มีขอบเขตด้านเนื้อหา ดังนี้

1. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาเรขาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (สวท.) เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งมีเนื้อหาย่อยตามหัวข้อต่อไปนี้

- 1.1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
- 1.2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- 1.3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- 1.4 โจทย์ปัญหาและการนำไปใช้

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วยชุดกิจกรรม จำนวน 4 ชุด ใช้เวลาทั้งหมด 15 ชั่วโมง ดังนี้

ชุดที่ 1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	จำนวน 3 ชั่วโมง
ชุดที่ 2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดที่ 3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	จำนวน 3 ชั่วโมง
ชุดที่ 4 โจทย์ปัญหาและการนำไปใช้	จำนวน 5 ชั่วโมง

3. ผลการเรียนรู้ ครอบคลุมด้านความรู้ความคิด ได้แก่ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการสังเคราะห์ ด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การเชื่อมโยง และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้จากการทดสอบจากแบบทดสอบแบบอัตนัย แบบตรวจสอบความรู้ ชิ้นงานจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบฝึกปฏิบัติ และด้านคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความรอบคอบ ครอบคลุมในความรอบคอบความถูกต้องของเนื้อหา ความถูกต้องของวิธีการหรือกระบวนการ และความถูกต้องของผลลัพธ์ ซึ่งได้จากการตรวจแบบตรวจสอบความรู้ ชิ้นงานจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบฝึกปฏิบัติ

4. ทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ ครอบคลุมด้านการคิดจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบ คิดเชื่อมโยง คิดแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบในเรื่องที่เรียน

ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลาทั้งหมด 17 ชั่วโมง ใช้การปฏิบัติการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง 15 ชั่วโมง โดยชั่วโมงที่ 1 และชั่วโมงที่ 17 ใช้สำหรับการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง

ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

ตัวแปรต้น

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวแปรตาม

1. ผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่

1.1 ด้านความรู้ความคิด

1.2 ด้านทักษะทางคณิตศาสตร์

1.3 ด้านคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบ

2. ทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม หมายถึง ชุดกิจกรรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ทั้งหมด 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย คำชี้แจง กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีความรู้ความสามารถต่างกัน ได้ร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มด้วยความตั้งใจ รับผิดชอบช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดความสำเร็จ โดยการนำสิ่งแวดล้อมรวมถึงการนำสื่อต่าง ๆ ทางเทคโนโลยีมาใช้ในการบูรณาการเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ และแบบตรวจสอบความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวนักเรียนทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียน โดยเป็นทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต หรือสถานการณ์ที่สามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้
3. ผลการเรียนรู้ หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ อันได้แก่ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการสังเคราะห์ ส่วนผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ ทักษะ การแก้ปัญหา การเชื่อมโยง และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และด้านคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับความรอบคอบ อันได้แก่ ความรอบคอบด้านความถูกต้องของเนื้อหา ความถูกต้องของวิธีการหรือกระบวนการ และความถูกต้องของผลลัพธ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
4. ทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดจำแนก แยกแยะ เปรียบเทียบ คิดเชื่อมโยง คิดแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบ โดยมีวิธีการหรือกระบวนการคิดที่ชัดเจน แม่นยำ และถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์
5. การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนโดยจัดนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อร่วมกันทำงานกลุ่ม รู้จักหน้าที่ของตนเองรวมถึงยอมรับฟังความคิดเห็นจากสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเตรียม 2) ขั้นสอน 3) ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ 4) ขั้นประเมินผล และ 5) ขั้นสรุป ซึ่งทำให้เห็นถึงความรอบคอบ

ความถูกต้องของเนื้อหา ความถูกต้องของวิธีการหรือกระบวนการและความถูกต้องของผลลัพธ์
ตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

1.2 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของคณิตศาสตร์

2.2 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

2.3 ประโยชน์ของคณิตศาสตร์

2.4 จิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์

2.6 หลักการสอนคณิตศาสตร์

2.7 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

3. ชุดกิจกรรม

3.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

3.2 แนวคิด ทฤษฎีการพัฒนาชุดกิจกรรม

3.3 ประเภทของชุดกิจกรรม

3.4 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

3.5 ข้อจำกัดของชุดกิจกรรม

- 3.6 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม
- 3.7 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม
- 4. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.2 องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.4 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.5 ข้อดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.6 ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 5. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 5.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 5.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 5.3 ความสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 5.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 5.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 5.6 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 5.7 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสิ่งแวดล้อม
- 6. ทักษะการคิดวิเคราะห์
 - 6.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
 - 6.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์
 - 6.3 ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์
 - 6.4 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 6.5 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์
 - 6.6 ลักษณะการคิดวิเคราะห์
 - 6.7 กระบวนการคิดวิเคราะห์
 - 6.8 เทคนิคการคิดวิเคราะห์
 - 6.9 ประโยชน์การคิดวิเคราะห์
- 7. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
 - 7.1 ความหมายของการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
 - 7.2 จุดประสงค์ของการวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์

- 7.3 ประเภทของการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
- 7.4 การประเมินตามสภาพจริง
- 7.5 แนวทางการวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์
- 7.6 เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)

1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, น. 1-4) กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ ดังนี้ คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณการแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษาหรือสามารถ

ศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน โดยมีกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 4 ได้แก่

จำนวนและพีชคณิต ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ย และมูลค่าของเงิน เมทริกซ์ จำนวนเชิงซ้อน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวน และพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดและเรขาคณิต ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต ในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน เรขาคณิตวิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติ และการนำความรู้เกี่ยวกับ การวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูลการคำนวณ ค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

แคลคูลัส ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และการนำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2. คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)

2.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริงและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.5 มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจเหล่านี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.6 มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม “The Geometer’s Sketchpad” หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจน นำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.7 มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

2.8 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.9 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากัน ทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.10 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.11 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.12 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.13 มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

2.14 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ในชีวิตจริง

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 4 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น และสาระที่ 4 แคลคูลัส แต่การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ซึ่งมีมาตรฐานและตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตัวชี้วัดที่ 5 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

4. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไป
ประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่าง
มีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน
แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสะดวกของคำตอบ พร้อมทั้ง
ตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป
ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่าง
ถูกต้อง ชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือใน
การเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน
หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้าง
แนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ซึ่งเกี่ยวข้องกับสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ค. 2.2 เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการ
การดำเนินวิธีการ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและสามารถนำความรู้ไป
ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของคณิตศาสตร์

เสริมศักดิ์ สุรวัณล (2539, น. 24) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือใน
การแสดงออกซึ่งความคิดที่เป็นระเบียบ ฝึกการคิดเป็นขั้นตอนละเอียดถี่ถ้วน ใช้เหตุผลในการ
ตัดสินใจ คิดและปฏิบัติได้อย่างรวดเร็วถูกต้องและแม่นยำ มีระเบียบวิธีการ หลักเกณฑ์ที่แน่นอน
ในการแก้ปัญหา

ราชบัณฑิตยสถาน (2539, น. 214) ได้ให้ความหมายว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการนับ การคำนวณ และวิชาคำนวณ

ศศิธร พรหมภักดี (2552, น. 8) ได้กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณ โดยอาศัยจำนวนและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสื่อความหมาย

สามารถสรุปความหมายของคณิตศาสตร์ได้ว่า เป็นวิชาที่ผู้เรียนควรมีการฝึกฝน เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีการคำนวณ คิดแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลเพื่อนำมาตัดสินใจ ซึ่งการคิดแก้ปัญหานั้นต้องมีรูปแบบ แบบแผน ทุกขั้นตอนส่งผลให้คำตอบที่ได้มีความถูกต้อง

2. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2545, น. 1) กล่าวถึง คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาคุณภาพความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์วางแผนตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์มีความสมดุลทั้งร่างกายจิตใจสติปัญญาและอารมณ์สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 1) กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งสรุปได้ว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์เป็นพลเมืองดีเพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความมีเหตุผลความเป็นคนช่างคิดช่างริเริ่มสร้างสรรค์มีระบบมีระเบียบในการคิดมีการวางแผนในการทำงานมีความสามารถในการตัดสินใจมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายตลอดจนมีลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม

ยุพิน พิพิธกุล (2546, น. 1-2) กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์อย่างมีเหตุผลว่าความคิดทั้งหลายนั้นเป็นความจริง ด้วยวิธีการคิดอย่างมีเหตุผลว่า ความคิดทั้งหลายนั้นเป็นความจริงหรือไม่หรือเกือบจะเป็นความจริง ด้วยวิธีการคิดจะทำให้เราสามารถแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรมและอื่น ๆ คณิตศาสตร์ทำให้คนรักวิชานี้กลายเป็นคนอยากรู้ อยากเห็น ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากความมีเหตุผลนั่นเอง

2) คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่กำหนดเทอม สัญลักษณ์ที่รัดกุม สื่อความหมายได้ถูกต้อง เป็นภาษาซึ่งมีอักษรแสดงความหมายแทนความคิด เช่น อักษรจีน เป็นสัญลักษณ์แทนความคิด สมการ $3 + 5 = 8$ ก็มีความหมายเช่นเดียวกัน คือ ใช้แทน

ความคิด เราไม่ต้องคิดว่าอ่านอย่างไร พอเราเห็นก็ทราบทันที และเป็นเครื่องมือที่จะใช้ฝึกทางสมอง ซึ่งสามารถช่วยให้เราเกิดการกระทำในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การพิสูจน์ที่ย่างยากซับซ้อน ถ้าใช้ภาษาธรรมดาที่ไม่สามารถจะทำได้ คณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างที่รวมของความรู้ โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ก็คล้ายกับโครงสร้างทางปรัชญา และศาสตร์ที่เกี่ยวกับศาสนา เพราะเป็นโครงสร้างที่มีเหตุผล ซึ่งเราเริ่มที่ อนิยาม จุด เส้นตรง ระนาบในวิชาเรขาคณิต ซึ่งอธิบายข้อคิดต่าง ๆ ที่สำคัญ เราจะเห็นว่าในวิชาเรขาคณิตก็มีเรื่องเกี่ยวกับสิ่งที่เห็นจริงแล้ว สัจพจน์ คุณสมบัติ กฎ ซึ่งทำให้เกิดความคิดที่จะเป็นรากฐานในการที่จะพิสูจน์เรื่องอื่นต่อไป

3) คณิตศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแบบแผนที่ว่าแบบแผนนั้นหมายความว่า จะต้องคิดอยู่ในแบบแผนหรือความคิดที่ตั้งไว้ เช่น คลื่นวิทยุ และโครงสร้างโมเลกุล ฯลฯ เรื่องต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องมีแบบแผนของมันที่จะจำแนกได้ทางคณิตศาสตร์

4) คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง คณิตศาสตร์เป็นศิลปะแขนงอื่น ๆ ความงามของคณิตศาสตร์ประกอบด้วยควมมีระเบียบและความกลมกลืนที่เกิดขึ้นภายใน นักคณิตศาสตร์พยายามแสดงออกถึงคุณค่าสูงสุดของความคิดและความสัมพันธ์ที่การสำรวจความคิดใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ท้าทายให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

จอห์นสันและไรซิง (Johnson and Rising, 1976, น. 4-5) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิด เป็นเครื่องพิสูจน์ว่าสิ่งที่เกิดขึ้นนั้นเป็นจริงหรือไม่อย่างมีเหตุผล ด้วยเหตุนี้ เราจึงนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและอุตสาหกรรม และยังช่วยให้คนมีเหตุผลใฝ่รู้ ตลอดจนพยายามคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานของความเจริญในด้านต่าง ๆ

2) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างสรรค์ทางด้านจิตใจของมนุษย์วิชาหนึ่งเกี่ยวข้องกับ พื้นฐานทางความคิด กระบวนการและเหตุผล ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นมากกว่าเรขาคณิต (ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและการคิดคำนวณ) มากกว่าพีชคณิต (ภาษาทางสัญลักษณ์และความสัมพันธ์) มากกว่าเรขาคณิต (ที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปร่าง ขนาด และที่ว่าง) และมากกว่า แคลคูลัส (ที่ศึกษาความเปลี่ยนแปลง จำนวนไม่รู้จบและจำนวนจำกัด)

3) คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง ซึ่งกำหนดขึ้นด้วยข้อความทางสัญลักษณ์ กระชับ รัดกุมและสื่อความหมายได้ ภาษาคณิตศาสตร์เป็นภาษาซึ่งดำเนินไปด้วยความคิดมากกว่ากระทำ

4) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยจัดระเบียบโครงสร้างทางความรู้ ข้อความและข้อความ ถูกสรุปด้วยเหตุผล จากการพิสูจน์ข้อความหรือสมมุติเดิม โครงสร้างคณิตศาสตร์เป็น

โครงสร้าง ทางเหตุผล โดยเริ่มต้นด้วยพจน์ที่ยังไม่ได้รับการนิยามและจะถูกนิยามอย่างเป็นระบบ แล้วนำมาใช้ อธิบายสาระต่าง ๆ หลังจากนั้นจึงถูกตั้งเป็นคุณสมบัติหรือกฎโดยท้ายที่สุดพจน์และข้อสมมุติเหล่านี้ จะถูกนำไปใช้พิสูจน์ทฤษฎีและสามารถศึกษาโครงสร้างใหม่ทางคณิตศาสตร์ได้

5) คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีรูปแบบ นั่นคือ ความเป็นระเบียบในรูปแบบของการคิด ทุกสิ่งที่มีรูปแบบสามารถถูกจัดได้ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ เช่น คลื่นวิทยุโครงสร้างของ โมเลกุลและรูปร่างเซลล์ของพืช

6) คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามทางคณิตศาสตร์สามารถพบได้ในกระบวนการ ซึ่งแยกข้อเท็จจริงที่ถูกถ่ายทอดผ่านการใช้เหตุผล เป็นขั้นตอนโดยนักคณิตศาสตร์ได้พยายามใช้ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ และการทำความเข้าใจในสิ่งที่ท้าทายความคิด

ดังนั้น ความสำคัญของคณิตศาสตร์ จึงสรุปได้ว่าเป็นวิชาที่ทำให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีเหตุมีผลและตรงกับความเป็นจริงที่ได้กำหนดไว้ในโครงสร้าง ในขณะเดียวกันคณิตศาสตร์มีส่วนสำคัญในการพัฒนาให้มนุษย์เป็นพลเมืองที่ดีเพราะเป็นพื้นฐานในการใช้การคิด ตัดสินใจโดยได้มีการไตร่ตรองไว้แล้วอย่างสมเหตุสมผลให้มากที่สุด

3. จิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพจะต้องเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานของวิทยาการทุกแขนง มีผู้กล่าวถึงจิตวิทยาเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ดังนี้

กัญญา โพธิ์วัฒน์ (2542, น. 49 - 51) กล่าวถึงจิตวิทยาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่า นักการศึกษาได้พยายามศึกษาทฤษฎีทางจิตวิทยา เพื่อที่จะนำไปใช้ให้การเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ครูจะต้องมีความเข้าใจในตัวนักเรียนเข้าใจการพัฒนาการด้านสติปัญญาของเด็กเพื่อนำมาใช้ให้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก การจัดกิจกรรมต่าง ๆ จึงจะได้ผลดี ทฤษฎีและแนวคิดทางจิตวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมีหลายแนวคิด ซึ่งครูผู้สอนควรศึกษาให้เกิดความเข้าใจ ดังต่อไปนี้

การเรียนรู้

การเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเนื่องมาจากการประสบการณ์ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอาจพิจารณาได้ 3 ด้าน คือ

- 1) ด้านความรู้ เช่น ความคิด ความเข้าใจ ความจำ เป็นต้น
- 2) ด้านทักษะ เช่น การพูด และการเคลื่อนไหว เป็นต้น
- 3) ด้านความรู้สึก เช่น เจตคติและค่านิยม เป็นต้น

องค์ประกอบความรู้

การเรียนรู้ของบุคคลมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องในความสำเร็จของการเรียนรู้ดังนี้

1) องค์ประกอบภายในตัวผู้เรียน ได้แก่

1.1) วุฒิภาวะ (Maturation) หมายถึง สภาพความเจริญเติบโตของเด็กในวัยหนึ่ง ๆ วุฒิภาวะจำแนกได้หลายอย่าง เช่น วุฒิภาวะทางร่างกาย ทางอารมณ์ทางสังคม เป็นต้น เด็กจะเรียนได้ดีเมื่อมีวุฒิภาวะ

1.2) ความพร้อม (Readiness) หมายถึง สภาพความเจริญเติบโตทางร่างกายรวมกับความสนใจและความรู้พื้นฐานที่ทำให้เด็กเรียนรู้ได้ดี

1.3) การฝึก (Training) หมายถึง การแสดงพฤติกรรมที่ได้เรียนรู้มาแล้วซ้ำ ๆ อีก เพื่อให้เกิดทักษะและความชำนาญ จนเป็นนิสัย เช่น เมื่อเรียนรู้หลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แล้วก็ต้องมีการฝึกโดยการทำแบบฝึกหัด เป็นต้น

2) องค์ประกอบภายนอกตัวผู้เรียน

2.1) ความยาวของบทเรียน (Length of Material) บทเรียนที่มีความยาวมากย่อมจะเรียนรู้ได้ช้ากว่าบทเรียนที่เล็บบาง ๆ

2.2) ความยากง่ายของบทเรียน (Difficult Material) บทเรียนที่มีความง่ายจะช่วยให้การเรียนรู้ได้เร็วกว่าบทเรียนที่ยาก

2.3) ความหมายของบทเรียน (Meaningfulness of Material) บทเรียนที่มีความหมาย จะช่วยให้การเรียนรู้ได้ดีกว่าบทเรียนที่ไม่มีความหมาย

2.4) การรบกวน (Interference) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่มีผลรบกวนการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนเรียน ขณะกำลังเรียน และภายหลังการเรียน

2.5) เครื่องล่อใจ (Incentive) หมายถึง สิ่งของหรือสถานการณ์ที่จะกระตุ้นหรือจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้เร็วขึ้น

2.6) การแนะแนวในการเรียน (Guidance) ถ้าผู้เรียนได้รับการแนะแนวในการเรียนที่ดีจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้เร็วขึ้น

2.7) ช่วงเวลาในการเรียน (Time) การเรียนรู้ช่วงก่อนพักกลางวันจะช่วยให้ การเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนในตอนบ่าย

2.8) ครู (Teacher) ถ้าผู้เรียนได้เรียนรู้กับครูที่ดีจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น

2.9) สิ่งแวดล้อม (Environment) ถ้าผู้เรียนอยู่ในสิ่งแวดล้อม และบรรยากาศที่ดีจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีและเร็วขึ้น

ดังนั้นจิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์สามารถส่งผลให้ผู้สอนจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดเพราะผู้สอนได้นำจิตวิทยาการสอนมาใช้กับผู้เรียนโดยมีการคำนึงถึงศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นหลัก

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์

ทฤษฎีของนักจิตวิทยา จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ครูเข้าใจเด็กดีขึ้น และสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความต้องการของเด็ก ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีดังต่อไปนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ (Piaget, 1971, น. 18 – 19) มีสาระสำคัญที่สอดคล้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์คือ

1) อายุเป็นปัจจัยสำคัญของการพัฒนาทางสติปัญญา นั่นคือ การพัฒนาสติปัญญาจะเป็นไปตามระดับอายุการพัฒนายิ่งต่อเนื่องไปตามลำดับไม่กระโดดข้ามขั้น

2) เพียเจต์ (Piaget) มีความเชื่อว่า “การกระทำเป็นพื้นฐานก่อให้เกิดความคิด การสอนเด็กที่มีอายุน้อยต้องให้เด็กได้รับประสบการณ์ตรง จัดกิจกรรมให้เด็กได้ลงมือทำด้วยตนเอง จึงจะเกิดความคิด ความเข้าใจ ประสบการณ์หรือกิจกรรมจำเป็นต้องมีสื่อการเรียนการสอนประกอบให้เด็กได้ฝึกฝน ไม่ใช่วิธีสอนแบบบรรยาย หรือใช้สัญลักษณ์โดยที่เด็กไม่เข้าใจ การสอนคณิตศาสตร์ควรสอนลักษณะขั้นบันไดเวียน เพราะถ้าเด็กมีความรู้พื้นฐานเดิมไม่พอที่จะรับความคิดรวบยอดใหม่จะเรียนเรื่องใหม่ไม่เข้าใจจำเป็นต้องสอนซ่อมเสริมให้ในเรื่องเดิมก่อนเพื่อให้เด็กมีความรู้ในเรื่องเก่ากับเรื่องใหม่เชื่อมโยงกันได้ดีซึ่งเป็นกระบวนการที่จำเป็นต่อการเรียนรู้มาก”

แนวคิดของ ดินส์ (เอมอร์ ตำราญจักร, 2548, น. 15 – 16) ซึ่งเป็นนักคณิตศาสตร์ที่ได้ศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์เชื่อว่า การสอนคณิตศาสตร์ควรมีขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นเล่นปนเรียน (Play Stage) ขั้นตอนแรกให้นักเรียนมีอิสระที่จะทำอะไรก็ได้ เล่นอุปกรณ์หรือสื่อการเรียนรู้ที่ครูนำมาสอนได้อย่างเสรีในระยะเวลาหนึ่งที่ครูจะเห็นสมควรเพื่อสร้างความรู้สึกที่ดีให้แก่เด็กเสียก่อน

2) ขั้นเรียนตามโครงสร้าง (Structured Stage) เป็นขั้นตอนที่สองที่ครูเตรียมการสอนมาแล้ว จะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปตามแผนที่เตรียมมาตามลำดับขั้น โดยนักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตาม

3) ขั้นฝึกหัด (Practical Stage) ขั้นสุดท้ายของการสอน คือขั้นให้นักเรียนยืดหยุ่น หรือฝึกหัดหาความชำนาญในกิจกรรมที่เรียนมา

กัญญา โพธิ์วัฒน์ (2542, น. 50) กล่าวถึง ทฤษฎีการเรียนรู้และสภาวะการณ์ต่าง ๆ ที่การเรียนรู้จะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้น ทฤษฎีการเรียนรู้เป็นความคิดรวบยอดกว้าง ๆ ซึ่งใช้ได้ทุกประเภทและ

ทุกสถานการณ์ทั้งในและนอกโรงเรียนที่การเรียนรู้เกิดขึ้น ทฤษฎีการเรียนรู้เป็นเรื่องการพิจารณา สภาวะที่จะก่อให้เกิดสาเหตุและผลแก่การเรียนรู้ เป็นเรื่องของทฤษฎี ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อการจัดการศึกษา สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1) กลุ่มทฤษฎีเชื่อมโยง (S - R Theories) นักทฤษฎีกลุ่มนี้ก็พยายามชี้แนะให้เห็นว่าการเรียนรู้ทั้งหลายในห้องเรียนนั้นจะสามารถอธิบายได้ในแง่ของสิ่งเร้า และการตอบสนอง (Stimulus- Response)

2) กลุ่มทฤษฎีสานาม (Cognitive Theories) นักทฤษฎีกลุ่มนี้ก็พยายามชี้แนะให้เห็นว่า การเรียนรู้ทั้งหลายจะเกิดขึ้นก็ต้องอาศัยหลักการของปัญญา (Cognitive)

แนวคิดทางการศึกษาของกาเย่

กัญญา โพธิ์วัฒน์ (2542, น. 52 – 55) ได้กล่าวถึง แนวความคิดทางการศึกษาของกาเย่ (Gagne) เกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยเน้นหนักเกี่ยวกับสิ่งต่อไปนี้

1) พื้นความรู้เดิม (Prerequisites of Learning) จะต้องวินิจฉัยก่อนว่านักเรียนมีพื้นความรู้อะไรบ้างจึงจะเรียนเรื่องที่ครูสอนได้เช่น นักเรียนจะเรียนเรื่องการคูณ ควรจะมีความรู้เรื่องการบวกมาก่อน ถ้าครูสามารถวินิจฉัยขั้นลำดับขั้นของการเรียนรู้ได้แล้ว จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น

2) สภาพของการเรียนรู้ (Condition of Learning) สภาพที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับชนิดของการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการกระทำกิจกรรมเฉพาะอย่าง ความรู้ในระดับที่สูงกว่าจะต้องอาศัยความรู้ในระดับที่ต่ำกว่า จึงแบ่งชนิดของการเรียนรู้ (Types of Learning) ออกเป็น 8 ชั้น ดังนี้

2.1) การเรียนรู้เครื่องหมายหรือสัญญาณ (Signal Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ง่ายที่สุดและอยู่ในขั้นต่ำสุด ผู้เรียนไม่สามารถบังคับพฤติกรรมได้เช่น การเรียนรู้ความหมายของคำ เครื่องหมายต่าง ๆ เป็นต้น

2.2) การเรียนรู้สิ่งเร้า - ตอบสนอง (Stimulus – response Learning) เป็นการเรียนรู้ซึ่งเนื่องมาจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง แตกต่างจากการเรียนรู้ชนิดแรกเพราะผู้เรียนสามารถควบคุมพฤติกรรมได้มีการเสริมแรง (Reinforcement) ให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรม

2.3) การเรียนรู้แบบลูกโซ่ (Chaining) เป็นการเชื่อมโยงของสิ่งเร้าและการตอบสนองหลาย ๆ คู่ปกติการเรียนรู้แบบลูกโซ่ไม่อยู่ในรูปของการพูด (Non - verbal) แต่เป็น

พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกระทำและทักษะต่าง ๆ ในการเคลื่อนไหว เช่น การเขียนรูปทรงเรขาคณิตต้องใช้พื้นฐานความรู้หลายอย่างประกอบกัน

2.4) การเชื่อมโยงทางวาจา (Verbal Association) เป็นการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานอันหนึ่ง มีลักษณะคล้ายกับการเรียนรู้แบบลูกโซ่ในทางคณิตศาสตร์เช่น การเขียนรูปทรงเรขาคณิตต้องใช้พื้นฐานความรู้หลายอย่างประกอบกัน

2.5) การเรียนรู้แบบจำแนกความแตกต่าง (Discrimination Learning) เป็นการรู้จักจำแนกแยกแยะสิ่งที่เหมือนกัน สิ่งที่แตกต่างกัน เช่น เข้าใจว่ารูปสามเหลี่ยมต่างกับกับรูปสี่เหลี่ยม เครื่องหมายบวกต่างกับเครื่องหมายคูณ เป็นต้น

2.6) การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (Concept Learning) เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือข้อสรุป ในลักษณะเป็นกลุ่มที่คล้ายกันหรือเหมือนกัน เช่น การบวกเป็นการนำจำนวนสองจำนวนมารวมกัน เป็นต้น

2.7) การเรียนรู้กฎหรือหลักการ (Rule Learning) เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์หลักการต่าง ๆ เช่น การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมโดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและความยาว เป็นต้น

2.8) การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem Learning) เป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดและซับซ้อนต้องอาศัยความคิดโดยการรวมกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ของการเรียนรู้ในขั้นที่ 7 เข้าด้วยกัน และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เช่น อาศัยกฎของการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมและการแก้ปัญหา เป็นต้น

3) สภาพความทรงจำ (Conditions for Retention) สิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนรู้ได้นาน คือ

3.1) กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความพึงใจ

3.2) การเข้าใจอย่างชัดเจน

3.3) การจำแนกความรู้เดิมและสัมพันธ์กับความรู้ใหม่

4) แบบของการเรียนรู้ (Styles of Learning) นักเรียนแต่ละคนจะมีรูปแบบหรือวิธีการของการเรียนรู้แตกต่างกัน วิธีสอนและกิจกรรมอย่างหนึ่งอาจช่วยให้คนเกิดการเรียนรู้ในขณะที่คนอื่น ๆ ไม่ได้เกิดการเรียนรู้เลย หน้าที่ของครูคือ สังเกตแบบหรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนของตนเองเพื่อช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มที่

การสอนตามความคิดของ กาเย

สมพร วงศ์ภาพสินธุ์ (2550, น. 33-34) ได้กล่าวถึง การสอนตามความคิดของกาเยว่า ครู คือ ผู้ออกแบบหรือจัดการของการสอนและเป็นผู้ประเมินผลการเรียนของนักเรียน กระบวนการสอนไว้เป็นขั้นตอน ดังนี้

1) จัดระเบียบรายวิชาออกเป็นหน่วยใหญ่ ๆ แล้วแยกแยะแต่ละหน่วยออกเป็นเรื่อง ๆ เพื่อที่จะสามารถวางวัตถุประสงค์ของบทเรียนแต่ละบทให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ใหญ่ได้

2) กำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน และบอกด้วยว่าวัตถุประสงค์นั้นเป็นประเภทใด เช่น ทางปัญญา (Intellectual Skills) หรือพุทธิยุทธศาสตร์ (Cognitive Strategies) หรือเป็นทักษะทางกลไก (Motor Skill) หรือเป็นเจตคติ (Attitudes)

3) ออกแบบลำดับขั้นต่อเนื่องของการสอน

4) บอกว่ากิจกรรมย่อยที่อยู่ในลำดับขั้นเป็นการเรียนชนิดใด

5) กำหนดเป้าหมายของบทเรียน

6) ออกแบบแผนการสอนของแต่ละจุดประสงค์แต่ละอัน

7) กำหนดสื่อการสอน

8) กำหนดการตรวจสอบและผลการเรียนรู้

การวางแผนการสอนนั้น เหตุการณ์ของการสอน (Events of Instruction) โดยละเอียดจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ดึงความตั้งใจให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจต่อสิ่งที่เรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ

2) แจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

3) กระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงการเรียนที่เป็นเรื่องเกี่ยวข้องหรือบูรพกรรม

(Prerequisite)

4) เสนอเนื้อหาสิ่งเร้า

5) จัดการให้แนะแนวการเรียน

6) กระตุ้นให้เกิดการประกอบกิจ (Performance)

7) จัดให้มีการป้อนกลับให้รู้ความถูกต้องของการประกอบกิจ (Performance

Correctness)

8) ประเมินผลตรวจสอบการประกอบกิจ

9) ส่งเสริมให้เกิดความคงทนในการจำและการถ่ายโยงการเรียนรู้

ดังนั้น ผู้สอนควรจะต้องทำการศึกษาทฤษฎีทุกทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และสามารถนำมาตัดสินใจได้ว่าในสถานการณ์ใดจะใช้ทฤษฎีไหนจึงจะเหมาะสมกับผู้เรียนซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด

5. หลักการสอนคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดีมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนควรมีหลักการสอนคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงไว้ดังนี้

สุมานัน รุ่งเรืองธรรม (2542, น. 5-6) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ว่าเป็นการรวบรวมแนววิธีการสอน แนวทางการศึกษา และหลักจิตวิทยาแห่งการเรียนรู้แล้วนำมาบูรณาการเข้าด้วยกัน เป็นหลักการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- 1) สอนให้เด็กเรียนรู้โดยผ่านประสบการณ์ตรง
- 2) สอนโดยคำนึงถึงธรรมชาติของเด็กในวัยต่าง ๆ และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 3) คัดแปลงการสอนให้เหมาะสมกับความเจริญงอกงามของเด็ก
- 4) สอนให้เด็กได้รับความรู้ ทักษะ ทศนคติ กิจนิสัย และความประพฤติดี
- 5) สอนให้เด็กเกิดความสนใจ เกิดความพอใจ และมีความตั้งใจ
- 6) เสนอให้รู้จักมุ่งหมายของการเรียน และการนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้
- 7) สอนให้เด็กมีส่วนร่วมในการเรียน การแสดงความคิดเห็น การแก้ไขปัญหา และการร่วมวัดผลด้วย
- 8) สอนโดยการเตรียมการสอนเป็นอย่างดี
- 9) สอนโดยใช้อุปกรณ์ และเครื่องช่วยในการสอน โดยเฉพาะอุปกรณ์ทางโสตทัศนวัสดุ
- 10) สอนโดยเริ่มต้น และกำหนดขึ้นจากปัญหา
- 11) สอนโดยวิธีแนะและช่วยให้เด็กใช้การสังเกตพิจารณาและหาเหตุผล
- 12) สอนจากสิ่งที่ย่ายไปหาสิ่งที่ยาก
- 13) สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม
- 14) สอนให้ได้เห็นจริงเห็นจัง และเข้าใจบทเรียนอย่างแจ่มแจ้ง
- 15) สอนโดยการแบ่งกลุ่มนักเรียน ตามความสามารถความสนใจและความพอใจ
- 16) สอนตามหลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 17) สอนตามระเบียบกฎการเรียนรู้ของเด็ก
- 18) สอนให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 19) สอนโดยให้รู้จักและประเมินด้วยตนเอง

ยุพิน พิพิธกุล (2545, น. 11-12) กล่าวว่า หลักการสอนคณิตศาสตร์สำหรับครู มี

1) ครูควรสอนจากง่ายไปสู่ยาก เช่น การยกตัวอย่าง อาจจะยกเป็นตัวเลขง่าย ๆ เสียก่อนแล้วค่อยก้าวไปสู่สัญลักษณ์

2) เปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอน รูปธรรมประกอบ

3) สอนให้สัมพันธ์ความคิด เมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรทบทวนให้หมด รวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่

4) เปลี่ยนวิธีการสอนไม่ให้ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย ควรจะสอนให้สนุกสนานและ น่าสนใจต้องรู้จักสอดแทรกสิ่งละอันพันละน้อยให้บทเรียนน่าสนใจ สนุกสนาน

5) ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงคลไจที่จะเรียน การสอนจึง ต้องมีการเร้าความสนใจด้วยการนำเข้าสู่บทเรียนก่อน

6) ควรคำนึงถึงประสบการณ์เดิมและทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่ กิจกรรมใหม่ควร ต่อเนื่องกับกิจกรรมเดิม

7) เรื่องที่สัมพันธ์กันควรสอนไปพร้อม ๆ กัน

8) ให้นักเรียนมองเห็น โครงสร้างไม่ใช่เน้นเนื้อหา

9) ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ครูบางคนชอบให้โจทย์ยาก ๆ เกินสาระการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะทำให้นักเรียนที่อ่อนท้อถอย

10) สอนให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง

11) ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้ ลงมือปฏิบัติจริงและประเมินการปฏิบัติ
จริง

12) ครูควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น

13) ครูควรมีความกระตือรือร้นและตื่นตัวอยู่เสมอ

14) ครูควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อจะนำสิ่งที่แปลกใหม่ถ่ายทอดให้แก่
นักเรียน

อัสวชัย ลิ้มเจริญ (2546, น. 25) ได้กล่าวถึง หลักการสอนคณิตศาสตร์จะได้ผลดี ประสบความสำเร็จได้นั้นต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1) ผู้สอน แสวงหาความรู้เพิ่มอยู่เสมอ มีการเตรียมการสอนดี มีความกระตือรือร้น ในการสอน และมีอารมณ์ดีแจ่มใส เป็นคนอารมณ์ขัน

2) ผู้เรียน เรียนเป็นกลุ่ม คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล มีเจตคติที่ดีต่อวิชา
คณิตศาสตร์

3) วิธีสอน ความหลากหลายของวิธีสอน ซึ่งจะไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ฝึกปฏิบัติทำให้คิดเป็น ทำเป็น นำไปใช้ได้

4) สื่อ ได้รับความสนใจ เทคโนโลยีทางการศึกษา จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม นำเสนอหรือสรุปเป็นสูตร กฎ นิยาม

สามารถสรุปหลักการสอนคณิตศาสตร์ได้ว่าโดยระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้สอนควรมีหลักการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา ควรคำนึงถึงความสามารถของผู้เรียน มีการจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก เปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา รวมถึงการบูรณาการสอดแทรกสิ่งที่อยู่รอบตัวของผู้เรียนให้เกิดประโยชน์มากที่สุด และที่สำคัญที่ครูผู้สอนขาดไม่ได้คือสื่อและอุปกรณ์ เพื่อนำมาช่วยให้ผู้สอนได้จัดกระบวนการการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากประสบการณ์ทั้งหมด ผู้เรียนได้รับการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างมีระบบ มีความชัดเจนเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ และวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ ดังนั้นผู้สอนควรมีหลักในการสอน และเทคนิคที่เกิดการส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดตามหลักกระบวนการที่ถูกต้อง จนกระทั่งเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้อง

6. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ครูสอนคณิตศาสตร์ที่ดี ควรเลือกใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน ความพร้อม ความสามารถของนักเรียน การสอนคณิตศาสตร์จึงจะบรรลุจุดมุ่งหมายตามที่กำหนดไว้ได้ ซึ่งมีวิธีการสอนคณิตศาสตร์มีดังนี้

ทองคูณ หงส์พันธุ์ (2542, น. 19) กล่าวว่า วิธีการสอนมีรูปแบบ และวิธีการมากมาย แต่วิธีการสอนที่ดีที่สุดก็คือ วิธีสอนที่เหมาะสมกับลักษณะของนักเรียน โดยคำนึงถึงความถนัด และความสนใจของนักเรียน ระดับความสามารถของนักเรียน นอกจากนี้วิธีสอนที่ดีต้องเหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย

สิริพร ทิพย์คง (2546, น. 117) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการสอนแบบต่าง ๆ เป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องเรียนรู้ เพื่อจะได้จัดการเรียนการสอนให้บังเกิดผลดีกับนักเรียน วิธีสอนใดก็ตามที่ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากเรียน มีความสนใจ และมีความเข้าใจในบทเรียนนั้น นับว่าเป็นวิธีสอนที่ดี ยังไม่มีการวิจัยใดที่ชี้ชัดว่าวิธีสอนหนึ่งดีกว่าสอนหนึ่งเพราะการเลือกใช้วิธีสอนใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา ครูและนักเรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาแต่ละบทเรียนอาจจะใช้วิธีสอนที่แตกต่างกัน หรือวิธีสอนหลายวิธีผสมกันและควรคำนึงถึงวัยของนักเรียนไปด้วย

คณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม (2552, น. 18-21) ได้กล่าวถึง หลักการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีหลักการดังนี้

1) สอนด้วยเนื้อหาที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน เริ่มต้นจากสิ่งง่ายไปหาสิ่งที่ยาก จากรูปธรรมไปนามธรรม สอนให้ผู้เรียนรู้จักเห็นจริง สอนตรงตามเนื้อหา สอนมีเหตุผล สอนครบตามเนื้อหาโดยเป็นไปตามลำดับ

2) สอนโดยวิธีสอนที่เหมาะสมแก่แต่ละคน ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ต้องปรับปรุงแบบการสอนอยู่เสมอ โดยคำนึงถึงความพร้อมและวุฒิภาวะของผู้เรียนเป็นหลักเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และได้ปฏิบัติด้วยตนเอง

3) สอนโดยมีวิธีการสอนที่เหมาะสมกับสถานการณ์และสภาพแวดล้อม

4) ปรับรูปแบบการสอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์และผู้เรียน

5) ใช้สื่อการสอน ยกตัวอย่างประกอบการสอน มีความยืดหยุ่น มีการให้รางวัลนักเรียน และมีการลงโทษเมื่อนักเรียนทำผิดตามสมควร

6) มีกลวิธีเทคนิคการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้สึกเพลิดเพลิน กระตุ้นความจำและเกิดความสนุกสนานในการเรียน

จากวิธีการสอนคณิตศาสตร์นั้น มีวิธีการสอนที่หลากหลายผู้สอนควรทำการศึกษาผู้เรียนในชั้นเรียนว่ามีความสามารถในการเรียนมากน้อยเพียงใด จากนั้นผู้สอนควรเลือกวิธีการสอนที่มีความเหมาะสมกับผู้เรียน เลือกกิจกรรมและสื่อการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจจะเรียนรู่มากที่สุด

ชุดกิจกรรม

1. ความหมายของชุดกิจกรรม

ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, น. 91) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรม คือ สื่อการสอนชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi Media) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อ เนื้อหา และประสบการณ์ ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับ สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพและยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจพร้อมที่จะสอนอีกด้วย

วัฒนาพร กระจับทุกซ์ (2547, น. 27) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรม คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบและจัดอย่างมีระบบ ประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย เนื้อหา และวัสดุอุปกรณ์ โดยกิจกรรมดังกล่าวได้รับการรวบรวมไว้เป็นระเบียบในกลุ่มเพื่อเตรียมไว้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากประสบการณ์ทั้งหมด

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551, น. 51) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็น สื่อการสอนชนิดหนึ่งที่เป็นลักษณะของสื่อประสม และเป็นการใช้สื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมกัน

เพื่อให้นักเรียนได้รับความต้องการ โดยอาจจัดทำขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเรื่อง และ ประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้นักเรียนได้เรียนรู้ อาจจัดไว้เป็นชุดในกล่อง ของ กระเป๋า ชุดกิจกรรมอาจประกอบด้วยเนื้อหาสาระ คำสั่ง ใบงานในการทำกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์

ภาวดี ตั้งกมลศรี (2552, น. 40) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรม คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ ประกอบด้วยแนวคิด จุดประสงค์ เนื้อหา และสื่อการสอนที่ครูจัดให้ผู้เรียนได้ใช้ประกอบการศึกษา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2553, น. 14) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้ว่า ชุด กิจกรรมเป็น นวัตกรรมที่ครูใช้ประกอบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนศึกษา และใช้สื่อต่าง ๆ ในชุดกิจกรรมที่ผู้สอนสร้างขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างผู้สอนและ ผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ มีขั้นตอนที่เป็นระบบชัดเจน จนกระทั่งนักเรียนสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาชุดการเรียน การสอนด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ ซึ่งในชุดการเรียนการสอนนั้น ประกอบไปด้วย สื่อ อุปกรณ์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ปัจจุบันได้มี ผู้พัฒนาชุดการสอนที่มีกิจกรรมเน้นการฝึกทักษะการคิดเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้พัฒนา การคิดซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต

สามารถสรุปความหมายของชุดกิจกรรมได้ว่า เป็นสื่อประสมที่ครูได้ทำการรวบรวม เอกสารขึ้น โดยจัดเรียงสาระการเรียนรู้และเนื้อหาจากง่ายไปหายาก ซึ่งในการจัดทำจะมีขั้นตอนที่เป็นระบบและมีความชัดเจน หลังจากนั้นครูเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียน ได้มีความรู้ ความเข้าใจและบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2. แนวคิด ทฤษฎีการพัฒนาชุดกิจกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545) ได้กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้ (Learning Package) ชุดการสอน (Instruction Package) มีแนวคิดพื้นฐานที่นำมาใช้ในการสร้างชุดกิจกรรม เกิดจากหลักการและ ทฤษฎี ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดหลัก 5 หลักการ ได้แก่

แนวคิดที่ 1 ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยา มา ประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียน เป็นสำคัญ ความแตกต่างระหว่างบุคคลมีหลายด้าน คือ ความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม เป็นต้น ในการจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่าง ระหว่างบุคคลนี้ วิธีการที่เหมาะสมที่สุด คือ การจัดการเรียนรายบุคคล หรือการสอนตามเอกัตภาพ การศึกษาโดยเสรี การศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งล้วนเป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนอิสระในการเรียนตาม สติปัญญา ความสามารถ และความสนใจ โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

แนวคิดที่ 2 ความพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงการสอนจากเดิมที่เคยยึด “ครู” เป็นแหล่งความรู้ มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งได้จัดให้ตรงเนื้อหา และประสบการณ์ตามหน่วยการสอน การเรียนด้วยวิธีนี้ ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด ส่วนอีกสองส่วนผู้เรียนจะศึกษาด้วยตนเองจากสิ่งที่คุณสอนเตรียมไว้ในรูปของชุดกิจกรรม

แนวคิดที่ 3 การใช้โสตทัศนูปกรณ์ในรูปของการจัดระบบการใช้สื่อการสอนหลายอย่างมาช่วยในการสอนให้เหมาะสม และใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับนักเรียน แทนการให้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนตลอดเวลา แนวทางใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดกิจกรรม เพื่อเปลี่ยนจากการใช้สื่อเพื่อช่วยครูสอนมาเป็นการช่วยผู้เรียน

แนวคิดที่ 4 ปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับสภาพแวดล้อม เดิมที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้จากครูเท่านั้น แทนที่จะไม่มีโอกาสแสดงความคิดเห็นต่อเพื่อน ๆ และต่อครู นักเรียนจึงขาดทักษะการแสดงออก และการทำงานเป็นกลุ่ม จึงได้มีการนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเปิดโอกาสให้เด็กได้ประกอบกิจกรรมด้วยกัน ซึ่งนำมาสู่การผลิตสื่อออกมาในรูปของชุดกิจกรรม

แนวคิดที่ 5 การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ โดยยึดจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้ โดยจัดสภาพการณ์ ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึง ระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำในสิ่งต่อไปนี้

- 1) ได้เข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง
- 2) ได้ทราบว่า การตัดสินใจหรือการปฏิบัติงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร
- 3) ได้รับการเสริมแรงที่ทำให้ผู้เรียนภูมิใจที่ได้ทำถูกหรือคิดถูก อันจะทำให้ผู้เรียนได้กระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต
- 4) ได้เรียนรู้ไปทีละขั้นตอนตามความสามารถ และความสนใจของตนเอง

จากแนวคิด ทฤษฎีการพัฒนาชุดกิจกรรม สามารถสรุปได้ว่าการสร้างชุดกิจกรรมนั้นเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง ซึ่งครูจะมีส่วนในการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนในส่วนของเนื้อหาและในส่วนของการเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในตัวเอง จะส่งผลให้ชุดกิจกรรมที่ครูได้จัดทำขึ้นบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้

3. ประเภทของชุดกิจกรรม

การแบ่งประเภทของชุดกิจกรรม ได้มีนักการศึกษาแบ่งประเภทของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2533, น. 118 – 119) ได้จำแนกประเภทชุดการเรียน การสอน และแนวคิดในการผลิตชุดการเรียนการสอน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1) ชุดการเรียนการสอนประกอบกำหนดกิจกรรม และสื่อการสอนให้ครูใช้ประกอบการบรรยาย ซึ่งจะมีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับผู้เรียนทั้งชั้น โดยแบ่งหัวข้อที่จะบรรยายและกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้น เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ครูผู้สอน และเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้น้อยลง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้น มักจะบรรจุในกล่องที่มีขนาดความเหมาะสม

2) ชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียน ได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน ครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้บรรยายเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือผู้เรียน อาจจัดในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน แต่ละชุดการเรียนการสอนประกอบด้วยชุดการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนครบชุด ตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น ซึ่งจัดไว้เป็นสื่อประสม อาจใช้เป็นตัวรายบุคคลหรือทั้งกลุ่มใช้ร่วมกันก็ได้ เมื่อจบการเรียนในแต่ละศูนย์แล้ว ผู้เรียนที่จะเรียนเสริมก็สามารถศึกษาได้จากศูนย์สำรองที่จัดเตรียมไว้ โดยไม่ต้องเสียเวลาที่จะรอกอยผู้อื่น

3) ชุดการเรียนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดไว้ให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเองตามคำแนะนำ ที่ระบุไว้ แต่อาจมีการปรึกษากันระหว่างเรียนได้ และเมื่อสงสัยไม่เข้าใจ บทเรียนตอนไหนสามารถไต่ถามครู นิยมใช้ห้องเรียนที่มีลักษณะพิเศษแบ่งสัดส่วนสำหรับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งเรียกว่า ห้องเรียนรายบุคคล ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลนี้เน้นหน่วยการสอนย่อย จึงนิยมเรียกว่า “บทเรียนโมดูล”

4) ชุดการเรียนการสอนทางไกล เป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่น ต่างเวลามุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการเรียนการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ศรีสุดา จริยากุล (2543, น. 647-648) ได้จำแนกประเภทของการชุดกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ชุดกิจกรรมรายบุคคล สำหรับผู้เรียนตามความสนใจ และระดับความสามารถของตนเอง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ชุดกิจกรรมแต่ละชุดมีคำแนะนำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะต้องไปศึกษาเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถทดสอบเพื่อทราบผลความก้าวหน้าของตนเองได้ตลอดเวลา และทราบผลการเรียนทันที ประกอบด้วยบทเรียนสำเร็จรูป แบบประเมินผลและวัสดุอุปกรณ์การเรียน

2) ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนเป็นกลุ่ม ชุดกิจกรรมแบบนี้ใช้ในการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนเป็นกลุ่ม หรืออาจจัดในรูปศูนย์การเรียนรู้ ชุดกิจกรรมนี้จะมีสื่อไว้ให้สมาชิกแต่ละคน ที่จะประกอบกิจกรรมตามคำสั่งได้ ประกอบด้วยชุดย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้แต่ละหน่วย ซึ่งแต่ละศูนย์จะมีสื่อการเรียนรู้หรือบทเรียนครบทุกคนตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง หรือช่วยเหลือซึ่งกันและกันในศูนย์ต่าง ๆ จนครบรอบ

3) ชุดกิจกรรมประกอบการบรรยายของครูหรือชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดกิจกรรมที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ให้ครูหรือผู้สอนใช้ประกอบการบรรยายเป็นเนื้อหาและประสบการณ์ที่ผู้สอนต้องการพื้นฐานให้ผู้เรียนได้เรียนไปพร้อมกัน โดยมีเวลาให้ผู้เรียนได้เรียนร่วมกันบางครั้งตามที่กำหนดไว้ในตารางเรียนของแต่ละคน

บุญเกื้อ ควรรหาเวช (2542, น. 94-95) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ชุดกิจกรรมประกอบคำบรรยาย เป็นชุดกิจกรรมที่ใช้สอนผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ เพื่อให้รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น สื่อที่ใช้ ได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ สไลด์ फिल्मสตริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียงหรือกิจกรรมที่กำหนดไว้

2) ชุดกิจกรรมแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดกิจกรรมสำหรับให้ผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมแต่ละชุด มุ่งฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนให้ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินงานร่วมกัน ชุดกิจกรรมนี้มักใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้และการสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์

3) ชุดกิจกรรมแบบรายบุคคลหรือชุดกิจกรรมตามเอกัตภาพ เป็นชุดกิจกรรมสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือเรียนที่บ้านก็ได้ ผู้เรียนสามารถประเมินการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอีกด้วย

สรุปได้ว่า ประเภทของชุดกิจกรรม คือ ชุดการสอนประกอบคำบรรยายของครู เป็นชุดการสอนสำหรับนักเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5 - 7 คน มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินงานร่วมกัน ส่วนชุดการสอนแบบรายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ เป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล โดยที่นักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเองและสามารถประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมเป็นสื่อและอุปกรณ์ที่ครูสร้างเพื่อช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและมีความหมายสมบูรณ์ในตัวเอง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง ได้มีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

บุญชม ศรีสะอาด (2543, น. 95)	สุวิทย์ มูลคำ (2546, น. 52)	สุดัน และคนอื่น ๆ (อ้างถึงใน นิติกาญจน์ ไกรสิทธิพัฒน์, 2548, น. 18)
1) คู่มือ หรือ คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ศึกษาและปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุอย่างมีประสิทธิภาพ อาจประกอบด้วยแผนการ สอน และคำอธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	1) คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคู่มือหรือแผนการเรียนรู้สำหรับผู้จัดการเรียนรู้ให้ศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดไว้อย่างชัดเจน	1) คำชี้แจง ในส่วนนี้ จะอธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมาย ขอบข่ายชุดการเรียนการสอน สิ่งที่นักเรียนจะต้องมีความรู้ก่อนเรียนและขอบข่ายของกระบวนการทั้งหมดในชุดการเรียน
2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบเพื่อใช้สำหรับวัดที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน	2) บัตรคำสั่งหรือบัตรงาน เป็นเอกสารที่บอกให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บรรจุในชุดการเรียนรู้ บัตรคำสั่ง หรือบัตรงานจะมีครบตามจำนวนกลุ่มหรือจำนวนผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยคำอธิบายเรื่องที่จะศึกษาคำสั่งให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรม	2) จุดมุ่งหมาย คือ ข้อความที่แจ่มชัดไม่กำกวม ที่กำหนดว่าผู้เรียนจะประสบความสำเร็จอะไรหลังจากเรียนแล้ว

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

บุญชม ศรีสะอาด (2543, น. 95)	สุวิทย์ มูลคำ (2546, น. 52)	สุสตัน และคนอื่นๆ (อ้างถึงใน นิตินาฏจน์ ไกรสิทธิพัฒน์, 2548, น. 18)
3) แบบฝึกปฏิบัติ เป็น แบบฝึกหัด หรือบัตรคำสั่งที่ ระบุกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียน ปฏิบัติตามขั้นตอนของการ เรียน	3) สารและสื่อการเรียนรู้ ประเภทต่าง ๆ จัดไว้ในรูปแบบ ของสื่อการเรียนรู้ ได้แก่ เอกสารและโสตทัศนูปกรณ์	3) การประเมินผลเบื้องต้น เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนอยู่ ในขั้นการเรียนรู้จากชุดการสอน นั้น อาจอยู่ในรูปของการ ทดสอบข้อเขียน ปากเปล่า การ ทำงาน
-	4) แบบประเมินผล เป็น แบบทดสอบที่ใช้วัดและ ประเมินความรู้ด้วยตนเองทั้ง ก่อนและหลังเรียน	4) การกำหนดกิจกรรม คือ การกำหนดแนวทางและวิธี เพื่อนำไปสู่จุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมใน กิจกรรมนั้นด้วย
-	-	5) การประเมินขั้นสุดท้าย เป็น ข้อสอบเพื่อวัดผลการเรียน หลังจากที่เรียนแล้ว

สามารถสรุปองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว สามารถนำไปใช้กับ
นักเรียนได้ซึ่งผู้สอนควรคำนึงถึงความเหมาะสมและความสามารถของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สรุป
องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน ได้ดังนี้

- 1) ชื่อกิจกรรม ชื่อของกิจกรรมและเนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2) คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนได้ทราบส่วนประกอบของชุด
กิจกรรมการเรียนรู้ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง
- 3) จุดประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์หลังจากได้เรียนรู้ชุดกิจกรรม
- 4) กิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนเป็นผู้กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นเพื่อให้ตรงกับ
หลักสูตรและเนื้อหาที่ได้ทำการวิเคราะห์มา
- 5) ใบความรู้ อธิบายเรื่องและเนื้อหาที่จะให้ผู้เรียนทำการศึกษา

6) ใบกิจกรรม ผู้เรียนสามารถทำใบกิจกรรมหลังจากการได้รับการจัดการเรียนการสอนและการถ่ายทอดเนื้อหาจากผู้สอนเรียบร้อยแล้ว

7) แบบตรวจสอบการเรียนรู้ เป็นการวัดผลการเรียนรู้หลังจากผู้เรียนได้มี การเรียนรู้และทำใบกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้เรียบร้อยแล้ว

8) แบบฝึกปฏิบัติผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาทั้งหมดที่ได้จากการเรียนรู้เพื่อวัด ความเข้าใจอีกครั้งหนึ่งจากการทำแบบปฏิบัติ

9) ใบเฉลย ผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้องจากใบเฉลยเมื่อมีข้อสงสัยสามารถ สอบถามผู้สอนได้

10) การประเมินผล เป็นการประเมินผลกระบวนการเรียนรู้ที่ได้เรียนรู้ทั้งหมดซึ่ง เป็นการทดสอบย่อยของชุดกิจกรรมทุกชุด

5. ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม

การสร้างชุดกิจกรรม ต้องศึกษาองค์ประกอบและขั้นตอนในการสร้างให้เข้าใจ จะต้องมีการสำรวจพิจารณา เลือกองค์ประกอบของชุดกิจกรรมแต่ละอย่างให้เหมาะสมสามารถ นำไปใช้ได้ ซึ่งมีผู้กล่าวถึงขั้นการสร้างชุดกิจกรรม ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, น. 53-54) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการผลิต ชุดการเรียนรู้ ดังนี้

1) กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดการเรียนรู้ อาจกำหนดตามเรื่องในหลักสูตร หรือ กำหนดเรื่องใหม่ขึ้นมาก็ได้ การจัดแบ่งเรื่องย่อยจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหา และลักษณะการใช้ ชุดการเรียนรู้ นั้น ๆ การแบ่งเนื้อเรื่อง เพื่อทำชุดการเรียนรู้ในแต่ละระดับย่อยไม่เหมือนกัน

2) กำหนดหมวดหมู่เนื้อหา และประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือ บูรณาการแบบสหวิทยาการได้ตามความเหมาะสม

3) จัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ จะแบ่งเป็นกี่หน่วย หน่วยหนึ่ง ๆ จะใช้เวลานานเท่าใด นั้นควรพิจารณาให้เหมาะสมกับวัย และระดับชั้นเรียน

4) กำหนดหัวเรื่อง จัดแบ่งหน่วยการเรียนรู้เป็นหัวข้อย่อย ๆ เพื่อสะดวกแก่การ เรียนรู้แต่ละหน่วย ควรประกอบด้วยหัวข้อย่อย หรือประสบการณ์ในการเรียนรู้ประมาณ 4-6 หัวข้อ

5) กำหนดความคิดรวบยอด หรือหลักการ ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียน เกิดความคิดรวบยอด หรือสามารถสรุปหลักการ แนวคิดอะไร ถ้าครูเองยังไม่ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง การกำหนดกรอบความคิดหรือหลักการก็จะไม่ชัดเจน ซึ่งจะรวมไปถึง การจัดกิจกรรม เนื้อหาสาระ สื่อและส่วนประกอบอื่น ๆ ก็จะไม่ชัดเจนตามไปด้วย

6) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมรวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ไว้ให้ชัดเจน

7) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็แนวทางในการเลือก และผลิตสื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่าน ทำกิจกรรมตามบัตรคำสั่ง การตอบคำถาม การเขียนภาพ การทดลองเล่นเกมการแสดงความคิดเห็น การทดสอบ เป็นต้น

8) กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้การสอบแบบอิงเกณฑ์ (การวัดผลที่ยึดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ โดยไม่มีการนำไปเปรียบเทียบกับคนอื่น) เพื่อให้ครูทราบว่าหลักจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้วผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด

9) เลือกและผลิตสื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการเรียนรู้ทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อเรื่องเรียบร้อยแล้วควรจัดสื่อการเรียนรู้เหล่านั้นแยกออกเป็นหมวดหมู่ในกล่อง / แฟ้มที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพ

10) สร้างข้อทดสอบก่อนและหลังเรียนพร้อมทั้งเฉลย การสร้างข้อสอบ เพื่อทดสอบก่อนและหลังเรียน ควรสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหา และกิจกรรมที่กำหนดให้เกิดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ ข้อสอบไม่ควรมากเกินไปแต่ควรเน้นรอบความสำคัญในประเด็นหลักมากกว่ารายละเอียดปลีกย่อย หรือถามเพื่อความจำเพียงอย่างเดียวและเมื่อสร้างเสร็จแล้ว ควรทำเฉลยไว้ให้พร้อมก่อนส่งไปประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้

11) หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ เมื่อสร้างชุดการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้วต้องนำชุดการเรียนรู้ นั้น ๆ ไปทดสอบโดยวิธีการต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริง

สุรชัย จามรเนียม (2548, น. 25-26) กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมประกอบด้วย

- 1) การกำหนดหัวข้อเรื่องที่ต้องการสร้างในรูปกิจกรรม
- 2) ศึกษาหลักสูตรและเอกสารต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้าง
- 3) กำหนดรูปแบบของชุดกิจกรรม เพื่อที่จะสามารถดำเนินการได้ถูกต้อง
- 4) กำหนดจุดประสงค์ในชุดกิจกรรมนั้น ๆ
- 5) กำหนดสื่อและวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้

6) ออกแบบกิจกรรมในเรื่องนั้น ๆ โดยคำนึงถึงตัวผู้เรียนเป็นหลัก ทั้งด้านสติปัญญา ความสามารถ ความแตกต่างระหว่างบุคคล

7) จัดทำใบงานหรือแบบฝึกหัดที่ใช้ในชุดกิจกรรม เพื่อเป็นการฝึกฝนและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

8) กำหนดรูปแบบการประเมินผล โดยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ อาจอยู่ในรูปแบบของการทำแบบทดสอบ แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การประเมินจากรายงานหรือชิ้นงาน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, น. 69) ได้ให้หลักการในการออกแบบการสร้างชุดกิจกรรม ดังนี้

1) ออกแบบชุดกิจกรรม

1.1) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรม โดยละเอียดทั้งทฤษฎี แนวคิด หลักการสำคัญในการสร้างชุดกิจกรรม

1.2) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสอน ตามหลักสูตรสถานศึกษาที่กำหนดไว้ เช่น มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เวลาเรียน ตามที่หลักสูตรกำหนดไว้

1.3) ออกแบบชุดกิจกรรม

2) เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีองค์ประกอบครบถ้วน โดยทั่วไปจะมีองค์ประกอบ คือ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดประเมินผลและอาจมีภาคผนวกท้ายแผน ที่แสดงให้เห็นถึง สื่อ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ใบกิจกรรม ใบงาน ใบความรู้ เครื่องมือวัดประเมินผล เป็นต้น

3) สร้างชุดกิจกรรม โดยการผลิตสื่อ และเครื่องมือต่าง ๆ ของแต่ละชุดกิจกรรม ตามตารางออกแบบชุดกิจกรรม และแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

4) เขียนคู่มือการใช้ชุดกิจกรรม โดยคู่มืออาจมีองค์ประกอบ คือ คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน รายการอุปกรณ์ในชุดกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือวัดประเมินผลการเรียนรู้จากชุดกิจกรรม

สามารถสรุปขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม ได้ว่า ควรทำการศึกษาเนื้อหาสาระของรายวิชาที่จะนำมาสร้างเป็นชุดกิจกรรม แล้ววิเคราะห์หามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรม เวลาที่ใช้ เลือกผลิตสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียน และการวัดประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

6. ข้อจำกัดของชุดกิจกรรม

สุคนธ์ ลิ้นจี่พานนท์ (2553, น. 22) กล่าวว่า ข้อจำกัดของชุดกิจกรรม หรือชุดการเรียนการสอน หรือชุดการสอน หรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

- 1) ผู้สอนต้องนำวิธีการสอนหรือเทคนิคการสอนมาใช้ก่อนเริ่มบทเรียนหรือระหว่างการศึกษาบทเรียน มิฉะนั้นแล้วผู้เรียนจะไม่บรรลุเป้าหมายที่กำหนด
- 2) เรื่องที่ให้ผู้เรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเอง ควรเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาสาระที่ง่ายสำหรับผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองได้
- 3) การให้ผู้เรียนศึกษาชุดการเรียนการสอนนั้นต้องมีบัตรงาน ใบงาน แบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ที่ฝึกผู้เรียนให้รู้จักคิดวิเคราะห์ และควรมีเฉลยให้ผู้เรียน ตรวจสอบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งถ้าเป็นกรณีคำถามปลายเปิด หรือฝึกทักษะการคิด จะไม่มีเฉลยที่ชัดเจนลงไปจึงต้องมีแบบเฉลยที่หลากหลาย

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, น. 127-128) กล่าวว่า แม้ว่าชุดการสอนจะเป็นสื่อการสอนที่มีกระบวนการผลิตที่เป็นระบบ มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็นอย่างดี แต่ชุดการสอนก็ยังมีข้อจำกัดในการใช้เพื่อจัดการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) ปัญหาในการผลิตชุดการสอนมีความยุ่งยาก เพราะมีกระบวนการวิเคราะห์หลายขั้นตอน
- 2) ครูผู้สอนซึ่งขาดความรู้ความเข้าใจ ไม่สามารถผลิตชุดการสอนมาใช้กับนักเรียนได้
- 3) การผลิตชุดการสอนต้องอาศัยบุคคลหลายฝ่ายมาช่วยในการผลิต เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการวัดผล ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา หากขาดบุคคลใดใน 3 ด้านจะทำให้ชุดการสอนที่ผลิตขึ้นมีจุดอ่อนในตัวเอง ประสิทธิภาพของชุดการสอนจึงไม่เป็นไปตามที่คาดหวังไว้
- 4) มีปัญหาด้านงบประมาณในการผลิต การผลิตชุดการสอนต้องใช้ งบประมาณในการผลิตมาก ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของสถานศึกษาและครูผู้สอน
- 5) ปัญหาความยุ่งยากในการใช้และการเก็บรักษา เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนมีการทำกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติร่วมกัน
- 6) การจัดการเรียนรู้ระบบกลุ่มอาจทำให้เกิดเสียงรบกวนห้องข้างเคียงได้
- 7) สื่อการสอนมีลักษณะเป็นสื่อประสม การเก็บรักษาต้องมีตู้เก็บหรือกระบะปกก่องที่มีความคงทน

8) การแบ่งกลุ่มผู้เรียนในการเรียนรู้สามารถจัดแบบอิสระความสามารถได้ยาก

9) ผู้เรียนขาดความรับผิดชอบต่อการเรียน เมื่อเรียนแล้วไม่เก็บวัสดุให้ ครบถ้วน ทำให้ผู้เรียนครั้งต่อไปปรับปรุงกรณีไม่ครบการเรียนรู้จึงไม่สมบูรณ์

10) ผู้เรียนมีความแตกต่างด้านการเรียน ต้องจัดทำชุดการสอนสำรองสำหรับ ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษได้เรียนรู้

การจัดทำชุดกิจกรรมได้มีข้อจำกัดของชุดกิจกรรม ซึ่งผู้สอนควรมีการวางแผนในการจัดทำชุดกิจกรรมให้รอบคอบมากที่สุด โดยคำนึงถึงผู้เรียนเป็นหลักเพื่อให้ชุดกิจกรรมที่ได้มีการจัดทำขึ้นมีประสิทธิภาพกับผู้เรียนมากที่สุด

7. การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เป็นการนำชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้เพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ก่อนนำไปทดลองใช้จริง ซึ่งขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม มีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดในการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2537, น. 25-29) จำแนกวิธีการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เป็น 3 วิธี คือ

1) การหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ หรือครู โดยจะใช้แบบประเมินผลให้ผู้เชี่ยวชาญหรือครูพิจารณาทั้งด้านคุณภาพ เนื้อหาสาระ และเทคนิคการจัดทำสื่ออื่น ๆ แบบประเมินอาจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) หรือเป็นแบบเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย สรุปผลเป็นความถี่แล้วอาจทดสอบความแตกต่างระหว่างความถี่ด้วยค่าไค-สแควร์

2) การหาประสิทธิภาพโดยผู้เรียน มีลักษณะเช่นเดียวกันกับการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญหรือครู แต่เน้นการรับรู้คุณค่าที่ได้จากการเรียนเป็นสำคัญ ประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่มีความเที่ยงตรงที่จะพิสูจน์คุณภาพ และคุณค่าของสื่อการสอนนั้น ๆ โดยจะวัดว่า ผู้เรียนที่เกิดการเรียนรู้อะไรขึ้นบ้าง เป็นการวัดเฉพาะผลที่เป็นจุดประสงค์ของการสอนโดยใช้ ชุดกิจกรรมนั้นอาจจำแนกได้เป็น 2 วิธี คือ

2.1) กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำไว้ เช่น เกณฑ์ 80/80 หรือ 90/90

2.2) ไม่ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า แต่จะพิจารณาการเปรียบเทียบผลการสอบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หรือเปรียบเทียบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย ชุดกิจกรรมนั้นสูงกว่า หรือเท่ากับสื่อ หรือเทคนิคการสอนอย่างอื่นหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบ ค่าที (t – test)

วาโร เฟ็งสวัสต์ (2546, น. 42-45) เสนอเกณฑ์ประกันประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตพอใจว่า ถ้าหากนวัตกรรมมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดแล้ว ก็มีคุณค่านำไปใช้ได้ และมีคุณค่าแก่ การลงทุน ผลได้ออกมากำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรม (ผลลัพธ์)

1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior: E_1) คือ ประเมินผลต่อเนื่องประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย ๆ พฤติกรรมนี้เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม และรายบุคคล ซึ่งได้แก่ งานที่ได้รับมอบหมาย และกิจกรรมอื่นที่ผู้อื่นได้กำหนดไว้

2) การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior: E_2) คือ ประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียน (Products) โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน การกำหนดค่าการหาประสิทธิภาพเป็น E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งการที่กำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 มีค่าเท่าใดนั้น ผู้ที่สอน เป็นผู้พิจารณาโดยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักจะตั้งค่าไว้เป็น 80/80, 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น ซึ่งเมื่อผลิตนวัตกรรมเสร็จแล้ว จะต้องนำนวัตกรรมไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไป

2.1) 1:1 (หรือแบบเดี่ยว) คือการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อนปานกลาง และเก่ง โดยทดลองกับเด็กอ่อนก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลาง แล้วจึงนำไปทดลองกับเด็กเก่ง

2.2) 1:10 (หรือแบบกลุ่ม) คือทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน คละผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง ซึ่งในแต่ละครั้งคะแนนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าเกณฑ์ หรือห่างจากเกณฑ์ประมาณร้อยละ 10 นั่นคือค่า E_1/E_2 ประมาณ 70/70

2.3) 1:100 (หรือภาคสนาม) คือทดลองกับผู้เรียน 40 – 100 คนคละผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง ซึ่งในครั้งนี้นักผู้ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อทดสอบนวัตกรรมแล้ว ให้เทียบกับค่า เพื่อดูว่าเรายอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ ซึ่งการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมมี 3 ระดับ

2.3.1) สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อนวัตกรรมของประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าไม่เกินร้อยละ 2.5

2.3.2) เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมเท่ากับหรือสูงกว่าที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกินร้อยละ 2.5

2.3.3) ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรม ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกินร้อยละ 2.5

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, น. 494-467) ได้กล่าวถึง

1) ความจำเป็นของการทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ดังต่อไปนี้

1.1) สำหรับหน่วยงานผลิตชุดกิจกรรม เป็นการประกันคุณภาพของชุดกิจกรรมว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่ทดสอบประสิทธิภาพและ ผลิตออกมาใช้ประโยชน์ได้ไม่ดีก็ต้องทำใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และเงินทอง

1.2) สำหรับผู้ใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง ดังนั้นก่อนการนำชุดกิจกรรมไปใช้ ครูควรมั่นใจว่าชุดกิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้ได้ชุดกิจกรรมที่มีคุณค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.3) สำหรับผู้ผลิตชุดกิจกรรม การทดสอบหาประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจ ได้ว่า เนื้อหาที่บรรจุในชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมและง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงงาน เวลา และเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

2) การกำหนดเกณฑ์หาประสิทธิภาพ หมายถึง การกำหนดระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การกำหนดเกณฑ์จะประเมินจากพฤติกรรม ของผู้เรียน 2 ประเภท คือ

2.1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง เป็นการประเมินจากพฤติกรรมย่อย ๆ หลายพฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบ กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรมรายบุคคล และกิจกรรมอื่น ๆ ตามที่ผู้สอนกำหนด

2.2) พฤติกรรมขั้นสุดท้าย เป็นการประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน

การกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มี ค่าเท่าใดนั้นควรพิจารณาตามความเหมาะสม โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำ มักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ อาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น เมื่อกำหนดเกณฑ์แล้วนำไปทดลองจริง อาจได้ผลไม่ตรงตามเกณฑ์แต่ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เกินร้อยละ 5 เช่น ถ้ากำหนดไว้ 90/90 ก็ควรได้ไม่ต่ำกว่า 85.5/85.5

3) การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน

3.1) ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับผู้เรียนครั้งละ 1 คน โดยทดลอง 3 ครั้งกับเด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้ว

ปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการ ทดลองแบบเดี่ยวนี้นี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก

3.2) ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6 -10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น

3.3) ขั้นหาประสิทธิภาพ 1: 100 (ภาคสนาม) เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-40 คน คำนวณหาค่าประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หลังการทดลองคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5%

สามารถสรุปการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ได้ว่า เป็นการหาค่าชุดกิจกรรมที่ผู้สอนได้จัดทำขึ้น เพื่อประเมินชุดกิจกรรมว่ามีความถูกต้องตรงตามที่คุณสอนได้กำหนดไว้หรือไม่ ดังนั้นการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมควรคำนึงถึงความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้สอนใช้ในใช้ชุดกิจกรรมนั้นด้วย

8. ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

ในการจัดการเรียนการสอนทุกระดับ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้จัดเป็นสื่อ-การสอนชนิดหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นการนำข้อดีต่าง ๆ มาประกอบกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การเรียนการสอน ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อการเรียนการสอนมีหลายประการ

ดวงแสง ณ นคร (2549, น. 228) กล่าวถึง ประโยชน์และคุณค่าของชุดกิจกรรมสรุปได้ดังนี้

- 1) ช่วยสร้างความสนใจของนักเรียน จะทำให้นักเรียนสนใจการเรียนตลอดเวลา
- 2) ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี เพราะเรียนช้าหรือเร็วได้ตามความสามารถแต่ละบุคคล
- 3) ส่งเสริมและฝึกหัดให้นักเรียน รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
- 4) ช่วยลดบทบาทของครูจากการบรรยาย เป็นผู้แนะนำ ช่วยเหลือ โดยใช้ชุดกิจกรรมถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ แทนครู
- 5) นักเรียนได้ทราบผลการเรียนของตนเอง จากแบบประเมินผลและเฉลยที่มีอยู่ในชุดกิจกรรม

6) แก้ปัญหาเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะชุดกิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถ ความถนัด ความสนใจ และตามโอกาสที่เอื้ออำนวย

7) สร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ครู เพราะชุดกิจกรรมจัดกระบวนการเรียนรู้การใช้สื่อการเรียนรู้ข้อแนะนำสำหรับครูให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ทันที

8) ส่งเสริมการเรียนรู้แบบต่อเนื่อง หรือการศึกษาตลอดชีพ เพราะสามารถนำชุดกิจกรรมไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองได้ทุกสถานที่

9) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ เพราะชุดกิจกรรมผลิตขึ้นอย่างเป็นระบบโดยผู้มีความรู้ความสามารถ มีการทดลองจนแน่ใจว่าใช้ได้ผลดี มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้วจึงนำไปเผยแพร่

นิธิวดี เพียรรักกิจการค้า (2554, น. 31) ได้สรุปว่า ประโยชน์ของชุดกิจกรรม มีดังนี้

- 1) ช่วยให้เกิดการเรียนรู้การสอนที่มีประสิทธิภาพ
- 2) นักเรียนสามารถค้นคว้าด้วยตนเอง
- 3) นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง
- 4) นักเรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม
- 5) ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายในการเรียน
- 6) ช่วยลดภาระงานของครูผู้สอน

สามารถสรุปประโยชน์ของชุดกิจกรรมได้ว่า เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาได้ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย เมื่อผู้เรียนประสบความสำเร็จในการศึกษาชุดกิจกรรมส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจในตัวเอง อีกด้วย

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ทิสนา แคมมณี (2552, น. 98) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถ แตกต่างกัน ประมาณ 3 – 6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม นักการศึกษาที่สำคัญซึ่งโดยทั่วไปมักจะไม่ได้ให้ความสำคัญและปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ส่วนใหญ่จะมุ่งไปที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน

1. ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่ง ที่จัดให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยทั่วไปจะจัดกลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน แบบคล่องความสามารถโดยให้ทำงานและเรียนรู้ร่วมกัน มีการช่วยเหลือพึ่งพากันในการผสมผสานความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่

และค้นพบความหมายของสิ่งที่ศึกษาด้วยกลุ่มของเขาเอง โดยทำกิจกรรม สืบค้น มีการอภิปรายกันในกลุ่ม มีการกำหนดเป้าหมายของการเรียนร่วมกันและประสบผลสำเร็จร่วมกัน มีผู้เสนอความหมายการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังต่อไปนี้

พันทิพา ทับเที่ยง (2550, น. 32) ได้สรุปว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นกระบวนการซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายเดียวกัน ซึ่งการร่วมมือมีลักษณะที่สำคัญ 5 ประการ คือ 1) ใช้การพึ่งพาซึ่งกันและกัน 2) ใช้ปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด 3) ใช้ความรับผิดชอบในตัวเองต่องานที่ได้รับมอบหมาย 4) ใช้ทักษะทางสังคม 5) ใช้ทักษะในกระบวนการกลุ่ม

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, น. 121) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือแบบมีส่วนร่วม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน ได้ร่วมมือกันทำงานกลุ่มด้วยความตั้งใจและเต็มใจ รับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ในกลุ่มของตน ทำให้งานของกลุ่มดำเนินไปสู่เป้าหมายของงานได้

ทศนา แคมมณี (2553, น. 98-107) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยมีสมาชิกกลุ่ม ที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3-6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม

สามารถสรุปความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้ว่า เป็นการเรียนรู้เป็นกลุ่มซึ่งภายในกลุ่มจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน เคารพบทบาทและการตัดสินใจของสมาชิกภายในกลุ่ม รวมถึงมีความรับผิดชอบในส่วนที่ได้รับมอบหมาย เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้

2. องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, น. 122) กล่าวถึง องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ว่า ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบในการให้ผู้เรียนทำงานกลุ่ม ดังนี้

1) มีการพึ่งพาอาศัยกัน (Positive Interdependence) หมายถึง สมาชิกในกลุ่มมีเป้าหมายร่วมกัน มีส่วนรับความสำเร็จร่วมกัน ใ้ชีวิตอุปสรรคร่วมกัน มีบทบาทหน้าที่ทุกคนทั่วถึงกัน ทุกคนมีความรู้สึกว่าจะสำเร็จได้ต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

2) มีปฏิสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดในเชิงสร้างสรรค์ (Face to Face Promotive Interaction) หมายถึง สมาชิกกลุ่มได้ทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด เช่น แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อธิบายความรู้แก่กัน ถามคำถามและตอบคำถามกันและกัน ด้วยความรู้สึกที่ดีต่อกัน

3) มีการตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน (Individual Accountability) เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่จะต้องตรวจสอบว่า สมาชิกทุกคนมีความรับผิดชอบต่องาน

กลุ่มหรือไม่มากนักน้อยเพียงใด เช่น การสุ่มถามสมาชิกในกลุ่ม สังเกตและบันทึกการทำงานกลุ่ม ให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ตนเรียนรู้ให้เพื่อนฟัง การทดสอบรายบุคคล เป็นต้น

4) มีการฝึกทักษะช่วยเหลือกันทำงาน และทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interdependence and Small Groups Skill) ผู้เรียนควรได้ฝึกทักษะที่จะช่วยให้งานกลุ่มประสบความสำเร็จ เช่น ทักษะการสื่อสาร การยอมรับและช่วยเหลือกัน การวิจารณ์ความคิดเห็นโดยไม่วิจารณ์บุคคล การแก้ปัญหาความขัดแย้ง การให้ความช่วยเหลือ และการเอาใจใส่ต่อทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน การทำความรู้จักและไว้วางใจผู้อื่น เป็นต้น

5) มีการฝึกกระบวนการกลุ่ม (Group Process) สมาชิกต้องรับผิดชอบต่อการทำงานของกลุ่ม ต้องสามารถประเมินการทำงานของกลุ่มได้ว่า ประสพผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด เป็นเพราะเหตุใด ต้องแก้ไขปัญหาคืออะไรและอย่างไร เพื่อให้การทำงานกลุ่มมีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม เป็นการฝึกกระบวนการกลุ่มอย่างเป็นกระบวนการ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553, น. 134-135) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือมีองค์ประกอบดังนี้

1) การมีความสัมพันธ์กันทางบวก หมายถึง การที่สมาชิกในกลุ่มมีการทำงานอย่างมีเป้าหมายร่วมกัน มีการแข่งขัน มีการใช้วัสดุอุปกรณ์และข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกัน มีบทบาทหน้าที่และประสบความสำเร็จร่วมกัน ได้รับผลประโยชน์หรือรางวัลเท่าเทียมกัน

2) การปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดระหว่างการทำงานกลุ่มเป็นการเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อธิบายความรู้ให้แก่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มฟัง และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งกันและกัน

3) การตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน เป็นกิจกรรมที่ตรวจเช็คหรือทดสอบให้มั่นใจว่า สมาชิกมีความรับผิดชอบต่องานกลุ่มหรือไม่เพียงใดโดยสามารถที่จะทดสอบเป็นรายบุคคล เช่น การสังเกตการณ์ทำงาน การถามปากเปล่า เป็นต้น

4) การใช้ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย เพื่อให้งานกลุ่มประสบความสำเร็จ ผู้เรียนควรจะได้รับฝึกฝนทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่ม เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการเป็นผู้นำ ทักษะการตัดสินใจ การแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการกลุ่ม เป็นต้น

5) กระบวนการกลุ่ม เป็นกระบวนการทำงานที่มีขั้นตอน ซึ่งสมาชิกแต่ละคนจะต้องทำความเข้าใจในเป้าหมายการทำงาน มีการวางแผน ดำเนินงานตามแผน ประเมินผลงาน และปรับปรุงร่วมกัน

ทิสนา แคมมณี (2554, น. 99-100) กล่าวว่า การเรียนรู้จะเป็นแบบร่วมมือได้ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการ ดังนี้

1) การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (Positive Interdependence) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีความตระหนักว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญ และความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ในขณะเดียวกันสมาชิกแต่ละคนจะประสบผลสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ ความสำเร็จของบุคคลและของกลุ่มขึ้นอยู่กับทุกคน ดังนั้นแต่ละคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตน และในขณะเดียวกันก็ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่น ๆ ด้วย เพื่อประโยชน์ร่วมกันการจัดกลุ่มเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกันนี้ทำได้หลายทาง เช่น การให้ผู้เรียน มีเป้าหมายเดียวกัน หรือให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการทำงาน/การเรียนรู้ร่วมกัน (Positive Goal Interdependence) การให้รางวัลตามผลงานของกลุ่ม (Positive Reward Interdependence) การมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกัน ให้แต่ละคน (Positive Role Interdependence)

2) การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (Face-to-Face Primitive Interaction) การที่สมาชิกในกลุ่มมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน และกันในทางที่จะช่วยให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย สมาชิกจะห่วงใยไว้วางใจ ส่งเสริม และช่วยเหลือกัน และกัน ในการทำงานต่าง ๆ ร่วมกัน ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

3) ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (Individual Accountability) สมาชิกในกลุ่มการเรียนรู้ทุกคนจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบและพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ไม่มีใครที่จะได้รับประโยชน์โดยไม่ทำหน้าที่ของตน ดังนั้นกลุ่มจึงจำเป็นต้องมีระบบการตรวจสอบผลงาน ทั้งที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม วิธีการที่สามารถส่งเสริมให้ทุกคนได้ทำหน้าที่ของตนเองอย่างเต็มที่ที่มีหลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มให้เล็กเพื่อจะได้มีการเอาใจใส่กันและกันได้อย่างทั่วถึงการทดสอบเป็นรายบุคคลการสุ่มเรียกชื่อให้รายงานครูสังเกตพฤติกรรมของ ผู้เรียนในกลุ่ม การจัดให้กลุ่มมีผู้สังเกตการณ์การให้ผู้เรียนสอนกันและกัน เป็นต้น

4) การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and Small Skills) การเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จได้ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญ ๆ หลายประการ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการแก้ปัญหาขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพ ยอมรับและไว้วางใจกันและกัน ซึ่งครูควรสอนและฝึกให้แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้ดำเนินงานได้

5) การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group Processing) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของกลุ่มเพื่อช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้และปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มครอบคลุมการวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการทำงานของกลุ่มพฤติกรรมของสมาชิกกลุ่มและผลงานของกลุ่ม การวิเคราะห์การเรียนรู้นี้อาจทำโดยครูหรือผู้เรียนหรือทั้งสองฝ่าย การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มนี้เป็นยุทธวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้กลุ่มตั้งใจทำงาน เพราะรู้ว่าจะได้รับข้อมูลป้อนกลับและช่วยฝึกทักษะการรู้คิด (Metacognition) คือสามารถที่จะประเมินการคิดและพฤติกรรมของตนที่ได้ทำไป

สามารถสรุปองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่จะประสบความสำเร็จได้มีดังนี้ 1) มีความสัมพันธ์ในเชิงบวก 2) มีความพึ่งพาอาศัยกันและกัน 3) ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม 4) มีการปรึกษาหารือกันภายในกลุ่ม 5) มีทักษะกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ทิสนา แคมมณี (2551, น. 266-270) กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบจะมีวิธีการดำเนินการหลัก ๆ ซึ่งได้แก่ การจัดกลุ่มศึกษาเนื้อหาสาระ การทดสอบ การคิดคะแนน และระบบการให้รางวัลแตกต่างกันออกไปเพื่อตอบสนองต่อวัตถุประสงค์และเพื่อความกระชับในการนำเสนอจึงจะนำเสนอกระบวนการเรียนการสอน ดังนี้

1) แบบที่ 1 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw)

1.1) จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มตามความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน เรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home Group) สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราได้รับมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาสาระคนละ 1 ส่วน (เปรียบเสมือนได้ชิ้นส่วนของภาพตัดต่อคนละ 1 ชิ้น) และหาคำตอบในประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราแยกย้ายไปพร้อมกับสมาชิกกลุ่มอื่น ซึ่งได้รับเนื้อหาเดียวกันเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Group) ขึ้นมา และร่วมกันทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างละเอียด และร่วมกันอภิปรายหาคำตอบประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้

1.2) สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลับไปสู่กลุ่มบ้านของเรา แต่ละคนช่วยสอนเพื่อนในกลุ่มให้เข้าใจในสาระที่ตนได้ศึกษาร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ เช่นนี้ สมาชิกทุกคนก็จะได้เรียนรู้ภาพรวมของสาระทั้งหมด

1.3) ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบ แต่ละคนจะได้คะแนนเป็นรายบุคคลและนำคะแนนของทุกคนในกลุ่มบ้านของเรารวมกัน (หรือหาค่าเฉลี่ย) เป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้รับรางวัล

2) แบบที่ 2 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)

คำว่า “STAD” เป็นตัวย่อของ “Student Team-Achievement Division” มีกระบวนการดำเนินการดังนี้

2.1) จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home Group)

2.2) ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มบ้านของเรา ได้รับเนื้อหาสาระและศึกษาเนื้อหาสาระนั้นร่วมกันเนื้อหาสาระนั้นอาจมีหลายตอน ซึ่งผู้เรียนอาจต้องทำแบบทดสอบในแต่ละตอนและเก็บคะแนนของตนไว้

2.3) ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบครั้งสุดท้าย ซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอดและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ (Improvement Score) ซึ่งหาได้ดังนี้

2.3.1) คะแนนพื้นฐาน ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้ คะแนนที่ได้จากการนำคะแนนทดสอบครั้งสุดท้ายลบคะแนนพื้นฐาน

2.3.2) คะแนนพัฒนาการ มีเงื่อนไขการคิดคะแนนต่อไปนี้ 1) ถ้าคะแนนที่ได้ คือ -11 ขึ้นไป คะแนนพัฒนาการเท่ากับ 0 2) ถ้าคะแนนที่ได้คือ -1 ถึง -10 คะแนนพัฒนาการเท่ากับ 10 3) ถ้าคะแนนที่ได้คือ +1 ถึง +10 คะแนนพัฒนาการเท่ากับ 20 4) ถ้าคะแนนที่ได้คือ +11 ขึ้นไป คะแนนพัฒนาการเท่ากับ 30 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรานำคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล

3) แบบที่ 3 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ ที.เอ.ไอ (TAI)

คำว่า “TAI” มาจาก “Team-Assisted Individualization” มีกระบวนการดังนี้

3.1) จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home Group)

3.2) สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา ได้รับเนื้อหาสาระและศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน

3.3) สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา จับคู่กันทำแบบฝึกหัด โดยกำหนดเงื่อนไขการประเมินผลดังนี้ 1) ถ้าใครทำแบบฝึกหัดได้ร้อยละ 75 ขึ้นไป ให้ไปรับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้ายได้ 2) ถ้ายังทำแบบฝึกหัดได้ไม่ถึงร้อยละ 75 ให้ทำแบบฝึกหัดซ่อมจนกระทั่งทำได้ แล้วจึงไปรับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้าย

3.4) สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราแต่ละคน นำคะแนนทดสอบรวบรวมขอความร่วมมือกันเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รับรางวัล

4) แบบที่ 4 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบทีมแข่งขัน (TGT)

ตัวย่อ “TGT” มาจาก “Team Games Tournament” ซึ่งมีการดำเนินการดังนี้

4.1) จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home Group)

4.2) สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราได้รับเนื้อหาสาระร่วมกัน

4.3) สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราแยกย้ายกันเป็นตัวแทนกลุ่มไปแข่งขันกับกลุ่มอื่นโดยจุดกลุ่มแข่งขันตามความสามารถ คือ คนเก่งในกลุ่มบ้านของเราแต่ละกลุ่มไปรวมกันคนอ่อนก็ไปรวมกับคนอ่อนของกลุ่มอื่น กลุ่มใหม่ทั้งหมดนี้เรียกว่ากลุ่มแข่งขันกำหนดให้มีสมาชิกกลุ่มละ 4 คน

4.4) สมาชิกในกลุ่มแข่งขัน เริ่มแข่งขันกันดังนี้ (1) แข่งขันกันตอบคำถาม 10 คำถาม (2) สมาชิกคนแรกจับคำถามขึ้นมา 1 คำถาม และอ่านคำถามให้กลุ่มฟัง (3) ให้สมาชิกที่อยู่ซ้ายมือของผู้อ่านคำถามคนแรกตอบคำถามก่อน (4) ผู้อ่านคำถามเปิดคำตอบ แล้วอ่านเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้กลุ่มฟัง (5) ให้คะแนนคำตอบโดยผู้ตอบถูกเป็นคนแรกได้ 2 คะแนน ผู้ตอบถูกคนต่อไปได้ 1 คะแนน ผู้ตอบผิดได้ 0 คะแนน (6) ต่อไปสมาชิกกลุ่มที่สองจับคำถามที่ 2 และเริ่มเล่นตามขั้นตอน ข-ค ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งคำถามหมด (7) ทุกคนรวมคะแนนของตนเองโดย ผู้ที่ได้คะแนนสูงสุดอันดับ 1 ได้โบนัส 10 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนสูงสุดอันดับ 2 ได้โบนัส 8 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนสูงสุดอันดับ 3 ได้โบนัส 5 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนสูงสุดอันดับ 4 ได้โบนัส 4 คะแนน

4.5) เมื่อแข่งขันเสร็จแล้ว สมาชิกกลุ่มกลับไปกลุ่มบ้านของเรา แล้วนำคะแนนที่แต่ละคนได้รวมเป็นคะแนนของกลุ่ม

5) แบบที่ 5 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ แอล.ที (L.T.) คำว่า

“L. T.” มาจากคำว่า “Learning Together” ซึ่งกระบวนการที่ง่ายไม่ซับซ้อน ดังนี้

5.1) จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน

5.2) กลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ศึกษาเนื้อหาพร้อมกัน โดยกำหนดให้แต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ช่วยกลุ่มในการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น สมาชิกคนที่ 1 อ่านคำสั่ง สมาชิกคนที่ 2 หาคำตอบ สมาชิกคนที่ 3 หาคำตอบ สมาชิกคนที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

5.3) กลุ่มสรุปคำตอบร่วมกัน และส่งคำตอบนั้นเป็นผลงานของกลุ่ม

5.4) ผลงานกลุ่มได้คะแนนเท่าใด สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะได้คะแนนเท่ากัน
ทุกคน

6) แบบที่ 6 กระบวนการเรียนการสอนรูปแบบ จี. ไอ. (G. I.) คำว่า

“G. I.” มาจากคำว่า “Group Investigation” รูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยกันไปสืบค้นข้อมูลมาใช้ในการเรียนรู้ร่วมกัน โดยดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

6.1) จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน

6.2) กลุ่มย่อยศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ แล้วแบ่งกันไปศึกษาหาข้อมูลหรือคำตอบ ในการเลือกเนื้อหาควรให้ผู้เรียนอ่อน เป็นผู้เลือกก่อน

6.3) สมาชิกแต่ละคนไปศึกษาหาข้อมูลหรือคำตอบมาให้กลุ่ม กลุ่มอภิปรายร่วมกันและสรุปผลการศึกษา

6.4) กลุ่มเสนอผลงานของกลุ่มต่อชั้นเรียน

ดังนั้น รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ สามารถสรุปได้ว่าในแต่ละวิธีนั้น ผู้สอนสามารถนำรูปแบบไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายได้ และสามารถนำไปบูรณาการเพื่อให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพต่อผู้เรียน

4. ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ตารางที่ 2.2 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ

สมคิด สร้อยน้ำ 2542	เปรมจิตต์ ขจรภัย ลาร์เซ็น 2551	สุวิทย์ มูลคำ และอรทัยมูลคำ 2553
1) ขั้นเตรียม ครูแนะนำทักษะในการเรียนรู้ร่วมกัน และจัดเป็นกลุ่มย่อย ๆ 2-6 คน ครูควรแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่ม บทบาทและหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม พร้อมแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน การทำกิจกรรมร่วมกัน การฝึกทักษะพื้นฐานที่	1) ขั้นเตรียม ครูสอนทักษะในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ จัดกลุ่มนักเรียนบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนและบอกวัตถุประสงค์ของการทำงานร่วมกัน	1) ขั้นเตรียม แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบทั้งด้านวิชาการและด้านสังคม จัดขนาดของกลุ่ม ซึ่งขนาดของกลุ่มจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน จัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม จัดชั้นเรียนควรจัดสภาพชั้นเรียนที่จะส่งผลต่อปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียน และจัดเตรียมสื่อและแหล่งการ

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สมคิด สร้อยน้ำ 2542	เปรมจิตต์ ขจรภัย ลาร์เซ่น 2551	สุวิทย์ มูลคำ และอรทัยมูลคำ 2553
จำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม		เรียนรู้ผู้สอนจะต้องเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้ ที่จำเป็นไว้ให้พร้อม
2) ขั้นสอน ครูนำเข้าสู่บทเรียนเสนอเนื้อหาใหม่ต่อชั้นเรียนแนะนำแหล่งข้อมูลและมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม	2) ขั้นสอน ครูสอนเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมแล้วให้งาน	2) ขั้นเริ่มบทเรียน ประกอบด้วยการจัดกิจกรรม ที่สร้างความความสัมพันธ์กันในทางบวกตลอดถึงความตระหนักในการทำงานร่วมกันอธิบายภาระงานผู้สอนอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้ชัดเจน ซึ่งอาจเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของบทเรียนเดิมกับบทเรียนใหม่จะเป็นจะเป็นสิ่งที่ดีมาก สร้างและทำความเข้าใจในการประเมินความสำเร็จของผลงาน เสริมสร้างความรับผิดชอบให้สมาชิก และร่วมกันกำหนดพฤติกรรมทางสังคมที่พึงปรารถนา
3) ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อยโดยที่แต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายอย่างเป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มจะ	3) ขั้นทำงานกลุ่ม นักเรียนเรียนรู้กัน เป็นกลุ่มย่อยแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ของตนช่วย แก้ปัญหาอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด	3) ขั้นดูแลกำกับการเรียนรู้ผู้สอนมีหน้าที่ที่จะต้องดูแลผู้เรียนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมดังนี้สังเกตพฤติกรรมความก้าวหน้าของผู้เรียน รวมทั้งเป็นผู้กระตุ้น

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สมคิด สร้อยน้ำ 2542	เปรมจิตต์ ขจรภัย ลาร์เซ่น 2551	สุวิทย์ มูลคำ และอรทัยมูล คำ 2553
ได้ร่วมกันรับผิดชอบต่อ ผลงานของกลุ่ม ในขั้นนี้ ครูจะกำหนดให้นักเรียน ใช้เทคนิควิธีต่าง ๆ	มากกว่าการดูเฉยหรือคำเฉยจาก ครู	และช่วยเหลือผู้เรียน มีส่วน ร่วมในการเรียนรู้พยายาม ค้นหาทักษะและความสามารถ ด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน และ กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกให้ มากที่สุด รวมทั้งสอนทักษะ ต่าง ๆ ที่จำเป็นแก่ผู้เรียน ร่วมกันสรุปผลการเรียนรู้
4) ขั้นตรวจสอบผลงาน และทดสอบ เป็นการ ทดสอบว่านักเรียนได้ ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วน แล้วหรือยัง ผลการ ปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้น การตรวจสอบผลงาน กลุ่มและรายบุคคล	4) ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ตรวจสอบผลงาน (กลุ่มและ/หรือ รายบุคคล) ถ้าเป็นงานกลุ่มถาม สมาชิกกลุ่มคนด้านหนึ่งเกี่ยวกับงาน ชิ้นนั้น และถ้าเป็นงานเดี่ยวครูอาจให้ นักเรียนคนใดคนหนึ่ง ในกลุ่ม อธิบายวิธีหาคำตอบของเขาที่ได้จาก การเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม ครู ทดสอบนักเรียน เป็นรายบุคคล	4) ขั้นการประเมินกระบวนการ ทำงานและผลงาน ผู้สอนและ ผู้เรียน ร่วมกัน ประเมิน กระบวนการทำงานและผลงาน ด้านวิชาการ และด้านสังคม
5) ขั้นสรุปบทเรียนและ ประเมินผลการทำงาน กลุ่ม ครูและนักเรียน ช่วยกันสรุปบทเรียน และช่วยกันประเมินผล การทำงานกลุ่ม	5) ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผล การทำงานกลุ่ม ครูและนักเรียน ช่วยกัน สรุปบทเรียน และ ประเมินผลการทำงานกลุ่ม ซึ่งจะทำ ให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าของ ตนเอง ทั้งทางด้านวิชาการและด้าน สังคม	

ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ 5 ขั้นตอน และได้สังเคราะห์หลักการ แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือและกิจกรรมที่จะดำเนินการในงานวิจัย ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.3 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ขั้นตอน	สอดคล้องกับแนวคิด/ทฤษฎี/ หลักการสอนคณิตศาสตร์	กิจกรรมที่ดำเนินการ
1) ขั้นเตรียม	ผู้สอนจัดสภาพห้องเรียนและจัดผู้เรียน เข้ากลุ่มเตรียมพร้อมในการเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวคิดของสุวิทย์ มูลคำ และอรรถัย มูลคำ (2553)	1) ผู้สอนแจ้งจุดประสงค์ การเรียนรู้ 2) ชี้แจงบทบาทหน้าที่ในการทำ กิจกรรมกลุ่ม
2) ขั้นสอน	ผู้สอนนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาพร้อมกับ อธิบายภาระหน้าที่ต้องทำให้มีความ ชัดเจน สอดคล้องกับแนวคิดของสมคิด สร้อยน้ำ (2542) และสุวิทย์ มูลคำ และ อรรถัย มูลคำ (2553)	1) ผู้สอนดำเนินการเข้าสู่เนื้อหา โดยทำความเข้าใจในเนื้อหา 2) จัด กิจกรรม ที่ ส ร ้าง ความสัมพันธ์กัน 3) อธิบายถึงความสำคัญในการ ทำงานเป็นกลุ่ม 4) อธิบายถึงบทบาท หน้าที่ของ สมาชิกภายในกลุ่ม
3) ขั้นกิจกรรม กลุ่ม	ผู้สอนแบ่งกลุ่มย่อยพร้อมชี้แจงบทบาท หน้าที่และการมีส่วนร่วมในการทำงาน กลุ่ม สอดคล้องกับแนวคิดของ สมคิด	1) ผู้สอนแบ่งกลุ่มย่อยให้กับ ผู้เรียน 2) ให้ผู้เรียนได้แสดงบทบาท

5. ข้อดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ทิสนา แคมมณี (2553, น. 101) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือส่งผลดีต่อผู้เรียน
ตรงกันในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) มีความพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายมากขึ้น (Greater Efforts to Achieve)
การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายเป็นผลทำให้
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (Long-Term Retention) มีแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจสัมฤทธิ์
มีการใช้เวลาว่างมีประสิทธิภาพใช้เหตุผลดีขึ้น และคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น

2) มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนดีขึ้น (More Positive Relationships Among Student) การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีน้ำใจนักกีฬามากขึ้นใส่ใจในผู้เรียนมากขึ้นเห็นคุณค่าของความแตกต่างหลากหลายการประสานสัมพันธ์และการร่วมมือ

3) มีสุขภาพจิตที่ดี (Greater Psychological Health) การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีสุขภาพจิตที่ดีขึ้นมีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเองและมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมและความสามารถในการเผชิญกับความเครียดและความผันแปรต่าง ๆ ชัดเจน

จากข้อดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือ สามารถสรุปได้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย รู้จักยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น รวมถึงเกิดความภาคภูมิใจในตนเองที่สามารถทำงานได้ประสบความสำเร็จ

6. ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสำหรับการสอนอ่าน เขียนและการใช้ ภาษาโดยเฉพาะ นอกจากนี้รูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวยังมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน มีเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน ซึ่งจะก่อให้เกิดความรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันภายในกลุ่ม เป็นการสร้างพลังในทางบวก และสร้างแรงจูงใจการเรียนรู้มากขึ้น โดยมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

จันทรา ดันติพงสานุรักษ์ (2544, น. 41) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือว่ามีประโยชน์ต่อนักเรียน ทั้งในด้านสังคมและวิชาการดังนี้

1) สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุก ๆ คนร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทุก ๆ คนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน

2) ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน

3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น เด็กเก่ง ช่วยเด็กที่ไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักสละเวลา ส่วนเด็กอ่อนเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อน สมาชิกด้วยกัน

4) ทำให้รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การร่วมคิด การระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยคิดหา ข้อมูลให้มาก คิดวิเคราะห์และเกิดการตัดสินใจ

5) ส่งเสริมทักษะทางสังคม ทำให้ผู้เรียนรู้จักปรับตัวในการอยู่ร่วมกัน ด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เข้าใจกันและกัน

6) ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สามารถทำงาน ร่วมกับผู้อื่นได้ สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

ทิสนา แคมมณี (2554, น. 101) ได้สรุปประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้จำนวน 3 ข้อ ดังนี้

1) มีความพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายมากขึ้น (Greater Efforts to Achieve) การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายเป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น (Long Term Retention) มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีการใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพใช้เหตุผลดีขึ้นและคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น

2) มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนดีขึ้น (More Positive Relationships Among Students) การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีน้ำใจนักกีฬามากขึ้นใส่ใจผู้อื่นมากขึ้น เห็นคุณค่าของความแตกต่างความหลากหลายการประสานสัมพันธ์และการรวมกลุ่ม

3) มีสุขภาพจิตดีขึ้น (Greater Psychological Health) การเรียนรู้แบบร่วมมือ ช่วยให้ผู้เรียน มีสุขภาพจิตดีขึ้น มีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเองและมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น นอกจากนี้ ยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคม และความสามารถในการเผชิญกับความเครียด และความผันแปรต่าง ๆ

สามารถสรุปประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ว่าเป็นการสร้างพื้นฐานและพัฒนาให้ผู้เรียนให้รู้จักการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทั้งเรียนเก่งและเรียนอ่อนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ กล้าในการตอบคำถาม ซึ่งเป็นการพัฒนาให้ผลการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น รวมถึงสามารถอยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างมีความสุข

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

การจัดการศึกษาประเทศสก็อตแลนด์ (Scottish Government, 2018, น. 2) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สามารถบรรลุเป้าหมายได้ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในชีวิตประจำวันของเราทำให้เราสามารถทำความเข้าใจโลกรอบตัวเราและเพื่อจัดการชีวิตของเรา การใช้คณิตศาสตร์ช่วยให้เราสามารถจำลองสถานการณ์ในชีวิตจริงและทำการเชื่อมต่อและการทำนายแบบแข็ง มันช่วยให้เรามีทักษะที่เราจำเป็นต้องตีความและวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ง่ายขึ้นและแก้ปัญหาประเมินความเสี่ยงและตัดสินใจอย่างชาญฉลาดคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญใน

สาขาต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีและมีความสำคัญต่อการวิจัยและการพัฒนาในสาขาต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ และการเงิน การเรียนคณิตศาสตร์ทำให้เด็กและเยาวชนเข้าถึงหลักสูตรที่กว้างขึ้น และมีโอกาสในการศึกษาต่อ เนื่องจากคณิตศาสตร์นั้นอุดมไปด้วยการกระตุ้นให้เกิดการตั้งคำถามให้ผู้เรียนทุกคนเกิดความสนใจและมีความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาเหตุผลเชิงตรรกะ การวิเคราะห์ ทักษะ การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการคิดในรูปแบบนามธรรม โดยใช้ภาษาสากลของตัวเลขและสัญลักษณ์ที่ช่วยให้เราสื่อสารความคิดด้วยวิธีที่รัดกุมไม่คลุมเครือและเข้มงวด เพื่อเผชิญหน้ากับความท้าทายของศตวรรษที่ 21 เยาวชนทุกคนต้องมีความมั่นใจในการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ ในขณะเดียวกันประเทศก็อตแลนด์มีความต้องการนักคณิตศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญและมีความต้องการสูงด้านตัวเลข

1. ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ลาติชซาบาเลต และคนอื่น ๆ (1970) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบบูรณาการหมายถึง การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง ยังผลให้เกิดการพัฒนาในด้านบุคลิกภาพในทุก ๆ ด้านผู้เรียนสามารถปรับตัวและตอบสนองต่อทุกสถานการณ์การแก้ปัญหานี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความรู้พื้นฐานการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะให้ความสำคัญกับครูและนักเรียนเท่าเทียมกันทำกิจกรรมการเรียนการสอนร่วมกันแบบประชาธิปไตย

ทิสนา แชมมณี และคนอื่น ๆ (2550, น. 255) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการบูรณาการ หมายถึง การนำเนื้อหาสาระที่มีความเกี่ยวข้องกันมาสัมพันธ์ให้เป็นเรื่องเดียวกันและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในลักษณะที่เป็นองค์รวมและสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ธีระ รุญเจริญ (2553, น. 306) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไว้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ต่าง ๆ ในขอบเขตของหลักสูตร ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างความสัมพันธ์ในเรื่องหนึ่งไปสู่อีกหนึ่ง ทั้งนี้เพราะไม่มีประสบการณ์เรียนอันใดอันหนึ่งเพียงอันเดียวที่มีอิทธิพลต่อผู้เรียนอย่างลึกซึ้ง แต่ต้องอาศัยประสบการณ์หลายอย่างประกอบกัน ในอันที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพัฒนาในตัวผู้เรียน การวางแผนและการดำเนินการจัดประสบการณ์การเรียนรู้อันดีนี้จะไม่มีค่าเลยถ้าไม่พิจารณาการประสานสัมพันธ์ของประสบการณ์การเรียนรู้นั้น ๆ ประกอบ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553, น. 16) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยการนำสาระการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์

เชื่อมโยงกันนำมาจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในลักษณะที่เป็นองค์รวม และสามารถนำความรู้ ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2556, น. 1) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีความเชื่อมโยงตั้งแต่หลักสูตร การจัดการเรียนรู้ การวัดประเมินผลที่ครอบคลุม ความคิด ทักษะ และประสบการณ์ที่มีความหมายอย่างหลากหลาย และสัมพันธ์กันเป็นองค์รวม เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง ในสิ่งที่ศึกษา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ด้วยกระบวนการบริหารจัดการ และการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ในระดับชั้นเดียวกันอย่างเป็นระบบ

สามารถสรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ได้ว่าเป็นกระบวนการผสมผสานประสบการณ์เรียนรู้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้กว้างขวาง รวมทั้งสามารถให้ผู้เรียนเกิดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาได้

2. ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ในยุคปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การดำเนินชีวิตมีการแข่งขันสูง บุคคลต้องเรียนรู้พัฒนาตนเองและต้องปรับตัวอยู่ตลอดเวลา การดำเนินชีวิตและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในลักษณะบูรณาการจำเป็นต้องเชื่อมโยง ประยุกต์ใช้ความรู้ที่หลากหลายให้สัมพันธ์เข้าด้วยกัน สามารถเชื่อมโยงความรู้ประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง โดยมีผู้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไว้ดังนี้

บุรชัย ศิริมหาสาร (2545, น. 14) กล่าวถึงความสำคัญของการบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอน ดังนี้

- 1) วิถีชีวิตจริงของคนเรามีเรื่องราวต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและไม่ได้แยกออกจากกันเป็นเรื่อง ๆ แบบรายวิชา
- 2) ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีและเรียนรู้อย่างมีความหมาย เมื่อมีการบูรณาการเข้ากับชีวิตจริงโดยเรียนรู้ในสิ่งที่ใกล้ตัวแล้วขยายกว้างไกลตัวออกไป
- 3) การขยายตัวของความรู้มีเรื่องใหม่เพิ่มขึ้นมากมาย จำเป็นต้องเลือกเฉพาะสาระสำคัญในวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้เวลาเท่าเดิม
- 4) ไม่มีหลักสูตรวิชาใดเพียงวิชาเดียวที่เป็นความรู้สำเร็จรูปและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาทุกอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้
- 5) เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกันหรือเกี่ยวข้องกัน ควรนำมาเชื่อมโยงกันเพื่อให้ผู้เรียนอย่างมีความหมาย ลดความซ้ำซ้อนเชิงเนื้อหาวิชา ลดเวลาแบ่งเบาภาระของครูผู้สอน

6) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความคิด ความสามารถ และทักษะที่หลากหลาย

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547, น. 4) ได้ให้ความสำคัญของการเรียนรู้แบบบูรณาการ ดังนี้

- 1) เป็นการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสภาพจริงตามธรรมชาติ เพราะทั้งชีวิตและธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม ล้วนเกี่ยวข้อง สัมพันธ์เชื่อมโยง และอาศัยซึ่งกันและกัน
- 2) ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ลักษณะรอบรู้ มีความรู้ หลายด้านเชื่อมโยงเป็นองค์รวม ประสพการณ์ไม่คับแคบ และเกิดพัฒนาชีวิตทุกด้าน
- 3) ความรู้ที่ได้รับ มีความหมายต่อชีวิตและสะดวกต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงเพราะได้เรียนรู้สิ่งที่สอดคล้องกับสภาพจริง ได้เรียนรู้อย่างเป็นองค์รวม มีความรู้สามารถนำความรู้รอบรู้ ความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้
- 4) สามารถช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาประหยัดเวลาการเรียนรู้ ช่วยลดภาระการสอนได้
- 5) สิ่งเสริมการเรียนรู้ที่หลากหลาย คิดวิเคราะห์เชื่อมโยงได้ ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

สามารถสรุปความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้เพราะได้มีการรวบรวมการเรียนรู้ที่หลากหลายมารวมกันเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ผู้สอนต้องการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่อยู่รอบตัวได้

3. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ทศนา แหมมณี (2548, น. 145-146) ในธรรมชาติละชีวิตจริง ทุกสิ่งทุกอย่างล้วนมีความสัมพันธ์กัน การเรียนรู้ที่ดีจึงควรมีลักษณะเช่นเดียวกัน ควรมีลักษณะเป็นองค์รวม ไม่ใช่แบ่งเป็นแท่ง หรือเป็นท่อนแยกออกจากกัน ซึ่งทำให้การเรียนรู้ไม่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับชีวิตจริงและความเป็นจริง เป็นผลทำให้ผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริงได้ การบูรณาการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้เรียนแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้หลาย ๆ ด้านประกอบกัน และช่วยให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาทั้งด้านความรู้ เจตคติไปพร้อม ๆ กัน การบูรณาการร่วมเปิดโลกทัศน์ของทั้งผู้สอนและผู้เรียนให้กว้างขึ้น ไม่จำกัดอยู่แต่เฉพาะด้าน เฉพาะทาง ช่วยให้การเรียนรู้น่าสนใจ น่าตื่นเต้น ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และมีความคิดมุมมองที่กว้างขึ้น ดังนั้นการสอนแบบใหม่ จึงเน้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นได้คิดเชิงบูรณาการ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสังเกตพิจารณาใคร่ครวญ มีการทดลองซ้ำ มีการเปรียบเทียบเพื่อให้ผู้เรียนเกิด

การทบทวนซ้ำไปมากับความรู้อันมีอยู่เดิมจนเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ เห็นถึงสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นกลายเป็นความรู้ใหม่ที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงสรุปเหตุผลที่ต้องสอนแบบบูรณาการ ไว้ดังนี้

- 1) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเรื่อง/หัวข้อ สาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ และความสัมพันธ์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ กับชีวิตจริง
- 2) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่าง ๆ ซึ่งเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ที่เรียนจากกลุ่มสาระการเรียนรู้หนึ่ง จะช่วยเสริมการเรียนรู้อีกกลุ่มสาระการเรียนรู้หนึ่ง
- 3) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากสิ่งที่เรียน ไปสู่ชีวิตจริง ภายนอกห้องเรียนได้ ทำให้เห็นความสำคัญของความรู้ที่เรียนในโรงเรียน
- 4) ช่วยตอบสนองความสามารถของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ตามแนวคิดพหุปัญญา
- 5) ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนรู้ และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงใช้ข้อมูลข่าวสารในโลกยุคข้อมูลข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 6) ช่วยลดความซ้ำซ้อนในการเรียนเนื้อหาตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ในหลักสูตรซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มขึ้นทุกวันตามความก้าวหน้าของวิทยาการใหม่ ๆ และการเปลี่ยนแปลงของสังคม

วิลเลียม สุนทรโรจน์ (2549, น. 224) ได้สรุปเหตุผลที่ต้องสอนแบบบูรณาการไว้ดังนี้

- 1) ศาสตร์ทุกศาสตร์ไม่สามารถแยกออกจากกันได้โดยเด็ดขาด เช่นเดียวกับวิถีชีวิตคนที่ต้องดำรงอยู่อย่างประสานกลมกลืนเป็นองค์รวม จะทำให้การเรียนรู้มีความหมายสอดคล้องกับชีวิตจริง
- 2) การจัดการเรียนรู้อย่างบูรณาการจะช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชา ลดเวลาเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการแบ่งเบาภาระในการสอนของครู
- 3) การสอนแบบบูรณาการทำให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ใช้ความคิด ประสพการณ์ความสามารถและทักษะต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ก่อให้เกิดการเรียนรู้ ทักษะ กระบวนการและเนื้อหาสาระไปพร้อม ๆ กัน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น. 1-2) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เนื่องจากการดำเนินชีวิตมีการแข่งขันกันสูงเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของโลกอย่างรวดเร็ว บุคคลต้องเรียนรู้พัฒนาตนเองและต้องปรับตัวอยู่ตลอดเวลา การดำเนินชีวิตและแก้ปัญหาจึงจำเป็นต้องเชื่อมโยงประยุกต์ใช้ความรู้ที่หลากหลายความสัมพันธ์เข้าด้วยกัน ทำให้การเรียนรู้

แบบแยกส่วนเนื้อหา แต่ละวิชาออกจากกันไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงของการดำเนินชีวิตมาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่มีลักษณะเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร (2556, น. 147) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะและประสบการณ์ที่มีความหลากหลาย และสัมพันธ์กันเป็นองค์รวมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ เจาะลึก รู้จริง ในสิ่งที่ศึกษามาสามารถนำไปใช้กับชีวิตจริงได้

จากแนวคิดทฤษฎีทำให้ทราบว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้รับการถ่ายทอด สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่อยู่รอบตัวสามารถนำมาประยุกต์ให้เข้ากับสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ได้

4. รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ฟราซี และรุคนิทสกี (Frazee, and Rudnitski, 1995, น. 137-141) ได้กล่าวถึงรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไว้ดังนี้

1) แบบวิทยาการพื้นฐาน (Discipline Based) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนในวิชาหนึ่ง สอดแทรกเนื้อหาของวิชาอื่น ๆ เข้าไปในการสอนของตน เป็นการวางแผนการสอนและสอนโดยผู้สอนเพียงคนเดียว

2) แบบคู่ขนาน (Parallel) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สอนต่างวิชากัน แต่วางแผนการสอนร่วมกัน โดยระบุสิ่งที่ร่วมกันและตัดสินใจว่า หัวเรื่อง/มโนทัศน์/ปัญหาเดียวกันนั้นจะสอนอย่างไรในวิชาของแต่ละคน งานที่มอบหมายให้ผู้เรียนทำจะแตกต่างกันไปในแต่ละวิชา

3) แบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) เป็นการสอนที่ผู้สอนต่างวิชามาร่วมกัน สอนเป็นทีม ร่วมวางแผนและกำหนดหัวเรื่อง/ปัญหาร่วมกัน และดำเนินการสอนผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน มอบหมายงานหรือโครงการให้ผู้เรียนทำร่วมกันเป็นงานชิ้นเดียว

4) แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) เป็นการสอนที่ผู้สอนแต่ละคนต่างสอน วิชาของตนเอง ไม่ได้ออกแบบให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันระหว่างต่างวิชา แต่จะมีการสอนแบบบูรณาการเฉพาะที่ระบุไว้ในแต่ละวิชาเท่านั้น ผู้สอนแต่ละคนในต่างวิชาไม่ได้มีส่วนแบ่งการทำกิจกรรมของผู้เรียนด้วยกันเพียงแต่ให้เวลาแล้วมอบหมาย หรือปัญหาให้ผู้เรียนกลับไปดำเนินการกันเอง

5) แบบบูรณาการ (Integrated) เป็นการบูรณาการทั้งมโนทัศน์ ทักษะ เจตคติและความเชื่อ ตลอดจนเนื้อหา ทำให้เป็นการสอนที่ต้องอาศัยความหลากหลายวิธีที่สามารถเป็นไปได้ ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะฝึกในสิ่งที่ต้องการจะเรียนรู้ ตามความถนัดและความสนใจของตนเองอย่างอิสระ

กระทรวงศึกษาธิการ (2549, น. 3) ได้เสนอแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Learning Integration) จัดได้ 2 ลักษณะ คือ

1) การบูรณาการภายในวิชา (Interdisciplinary) เป็นการบูรณาการที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของเนื้อหาเดียวกัน วิชาที่ใช้หลักการบูรณาการภายในวิชาเดียวกันมากที่สุด คือ วิชาภาษา หรือกระบวนการทางภาษา ซึ่งประกอบด้วย การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน เนื่องจากมีความเกี่ยวพันกันหลายแบบ นอกจากวิชาภาษาแล้ว วิชาสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ ก็ใช้หลักการเชื่อมโยงภายในวิชาได้

2) การบูรณาการระหว่างวิชา (Interdisciplinary) เป็นการเชื่อมโยง หรือรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาวิชาขึ้นไปในหัวเรื่อง (Theme) เดียวกัน เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะในศาสตร์ หรือความรู้ในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป เพื่อแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การเชื่อมโยงความรู้ และทักษะระหว่างวิชาต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง ไม่ใช่เพียงผิวเผิน และมีลักษณะใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทั้ง 2 ลักษณะนั้น สามารถจัดเป็นรูปแบบของการบูรณาการ (Models of Integration) ได้ 4 รูปแบบ คือ

1) บูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Instruction) ครูผู้สอนในวิชาหนึ่ง สอดแทรกเนื้อหาของวิชาอื่น ๆ เข้าในการเรียนการสอนของตนเป็นการสอน ตามแผนการสอนและประเมินผลโดยครูคนเดียว วิธีนี้ถึงแม้ผู้เรียนจะเรียนจากครูคนเดียวแต่สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิชาได้

2) บูรณาการแบบขนาน (Parallel Instruction) ครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สอนต่างวิชา กันต่างคนต่างสอนแต่ต้องวางแผนเพื่อสอนร่วมกันโดยมุ่งสอนหัวเรื่อง / ความคิดรวบยอด/ปัญหาเดียวกัน ระบุสิ่งที่ทำร่วมกันและตัดสินใจร่วมกันว่าจะเสนอหัวเรื่อง / ความคิดรวบยอดและปัญหานั้น ๆ อย่างไรในวิชาของแต่ละคนใครควรสอนก่อน-หลัง งานหรือการบ้านที่มอบหมายให้ผู้เรียนทำจะแตกต่างกันไปในแต่ละวิชา แต่ทั้งหมดจะต้องมีหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหาร่วมกัน การสอนแต่ละวิชาจะเสริมซึ่งกันและกันทำให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างวิชา

3) บูรณาการแบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary Instruction) การจัดการเรียน การสอนตามรูปแบบนี้คล้ายกับการบูรณาการแบบขนาน กล่าวคือ ครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สอนต่างกัน มาวางแผนเพื่อสอนร่วมกัน โดยกำหนดว่าจะสอนหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหาเดียวกัน ต่างคนต่างแยกกันสอนตามแผนการสอนของตน แต่มอบหมายให้ผู้เรียนทำงานหรือโครงการร่วมกัน

ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงความรู้สาขาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน จนสร้างชิ้นงานได้ ครูแต่ละวิชากำหนดเกณฑ์เพื่อประเมินผลชิ้นงานของผู้เรียนในส่วนวิชาที่ตนสอน

4) บูรณาการแบบข้ามวิชาหรือสอนเป็นคณะ (Trans Disciplinary Instruction) ครูที่สอนวิชาต่าง ๆ ร่วมกันวางแผน ปรัชญาหรือ กำหนดหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหาเดียวกัน จัดทำแผนการสอนร่วมกัน และร่วมกันสอนเป็นคณะ โดยดำเนินการสอนผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน มอบหมายงาน/โครงการให้นักเรียนทำร่วมกัน ครูทุกวิชาร่วมกันกำหนดเกณฑ์เพื่อประเมินผลชิ้นงานของผู้เรียนร่วมกัน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553, น. 16) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสามารถทำได้หลายลักษณะ และได้เสนอแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยใช้กลุ่มสาระการเรียนรู้เป็นหลัก ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) การบูรณาการภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยง เนื้อหาด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ หรือคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้เดียวกันเข้าด้วยกัน เพื่อมุ่งศึกษาเกี่ยวกับเรื่องราว ประเด็น ปัญหา หัวเรื่องหรือประสบการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง

2) การบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยง สาระการเรียนรู้ ทักษะ/กระบวนการ หรือคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตั้งแต่สองกลุ่มสาระการเรียนรู้ขึ้นไป เข้าด้วยกัน เพื่อมุ่งศึกษาเกี่ยวกับเรื่องราว ประเด็น ปัญหา หัวเรื่องหรือประสบการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ อย่างเข้าใจลึกซึ้งและชัดเจนใกล้เคียงกับความเป็นจริงในชีวิต

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554) ได้กล่าวถึงประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการได้แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1) แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หรือการบูรณาการภายนอกกลุ่มสาระการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการเลือกหัวเรื่อง (Theme) ขึ้นมาแล้วนำความรู้วิชาต่าง ๆ มาโยงสัมพันธ์กับหัวเรื่องนั้น ซึ่งบางครั้งเราอาจจะเรียกวิธีการบูรณาการแบบนี้ได้ว่า สหวิทยาการ แบบมีหัวข้อ (Theme tic Interdisciplinary Studies) หรือการบูรณาการที่เน้นการนำไปใช้เป็นหลัก (Application-First Approach)

2) แบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) หรือการบูรณาการภายในเนื้อหาวิชาที่สอน โดยการนำเนื้อเรื่องที่ตรงกันจะจัดให้เกิดการบูรณาการไปสอดแทรก (Infusion) ไว้ในวิชาต่าง ๆ ซึ่งบางครั้งเราอาจจะเรียกวิธีการแบบนี้ว่า การบูรณาการที่เน้นเนื้อหาวิชาเป็นหลัก (Discipline-First Approach) โดยการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ มี 2 แบบ คือ

2.1) การบูรณาการภายในวิชา (Interdisciplinary) หมายถึง การสอนวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยการบูรณาการเนื้อหาหลายเรื่อง หลายตอนในวิชานั้น หรือหลายทักษะเข้าด้วยกัน เช่น การสอนสาระการเรียนรู้ ภาษาไทย มีการบูรณาการทักษะทั้ง 4 ด้านซึ่งประกอบด้วย การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน

2.2) การบูรณาการระหว่างวิชา (Interdisciplinary) หมายถึง การสอนโดยยึดวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นแกนแล้วดึงเนื้อหาวิชาอื่น ๆ มาเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน

หลักการความสำคัญของการบูรณาการนั้นต้องคำนึงถึงหลักการที่สำคัญ 5 ประการประกอบด้วยเสมอ ได้แก่

2.2.1) การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้น

2.2.2) การส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยส่งเสริม ให้มีกิจกรรมที่หลากหลายในการเรียนการสอน และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ลงมือทำด้วยตนเอง

2.2.3) จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ นักเรียน โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมเข้าใจง่าย ตรงกับความเป็นจริง สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างได้ผลและส่งเสริมให้มีโอกาสได้ปฏิบัติจริง จนเกิดทักษะและคิดเป็นนิสัย

2.2.4) จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกลำคึกกล้าทำส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสแสดงออกซึ่งความรู้สึกลึกซึ้งกล้าทำ ผู้เรียนมีโอกาสแสดงออกซึ่งความรู้สึกลึกซึ้งของตนต่อสาธารณชนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียน เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียน

2.2.5) เน้นการปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรมที่ถูกต้องดีงาม ให้ผู้เรียนสามารถจำแนกแยกแยะความถูกต้องดีงาม และความเหมาะสมได้ สามารถจัดความขัดแย้งได้ด้วยเหตุผล มีความกล้าหาญ ทางจริยธรรม และแก้ปัญหาด้วยปัญญาและสามัคคี

จากรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการมีหลายรูปแบบ แต่ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการบูรณาการแบบสอดแทรกโดยการบูรณาการเนื้อหาเข้ากับสิ่งแวดล้อม โดยผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งผู้เรียนได้ทราบบทบาทหน้าที่ของตนเองสามารถแสดงความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มที่ ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกันและในขณะเดียวกันผู้เรียนสามารถบูรณาการเนื้อหาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมรอบตัวได้อย่างกลมกลืน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกสัมพันธ์และมีความใกล้ชิดกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

5. ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

กระทรวงศึกษาธิการ (2541, น. 35-36) ได้จัดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไว้ ดังนี้

1) กำหนดหัวเรื่องที่จะสอน โดยการศึกษาหลักสูตรและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกันเพื่อนำมากำหนดเป็นหัวเรื่องหรือปัญหา หรือความคิดรวบยอดในการสอน

2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการศึกษาจุดประสงค์ของวิชาหลักและวิชาการที่จะนำมาบูรณาการ และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสอนสำหรับหัวเรื่องนั้น ๆ เพื่อการวัดและประเมินผล

3) กำหนดเนื้อหาย่อย เป็นการกำหนดเนื้อหาหรือหัวเรื่องย่อย ๆ สำหรับการเรียนรู้ การสอนให้สนองจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

4) วางแผนการสอน เป็นการกำหนดรายละเอียดของการสอนตั้งแต่ต้นจนจบ โดยการเขียนแผนการสอน ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ เช่นเดียวกับแผนการสอนทั่วไป คือ สาระสำคัญ จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

5) ปฏิบัติการสอน ในระหว่างปฏิบัติการสอนนี้จะมีการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ความสอดคล้องสัมพันธ์กับของกิจกรรมการเรียนการสอน ผลสำเร็จของการสอนตามจุดประสงค์ โดยมีการบันทึกจุดเด่นจุดด้อยไว้สำหรับการปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2547, น. 54-63) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ คือ

1) ขั้นตอนวางแผนการเรียน

การเริ่มต้นการเรียนรู้ ด้วยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดหัวเรื่องการเรียนรู้ เป็นการสร้างความตระหนักการรับรู้ การคิดร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ผู้เรียนคิดร่วมกัน ตลอดจนการโยงความต้องการของหลักสูตรกลางไปเข้ากับความประสงค์ที่จะเรียนของผู้เรียน ขั้นตอนวางแผนการเรียนหรืออีกอย่างหนึ่งว่า “ขั้นเลือกเรื่อง” ซึ่งมีวิธีเลือกเรื่องการเรียนรู้ 3 รูปแบบ

1.1) ผู้เรียนกำหนดเรื่องที่ต้องการเรียนรู้ ผู้เรียนสนใจเรื่องอะไร ต้องการรู้เรื่องอะไร ให้กำหนดเอง

1.2) ผู้สอนกำหนดเรื่องให้ผู้เรียนเรียนรู้ หัวเรื่องการเรียนรู้จะมาจากวางแผนจากหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ต้องการให้ผู้เรียนต้องเรียน ก่อนการเรียนจะต้องสร้างความตระหนักให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าเรื่องที่เรียนรู้ตามจุดประสงค์ว่าเรียนไปทำไม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

1.3) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนดเรื่อง หัวเรื่องเกิดจากความสนใจของผู้สอนและผู้เรียน มีการวางแผนการเรียนรู้ร่วมกัน การคิดวางแผนในขั้นตอนนี้ สามารถนำมาบูรณาการเข้ากับวิชาอื่นด้วย

2) ขึ้นกำหนดแนวทางหลากหลาย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์เกิดความสุขและไม่จำเจผู้สอนต้องมีวิธีการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนมีสื่อหรือนวัตกรรมที่กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ มีเทคนิควิธีการที่จะดึงศักยภาพของผู้เรียนให้เหมาะสมสภาพแวดล้อมรอบตัวมารับใช้กระบวนการเรียนรู้ แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดำเนินการอยู่คือ

2.1) การเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากผู้สอน กิจกรรมมีแผนการสอนหรือกำหนดสถานการณ์จำลองไว้ล่วงหน้า เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหา ข้อสงสัยผู้เรียนจะต้องคิดหาวิธีการหรือตอบข้อสงสัยเหล่านั้นด้วยวิธีการต่าง ๆ กิจกรรมนี้จะประกอบด้วย ใบงาน บทเรียนหน้าเดียว ใบความรู้ บทเรียนสำเร็จรูป ชุดฝึกการแก้ปัญหา การอภิปราย แบบฝึก ฯลฯ

2.2) การเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้าเป็นการเรียนรู้ทั้งในลักษณะที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้เรื่องอะไรก็ไปศึกษาหรือค้นคว้าในเรื่องนั้น ๆ นำข้อมูลมารวบรวมอภิปราย วิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปโดยผู้สอนเป็นผู้เติมเต็ม และอีกลักษณะหนึ่งคือ ผู้สอนเป็นผู้กำหนดเรื่องกว้าง ๆ ให้กับผู้เรียนไปค้นคว้าในรายละเอียด นำมาอภิปราย สรุปในชั้นเรียน การเรียนรู้ในลักษณะนี้ ผู้สอนสามารถดำเนินกิจกรรมได้ในหลาย ๆ เรื่อง เช่น การสอนวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง เช่น การสอนกำหนดกิจกรรม โดยการแบ่งกลุ่มผู้เรียนอภิปรายหาบุคคลที่ทำคุณงามความดีแก่ชุมชน ต่อมาในแต่ละกลุ่มวางแผน เตรียมการ เพื่อปฏิบัติกิจกรรม ศึกษา สัมภาษณ์ นำประวัติบุคคลเหล่านั้นมาเรียบเรียงเป็นหนังสือเล่มเล็กเรื่องประวัติบุคคลสำคัญของท้องถิ่น สำหรับวิชาภาษาไทย จะจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนไปค้นคว้า ประโยค คำ คำที่มีตัวการันต์ มาตราตัวสะกด จากหนังสือพิมพ์หรือแหล่งการเรียนรู้อื่น ๆ แหล่งที่ผู้เรียนสามารถจะไปศึกษาค้นคว้าคือ ห้องสมุดประชาชนในท้องถิ่น สอบถามผู้ปกครอง หนังสือพิมพ์ ฯลฯ กิจกรรมเหล่านี้ ทั้งผู้สอนและผู้เรียนจะต้องมีการเตรียมการและวางแผนไว้ล่วงหน้าก่อน เพื่อให้กิจกรรมบรรลุตามเป้าหมาย

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ผู้สอนควรมีการจัดขั้นตอนให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยผู้สอนสามารถทำการบูรณาการการจัดเรียนการสอนร่วมกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวของผู้เรียน โดยอาจใช้ชุดกิจกรรมเป็นฐาน ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับสิ่งแวดล้อมจะทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับของจริงและสามารถนำไปคิดวิเคราะห์ให้เกิดผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง

6. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

นักการศึกษากล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบบูรณาการ ดังนี้

วัฒนาพร ระเบียบทุกข์ (2542) กล่าวถึงประโยชน์ของการบูรณาการดังนี้

- 1) เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนสามารถจดจำความรู้ที่เรียนไปได้ยาวนาน (Retention) ซึ่งจะเริ่มต้นด้วยการทบทวนความรู้เดิม และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
- 2) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน (Participate) ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และสังคม เป็นการพัฒนาในทุกด้าน
- 3) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามประสบการณ์ชีวิตของตน และเป็นประสบการณ์ในชีวิตจริงของผู้เรียน
- 4) ผู้เรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ ซ้ำกันหลายครั้งโดยไม่รู้สึกลำบาก
- 5) ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดระดับสูง คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 6) ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการทำงานกลุ่มตั้งแต่สองคนขึ้นไปจนถึงเพื่อนทั้งชั้นเรียน ตามที่กำหนดในกิจกรรม เพื่อพัฒนาทักษะมนุษยสัมพันธ์
- 7) ผู้เรียนได้สร้างเรื่องตามจินตนาการที่กำหนดเป็นการเรียนรู้ด้านธรรมชาติ เศรษฐกิจ วัฒนธรรม การเมือง วิถีชีวิตผสมผสานกันไป
- 8) ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งใกล้ตัวไปยังสิ่งไกลตัว เรียนเกี่ยวกับตัวเรา บ้าน ครอบครัว ชุมชน ประเทศไทย ประเทศเพื่อนบ้านและโลก ตามระดับความซับซ้อนของเนื้อหาและสติปัญญาของผู้เรียน
- 9) ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยความสุข สนุกสนาน เห็นคุณค่าของงานที่ทำและงานที่จะไปนำเสนอต่อเพื่อน ชุมชน ทำให้เกิดความตระหนัก เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สิริพัชร เจษฎาวิโรจน์ (2546) กล่าวถึงประโยชน์ของการบูรณาการดังนี้

- 1) ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในลักษณะองค์รวม มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชา ทำให้นักเรียนระลึกถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว กระตุ้นให้นักเรียนมีความรู้ทั้งลึกและกว้าง ทำให้เป็นผู้ที่มีทัศนคติกว้างไกล ลดความซับซ้อนของเนื้อหาแต่ละวิชา
- 2) ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง โดยผสมผสานความรู้ คุณธรรม ค่านิยม คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และมีเจตคติที่ดี เป็นการเพิ่มศักยภาพของผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการเรียนรู้ตลอดชีวิต และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตจริงอย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ

3) ส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมการเรียนรู้หลายรูปแบบที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญหน้าสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้ทักษะต่าง ๆ

4) ส่งเสริมการปกครองระบอบประชาธิปไตย รู้จักเคารพสิทธิเสรีภาพของผู้อื่น โดยคำนึงถึงความคิดเห็นและผลประโยชน์ของส่วนรวมเป็นหลัก

5) ช่วยแก้ปัญหาด้านขาดครูสอนในแต่ละรายวิชา

6) ช่วยทำให้ผู้เรียนเข้าใจสภาพและปัญหาสังคมได้ดีกว่า สามารถพิจารณาปัญหาและที่มาของปัญหาอย่างกว้าง ๆ ใช้ความรู้อย่างหลากหลายสัมพันธ์กัน ส่งเสริมให้เกิดทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งผู้เรียนและผู้สอน รวมทั้งส่งเสริมการค้นคว้าวิจัย

7) ช่วยทำให้การสอนและการศึกษามีคุณค่ามากขึ้น สามารถช่วยเน้นการพัฒนา
 สุมิตร คุณากร (2550, น. 41-42) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบบูรณาการ
 ดังนี้

1) ช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงการเรียนรู้ (Transfer of Learning) ความรู้ที่เรียนไปแล้วจะถูกนำมาสัมพันธ์กับความรู้ที่จะเรียนใหม่

2) ช่วยจัดเนื้อหาวิชาหรือความรู้ให้อยู่ในลักษณะเหมือนชีวิตจริง คือ ผสมผสานและสัมพันธ์เป็นความรู้ที่อยู่ในลักษณะหรือรูปแบบที่เอื้อต่อการนำไปใช้ในชีวิต

3) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสภาพปัญหาสังคมได้ดีกว่าการกระทำหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในสังคม เป็นผลรวมจากหลาย ๆ สาเหตุ การที่เข้าใจปัญหาใดและสามารถแก้ปัญหานั้นได้ ควรพิจารณาปัญหาอย่างกว้าง ๆ ใช้ความรู้จากหลาย ๆ วิชามาสัมพันธ์กัน เพื่อสร้างความเข้าใจใหม่ ๆ

4) ช่วยให้การเรียนการสอนมีคุณค่ามากขึ้น แทนที่จะเป็นกระบวนการถ่ายทอดความรู้หรือสาระแต่เพียงอย่างเดียว กลับช่วยให้สามารถเน้นการพัฒนาทักษะที่จะเป็นให้เกิดความคิดรวบยอดที่กระจ่างถูกต้อง และสามารถปลูกฝังค่านิยมที่พึงปรารถนาได้อีกด้วย

5) ทำให้เกิดบูรณาการขึ้น การบูรณาการความรู้ ทำให้วัตถุประสงค์ในการจัดการศึกษา หรือการสอนเปลี่ยนไปจากเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ไปเป็นเพื่อให้ผู้เรียน ได้เห็นคุณค่าและนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์

สรุปได้ว่า ประโยชน์ของการสอนแบบบูรณาการ เป็นการจัดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามที่ผู้สอนได้ทำการถ่ายทอดให้แก่ผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาทางด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และสังคม ซึ่งผู้เรียนได้เรียนรู้จาก

สิ่งใกล้ตัวไปยังสิ่งไกลตัว เรียนรู้อย่างมีความสุข เห็นคุณค่าของงานที่ทำ และทำให้งานประสบความสำเร็จตามที่คาดหวังได้ดี

7. การบูรณาการร่วมกับสิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อม ตามพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 และพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์ได้ทำขึ้น

สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ สัตว์ป่า อากาศ ดิน น้ำ มนุษย์ สิ่งเหล่านี้ต้องอาศัยสิ่งแวดล้อมอื่นประกอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อย ได้แก่ สิ่งที่มีชีวิต หรือเรียกละเอียดสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมีคุณสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งที่มีชีวิต เช่น พืช สัตว์ มนุษย์ และสิ่งที่ไม่มีชีวิต หรือ สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ อาจจะมองเห็นหรือไม่เห็น เช่น แร่ธาตุ อากาศ เสียง

สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น เป็นสิ่งที่ได้จากทรัพยากรดั้งเดิม แล้วมนุษย์เป็นผู้ดัดแปลงเช่น ถนน บ้านเมือง ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมเป็นนามธรรม (Abstract หรือ Social Environment) เช่น วัฒนธรรม ประเพณี การเมือง ศาสนา กฎหมาย เป็นต้น

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสิ่งแวดล้อม

- 1) เป็นการบูรณาการระหว่างความรู้ กระบวนการ และการปฏิบัติ
 - 2) เป็นการบูรณาการภายในวิชา กับสิ่งแวดล้อมได้อย่างกลมกลืน
 - 3) เป็นการบูรณาการระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง
 - 4) เป็นการบูรณาการเพื่อจัดความเข้าใจของเนื้อหาต่าง ๆ
 - 5) เป็นการบูรณาการให้เกิดความสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม
- ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

- 1) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนที่ลึกซึ้ง และมีลักษณะใกล้เคียงกับชีวิตจริง
- 2) ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจ ในลักษณะองค์รวม
- 3) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ ความเข้าใจ จากสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัว
- 4) เป็นแนวทางที่ช่วยให้ครูได้ทำงานร่วมกันหรือประสานงานร่วมกันอย่างมีความสุข

5) ส่งเสริม สนับสนุนให้ครูได้คิดวิธีการหรือนำเทคนิคใหม่ ๆ มาใช้

6) มีการนำข้อมูล สิ่งแวดล้อม ทรัพยากรท้องถิ่น และภูมิปัญญาท้องถิ่นมาจัดการเรียนรู้แบบองค์รวมหรือแบบบูรณาการในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ

จากการศึกษา หลักสูตรเพื่อความเป็นเลิศ : หลักการและการปฏิบัติทางคณิตศาสตร์
ของประเทศไทย (Scottish Government, 2018, น. 1-4) มีดังนี้

1) การเรียนรู้อะไรในวิชาคณิตศาสตร์ที่ทำให้เด็กและเยาวชนสามารถบรรลุ
เป้าหมายได้

คณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในชีวิตประจำวันทำให้สามารถทำความเข้าใจโลกรอบตัวเราและเพื่อจัดการชีวิตได้ การใช้คณิตศาสตร์ช่วยให้สามารถจำลองสถานการณ์ในชีวิตจริงและทำการเชื่อมต่อและการทำนายแบบแจ้ง ช่วยให้มีความจำเป็นที่ต้องตีความและวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ง่ายขึ้นและแก้ปัญหาประเมินความเสี่ยงและตัดสินใจอย่างชาญฉลาด คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสาขาต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีและมีความสำคัญต่อการวิจัยและการพัฒนาในสาขาต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์และการเงิน การเรียนคณิตศาสตร์ทำให้เด็กและเยาวชนเข้าถึงหลักสูตรที่กว้างขึ้นและมีโอกาสในการศึกษาต่อ เนื่องจากคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาเหตุผลเชิงตรรกะ การวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการคิดในรูปแบบนามธรรม คณิตศาสตร์ใช้ภาษาสากลของตัวเลขและสัญลักษณ์ที่ช่วยให้เราสื่อสารความคิดด้วยวิธีที่รัดกุมไม่คลุมเครือและเข้มงวด เพื่อเผชิญสถานการณ์ความท้าทายของศตวรรษที่ 21 เยาวชนแต่ละคนต้องมีความมั่นใจในการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประเทศมีความต้องการผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์เป็นอย่างสูง ในขณะเดียวกันคณิตศาสตร์ช่วยให้ทุกคนทำความเข้าใจกับส่วนต่าง ๆ สำหรับการเรียนรู้และการทำงาน การใช้คณิตศาสตร์ในเกือบทุกด้านของชีวิตเป็นสิ่งสำคัญ สิ่งนี้ตอกย้ำความจำเป็น ในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการเรียนรู้ตลอดชีวิตและนำมาสู่ชีวิตที่น่าชื่นชมและมีชีวิตชีวา

2) โครงร่างของคณิตศาสตร์

ภายในกรอบคณิตศาสตร์จะมีการระบุประสบการณ์และผลลัพธ์ในการคำนวณ รูปแบบเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญในการศึกษาคณิตศาสตร์ของเด็กและเยาวชนทุกคนเนื่องจากมีทักษะเชิงตัวเลขและการวิเคราะห์ สามารถส่งผลให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จในชีวิตประจำวัน ผู้สอนทุกคนมีส่วนร่วมในการพัฒนาคณิตศาสตร์เพราะมีความคุ้นเคยกับการคำนวณคณิตศาสตร์และวิธีการที่มีการพัฒนาตัวเลขในช่วงของประสบการณ์การเรียนรู้รวมถึงผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้รับการเผยแพร่เช่นกัน ข้อมูลสามารถพบได้ในหลักการคำนวณและเอกสารการปฏิบัติงาน ประสบการณ์และผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้รับการจัดโครงสร้าง ดังนี้

2.1) จำนวนและการวัด

2.1.1) ระบบจำนวนจริง

- 2.1.2) จำนวนและการดำเนินการ
- 2.1.3) จำนวนเฉพาะ
- 2.1.4) รากที่สอง
- 2.1.5) เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ
- 2.1.6) มูลค่าของเงิน
- 2.1.7) เวลา
- 2.1.8) การวัด
- 2.1.9) รูปแบบและความสัมพันธ์
- 2.1.10) ระบบสมการ
- 2.2) รูปร่าง ตำแหน่ง และการเคลื่อนไหว
 - 2.2.1) คุณสมบัติของรูปร่าง 2 มิติ และ 3 มิติ
 - 2.2.2) มุม สมมาตร และการแปลง
- 2.3) การจัดการข้อมูล
 - 2.3.1) ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
 - 2.3.2) แนวคิดเกี่ยวกับโอกาสและความไม่แน่นอน

กรอบคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากในความก้าวหน้าของสังคมและความเกี่ยวข้องสำหรับชีวิตประจำวัน คุณสมบัติที่สำคัญของกรอบคณิตศาสตร์คือการพัฒนาความคิดเชิงพีชคณิตตั้งแต่ระยะเริ่มแรก การวิจัยแสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงพีชคณิตก่อนหน้านี้ถูกนำมาใช้ยังมีความเข้าใจและความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์มากขึ้น ผู้สอนจะใช้ประสบการณ์และผลลัพธ์ในการจัดการข้อมูลเพื่อเน้นการตีความ ข้อมูลสถิติในโลกรอบตัวเราและเพื่อเน้นความรู้และทักษะ จำเป็นต้องคำนึงถึงโอกาสและความไม่แน่นอนในการตัดสินใจ ระดับของความสำเร็จในระดับที่ 4 ได้รับการออกแบบให้ใกล้เคียงกับกรอบความคิดและคุณสมบัติของสกอตแลนด์ (SCQF) ระดับ 4

3) คุณสมบัติของการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพในวิชาคณิตศาสตร์

ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น เด็กและเยาวชนควรประสบความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์และพัฒนาความมั่นใจในคำถามและสำรวจทางเลือกอื่น ๆ โดยไม่ต้องกลัวว่าถูกต้องหรือไม่ เพราะสามารถพลิกผันไปกับการสำรวจและการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจและแก้ปัญหาอธิบายความคิดและนำเสนอวิธีแก้ปัญหาให้ผู้อื่นได้หลายวิธี ในทุกขั้นตอนเน้นการเรียนรู้ร่วมกันจะช่วยให้เยาวชนมีเหตุผลอย่างสร้างสรรค์ การอภิปรายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการใช้คำถามและการอภิปรายที่มีประสิทธิภาพ ผู้สอนจะให้ความสนใจฝึกและคำตอบที่ฝึกเป็นโอกาสใน

การปรับปรุงและทำให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ประสบการณ์และผลลัพธ์สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ และวิธีการสอนที่ท้าทายส่งเสริมให้เยาวชนมีความสุขในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายผู้สอนสามารถใช้วิธีผสมผสานที่มีทักษะรวมถึงการเรียนรู้ที่มีความกระตือรือร้นตามที่ได้อ้างอิงไว้เพื่อให้โอกาสในการสังเกตสำรวจตรวจสอบทดลองอภิปรายและไตร่ตรอง ได้แก่

- 3.1) การสร้างแบบจำลองและการพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์
- 3.2) การเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 3.3) การเปิดโอกาสสำหรับการอภิปรายการสื่อสารและการอธิบายการคิด
- 3.4) การพัฒนาความคล่องตัวทางจิต
- 3.5) การใช้บริบทและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน
- 3.6) สร้างความเชื่อมโยงข้ามหลักสูตรเพื่อแสดงให้เห็นว่ามีการนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในวงกว้าง เช่น จัดทำโดยชีววิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา
- 3.7) การใช้เทคโนโลยีด้วยวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- 3.8) การสร้างหลักการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้มั่นใจว่าเยาวชนเข้าใจวัตถุประสงค์และความเกี่ยวข้องของสิ่งที่กำลังเรียนรู้
- 3.9) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ทรงพลังที่สุดเมื่อนำความรู้และความเข้าใจที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นหัวใจของการเรียนการสอนทั้งหมด ซึ่งควรมีการกระตุ้นให้เด็กและเยาวชนสำรวจสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว ซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับผู้สอนและผู้เรียนเพื่อนำไปใช้ในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ต่อไป

- 4) ความมั่นใจในความก้าวหน้าและการผ่านระดับของคณิตศาสตร์
- เมื่อเด็กและเยาวชนพัฒนาแนวคิดในคณิตศาสตร์ จะต้องมีการทบทวนและการเสริมแรงอย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาความก้าวหน้า ผู้สอนสามารถวางแผนการพัฒนาและความก้าวหน้าโดยให้เด็กและเยาวชนมีบริบทที่ท้าทายมากขึ้น ในการใช้ทักษะเมื่อประสบการณ์หรือผลลัพธ์ครอบคลุมสองระดับภายในการพัฒนาสิ่งนี้สำคัญกว่าทั้งหมด กรณีหนึ่งในประเด็นจะเป็นผลระดับที่สามในการแสดงข้อมูล ความคาดหวังก็คือเด็ก ๆ จะยังคงใช้และปรับแต่งทักษะที่พัฒนาในระดับที่สองเพื่อแสดงแผนภูมิกราฟและแผนภาพ ในบริบทควรสร้างความมั่นใจว่ามีความก้าวหน้าและมีโอกาสที่ชัดเจนในการใช้หลักสูตรอื่นเพื่อขยายความเข้าใจของเยาวชน

ในขณะเดียวกันคุณสมบัติที่ครอบคลุมการประเมินในวิชาคณิตศาสตร์เป็น การประเมินทางคณิตศาสตร์จะมุ่งเน้นไปที่เด็กและเยาวชนที่มีความสามารถในการทำงานอย่าง ชำนาญมากขึ้น ด้วยตัวเลขข้อมูล แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในช่วงของบริบท ครูสามารถรวบรวมหลักฐานของความก้าวหน้าซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้แบบวันต่อวัน เกี่ยวกับจำนวนเงินและการวัด ขนาดรูปร่าง ตำแหน่งและการเคลื่อนไหว และการจัดการข้อมูล การใช้การประเมินเฉพาะงานจะมีความสำคัญในการประเมินความก้าวหน้า จุดสำคัญของการ เรียนรู้รวมถึงช่วงการเปลี่ยนภาพตั้งแต่ต้นจนถึงระดับอาวุโสเด็กและเยาวชนจะแสดง ความก้าวหน้าทางทักษะในการตีความและวิเคราะห์ข้อมูลลดความซับซ้อนและแก้ไขปัญหา ประเมินความเสี่ยงและการเลือกอย่างชาญฉลาด ทำให้แสดงหลักฐานของความก้าวหน้าผ่านทักษะ ในการทำงานร่วมกันและทำงานอย่างอิสระ เมื่อสังเกต สำรวจ ทดสอบ และตรวจสอบปัญหาทาง คณิตศาสตร์ วิธีการประเมินควรระบุขอบเขตที่เด็กและเยาวชนสามารถนำทักษะไปใช้ในการเรียนรู้ ในชีวิตประจำวันในการเตรียมพร้อมสำหรับโลกแห่งการทำงาน ความก้าวหน้าจะถูกมองว่าเด็กและ เยาวชนแสดงให้เห็นถึงความสามารถและความมั่นใจในการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์และทักษะ มีดังนี้

- 4.1) เพลิดเพลินกับความท้าทายของเกมไขปริศนาตัวเลขและความสัมพันธ์ สามารถอธิบายแนวคิดทางนามธรรมที่มากขึ้นของการคิดเชิงพีชคณิต
- 4.2) ประสบความสำเร็จในการดำเนินกระบวนการทางคณิตศาสตร์และใช้ ทักษะการพัฒนาและคุณลักษณะตามที่กำหนดไว้ในประสบการณ์และผลลัพธ์ เมื่อใช้สิ่งเหล่านี้กับ ปัญหาสามารถวางทักษะและแนวคิดที่เรียนรู้ก่อนหน้านี้ได้
- 4.3) จัดการปัญหาในบริบทที่ไม่คุ้นเคย สามารถระบุทักษะและความมั่นใจ รวมถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และใช้ทักษะในการประเมินผลโซลูชันได้อย่างถูกต้อง
- 4.4) สามารถอธิบายการคิดและแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในรูปร่าง 2 มิติ และ 3 มิติได้
- 4.5) สามารถประเมินข้อมูลเพื่อทำการตัดสินใจได้
- 4.6) พัฒนาขีดความสามารถในการมีส่วนร่วมและทำภารกิจที่ได้รับมอบหมาย ให้เสร็จสมบูรณ์

การประเมินควรเชื่อมโยงกับส่วนอื่น ๆ ของหลักสูตรทั้งในและนอกห้องเรียน เด็กและเยาวชนมีโอกาสดำเนินการและแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ผ่านการศึกษา ทางสังคมเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์และกิจกรรมทางวัฒนธรรมและองค์กร

5) การเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์ได้เปิดโอกาสสำหรับการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่าง ๆ สามารถจัดทำโดยการตรวจสอบในพื้นที่และปริณทลซึ่งสามารถเกี่ยวข้องกับการประเมินรูปแบบความสัมพันธ์และตัวเลขที่หลากหลาย เมื่อเด็กและเยาวชนได้ทำการตรวจสอบกระบวนการ จึงเปิดโอกาสในการพัฒนากลยุทธ์ทางความคล่องตัวและความคิด ผู้สอนใช้ประโยชน์จากการเปิดโอกาสเพื่อพัฒนาความคิดเชิงพีชคณิต เพื่อเป็นพื้นฐานของสาขาวิชาต่าง ๆ ในปัจจุบันภาษาคหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีการออกแบบ โดยในวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาแง่มุมต่าง ๆ ของสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีมีการใช้กราฟและแผนภูมิเป็นประจำ ในขณะที่รูปร่าง ตำแหน่ง และการเคลื่อนไหวสามารถพัฒนาได้ในทุกด้านของหลักสูตร

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสิ่งแวดล้อมเป็นการนำแหล่งเรียนรู้ที่เป็นบริบท สภาพแวดล้อมของชุมชน ถิ่นฐาน ทั้งที่เป็นสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยนำมาเป็นสถานที่สามารถจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียนได้เป็นแหล่งที่นักเรียนรู้จักคุ้นเคย โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ต้องให้สอดคล้องกับระดับของการศึกษาและสอดคล้องกับสาระเนื้อหาในระดับการเรียนรู้ อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยได้นำสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่รอบตัวภายในห้องเรียน โรงเรียน และชุมชนที่สามารถนำมาใช้ในการคิดวิเคราะห์แก้ไขปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนตามกระบวนการ

ทักษะการคิดวิเคราะห์

1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

มีนักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายหรือนิยามของการคิดวิเคราะห์ไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546, น. 251-1071) ได้ระบุความหมายของคำว่า “คิด” หมายถึง ทำให้ปรากฏเป็นรูปหรือประกอบให้เป็นรูปหรือเป็นเรื่องขึ้น ในใจ ไคร่ครวญ คาคะเน คำนวน มุ่ง จงใจ ตั้งใจ นึก และให้ความหมายของคำว่า “วิเคราะห์” หมายถึง ไคร่ครวญแยกออกเป็นส่วน ๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้ ดังนั้น คำว่า คิดวิเคราะห์ จึงมีความหมายโดยรวมว่า การไคร่ครวญ ไตร่ตรอง คาคะเน คำนวนด้วยความตั้งใจพิจารณาแยกออกเป็นส่วน ๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้

ทิสนา แคมมณี (2545, น. 54) ระบุว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดที่ต้องใช้คำตอบแยกแยะข้อมูลและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่แยกแยะนั้นหรืออีกนัยหนึ่งคือการเรียนรู้ใน

ระดับที่ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุ เหตุผลหรือแรงจูงใจ ที่อยู่เบื้องหลังปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง

ชาติ แจ่มนุช (2545, น. 54) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ ว่าเป็นการคิดที่สามารถแยกสิ่งสำเร็จรูป ได้แก่ วัตถุสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว หรือบรรดาเรื่องราว เนื้อเรื่องหรือสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักเกณฑ์หรือหลักการที่กำหนดให้ เพื่อค้นหาความจริงหรือความสำคัญที่แฝงอยู่ภายใน

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2553, น. 2) ได้ให้ความหมายการวิเคราะห์ หมายถึง การจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วนๆ เพื่อค้นหาว่าทำมาจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์ (2550, น. 45) ระบุว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดโดยพิจารณา จำแนก แยกแยะ ไตร่ตรอง ใคร่ครวญ แยกแยะส่วนประกอบของการจัดหมวดหมู่ในเรื่องราวหรือสถานการณ์โดยใช้ความรู้ ความคิด การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นไปได้

สุนทรี วัฒนพันธุ์ (2555, น. 11) การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก การให้รายละเอียด ให้เหตุผลและจับประเด็นเชื่อมโยงความสัมพันธ์เหตุการณ์ระหว่างเรียนกับหลักคุณธรรม จริยธรรม โดยใช้กระบวนการคิด นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

วรรณ โรจนะบุรานนท์ (2557, น. 5) การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดระดับสูงที่เกิดขึ้นด้วยกระบวนการที่ซับซ้อน เป็นความสามารถในการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาสามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ หรือเป็นหมวดหมู่ได้ โดยพิจารณาอย่างรอบคอบถึงสภาพการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใดในการตัดสินใจ

สามารถสรุปความหมายของการคิดวิเคราะห์ได้ว่า เป็นกระบวนการคิดที่ใช้ความสามารถในการจำแนกแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นพร้อมกับหาเหตุผลมาประกอบเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุที่เกิดขึ้น แล้วนำมาแก้ไขให้ดีขึ้น

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้สอดคล้องกับงานวิจัย ดังนี้

ทฤษฎีการคิดของบลูม (Bloom & Taxonomy)

ในปี ค.ศ. 1956 บลูม และคนอื่น ๆ (Bloom et al., 1956) ได้พัฒนากรอบทฤษฎีที่ใช้เป็นเครื่องมือการจัดประเภทพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกทางปัญญาและการคิดอันเป็นผลมาจากประสบการณ์การศึกษา เรียกว่า “Bloom’s Taxonomy” ซึ่งกำหนดไว้ 3 ด้าน คือด้านพุทธิ

พิสัย (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) โดยการออกแบบหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ที่ได้อาศัยกรอบทฤษฎีดังกล่าวนี้ ซึ่งพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยถูกนำไปใช้มากที่สุด

พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นพฤติกรรมด้านสมองเกี่ยวกับสติปัญญา ความคิดความสามารถในการคิดเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งพฤติกรรมทางพุทธิพิสัย 6 ระดับ (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2552, น. 11 – 12) ได้แก่

- 1) ความรู้ (Knowledge) ความสามารถในการจัดจำแนกประสบการณ์ต่าง ๆ และระลึกเรื่องราวนั้น ๆ ออกมาได้ถูกต้องแม่นยำ
 - 2) ความเข้าใจ (Comprehension) ความสามารถบ่งบอกใจความสำคัญของเรื่องราวโดยการแปลหลัก ดีความได้ สรุปใจความสำคัญได้
 - 3) การนำความรู้ไปประยุกต์ (Application) ความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีดำเนินการต่าง ๆ ของเรื่องที่รู้มา นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้
 - 4) การวิเคราะห์ (Analysis) ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้อย่างชัดเจน
 - 5) การสังเคราะห์ (Synthesis) ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันโดยปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้น
 - 6) การประเมินค่า (Evaluation) ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไปการประเมินเกี่ยวข้องกับการใช้เกณฑ์คือมาตรฐานในการวัดที่กำหนดไว้
- โดยบลูมและคณะได้เสนอกรอบการคิดออกเป็น 2 ระดับ คือ พัฒนาการคิดระดับต่ำ (Lower Order Thinking Skills) และการพัฒนาการคิดระดับสูง (Higher Order Thinking Skills) มีรายละเอียดดังนี้

- 1) พัฒนาการคิดระดับต่ำ (Lower Order Thinking Skills) ประกอบด้วย
 - ระดับ 1 ความรู้ (Knowledge)
 - ระดับ 2 ความเข้าใจ (Comprehension)
 - ระดับ 3 นำไปใช้/การประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ (Application)
- 2) การพัฒนาการคิดระดับสูง (Higher Order Thinking Skills) ประกอบด้วย
 - ระดับ 4 การวิเคราะห์ (Analysis) ระบุความสัมพันธ์และเหตุจูงใจ
 - ระดับ 5 การสังเคราะห์ (Synthesis) การเชื่อมโยงข้อเท็จจริงโดยเหตุผลหรือ

รูปแบบใหม่

ระดับ 6 การประเมิน (Evaluation) ใช้เกณฑ์และสถานการณ์เพื่อวินิจฉัยและ
การตัดสินใจ

การที่บุคคลจะมีทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ จะต้องสามารถวิเคราะห์
เข้าใจในสถานการณ์ใหม่หรือข้อความจริงใหม่ได้ ดังนั้นการจะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับ
ใดหรือหลายระดับนั้น ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่เป็นองค์ความรู้ อาจต้องผสานข้อมูลความรู้ใน
ลักษณะรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดจำพวก การแปล การตีความ การประยุกต์ การวิเคราะห์ส่วนย่อย
และความสัมพันธ์เพื่อการสร้างความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้สู่การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และ
การประเมินผลตามจุดมุ่งหมายการศึกษาของบลูม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการวิเคราะห์
จะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ สถานการณ์ใหม่ในเชิงสร้างสรรค์ เพราะเป็นการ
พัฒนาความสามารถในระดับการมีเหตุผลและเป็นการเรียนรู้ที่คงทนของแต่ละบุคคลแม้จะจำ
รายละเอียดของความรู้ไม่ได้ นักเรียนจึงต้องเรียนรู้วิธีการวิเคราะห์และภายใต้สภาวะใดที่ต้องนำ
ความสามารถด้านการวิเคราะห์มาใช้ บลูม และคนอื่น ๆ (Bloom, 1971) กล่าวว่าทักษะการคิด
วิเคราะห์มี 3 ลักษณะ คือ

1) การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Element) หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่
กำหนดได้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทมากที่สุด สิ่งใดเป็นเหตุ สิ่งใดเป็นผล ซึ่งการคิด
วิเคราะห์ความสำคัญนี้จะประกอบไปด้วย “การวิเคราะห์ชนิด” เป็นการวินิจฉัยว่าสิ่งนั้นหรือ
เหตุการณ์นั้น จัดเป็นชนิดหรือลักษณะใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น “วิเคราะห์สิ่งสำคัญ” เป็น
การวินิจฉัยสิ่งสำคัญหรือไม่สำคัญ การค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุปจุดเด่นหรือจุดด้อย
ของสิ่งต่าง ๆ และ “วิเคราะห์เลขนัย” เป็นการมุ่งค้นหาสิ่งแอบแฝงหรืออยู่เบื้องหลังของสิ่งที่เห็น
อาจจะไม่ได้บ่งบอกตรง ๆ แต่มีร่องรอยความเป็นจริงซ่อนอยู่

2) การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) หมายถึง การค้นหา
ความสัมพันธ์ย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้น ๆ มีความเกี่ยวพัน สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน
อย่างไร ได้แก่ วิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์ วิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ วิเคราะห์ขั้นตอน
ของความสัมพันธ์ วิเคราะห์จุดประสงค์ของความสัมพันธ์ วิเคราะห์สาเหตุของความสัมพันธ์และ
วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปแบบอุปมาอุปไมย

3) การคิดวิเคราะห์เชิงหลักการ (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง
การค้นหาโครงสร้างระบบ และสิ่งของเรื่องราวและการทำงานต่าง ๆ ว่า สิ่งเหล่านั้นรวมตัวกันจน
ดำรงสภาพเช่นนั้นได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลัก เป็นแกนกลางมีหลักการอย่างไร มี
เทคนิคหรือยึดถือคติใด มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการใด การวิเคราะห์หลักการเป็นการ
วิเคราะห์ที่ถือว่ามีความสำคัญที่สุด การจะวิเคราะห์ได้ดีจะต้องมีความรู้ความสามารถใน

การวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ดีเสียก่อน เพราะผลจากความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะทำให้สามารถสรุปเป็นหลักการได้ ประกอบด้วย “วิเคราะห์โครงสร้าง” เป็นการค้นหาโครงสร้างของสิ่ง “วิเคราะห์หลักการ” เป็นการแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่าง ๆ แล้วสรุปหลักการเป็นคำตอบได้

แนวคิดของแอนเดอร์สัน และแครทโฮล (Anderson & Krathwohl) โดยปรับปรุง ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom, 2001)

ในปี ค.ศ. 2001 แอนเดอร์สัน และแครทโฮล (Anderson & Krathwohl, 2001) ได้นำเสนอแนวคิดปรับปรุง บลูม ในการจำแนกพฤติกรรมย่อยเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทการศึกษายุคใหม่เพื่อเป็นเครื่องมือให้ครูออกแบบสอนให้มีประสิทธิภาพและทันสมัย โดยความสามารถที่ซับซ้อนน้อยไปหามาก ดังการเปรียบเทียบรายละเอียด ตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบ บลูม (Bloom, 1956) กับ บลูม (Bloom, 2001)

Old Version บลูม (Bloom, 1956)	New Version บลูม (Bloom, 2001)
Evaluation (การประเมินค่า)	Creating (สร้างสรรค์)
Synthesis (การสังเคราะห์)	Evaluating (ประเมิน)
Analysis (การวิเคราะห์)	Analyze (วิเคราะห์)
Application (การนำไปใช้)	Applying (ประยุกต์)
Comprehension (ความเข้าใจ)	Understanding (เข้าใจ)
Knowledge (ความรู้)	Remembering (จำได้)

จากตารางที่ 2.4 สรุปความแตกต่างของแนวคิดของแอนเดอร์สันและแครทโฮล (Anderson & Krathwohl) ซึ่งได้จากการปรับปรุงแนวคิดการแบ่งประเภทการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ซึ่งได้ปรับปรุงวัตถุประสงค์ให้พิจารณาเป็น 2 มิติ คือ พิจารณาลักษณะของความรู้และพิจารณาการเรียนรู้ทางปัญญา 6 ขั้น สิ่งที่แตกต่าง คือ การเพิ่มมิติด้านลักษณะความรู้เพื่อช่วยในการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น การปรับรูปแบบคำที่ใช้จากคำนามเป็นคำกริยาและในขั้นที่ 1 เปลี่ยนจากคำว่า “ความรู้” เป็น “การจำได้” ขั้นที่ 5 เปลี่ยนจาก “การสังเคราะห์” เป็น “ประเมิน” และขั้นที่ 6 เปลี่ยนจาก “ประเมินค่า” เป็น “สร้างสรรค์” มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1) การจำ (Remembering) เป็นระดับพื้นฐานของการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการนำเอาหรือดึงเอาความรู้ การสืบค้น การเตือนความจำ ได้จากความจำระยะยาวของคนออกมาเพื่อ

กำหนดการเรียนรู้ ให้พัฒนาต่อไปในระดับสูงขึ้น ที่ได้จากความรู้เดิมของคนจำ เรียกความรู้ที่เกี่ยวข้องจากหน่วยความจำระยะยาว เช่นการจำได้ การระลึกได้

2) การเข้าใจ (Understanding) เป็นกระบวนการสร้างความรู้อย่างมีความหมาย จากสื่อ จากการอธิบาย การพูด การเขียน การแยกแยะ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่หรือการอธิบาย ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียนรู้เข้าใจ กำหนดความหมายของสิ่งที่เรียนจากการเขียนหรือจากสื่อ เช่น การตีความหรือแปลความหมาย การให้ตัวอย่างการจำแนกจัดกลุ่ม การสรุปอ้างอิง การเปรียบเทียบ การอธิบาย

3) การประยุกต์ (Applying) กระบวนการในขั้นต่อมา เป็นกระบวนการนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้หรือนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ด้วยกระบวนการหรือวิธีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เช่น การดำเนินการ การกระทำ การใช้ประโยชน์

4) การวิเคราะห์ (Analyzing) ระดับต่อมาเป็นกระบวนการนำส่วนต่าง ๆ ของการเรียนรู้ มาประกอบเป็นโครงสร้างใหม่ด้วยการพิจารณาว่ามีส่วนใดสัมพันธ์กันส่วนอื่นอย่างไร พิจารณาโครงสร้างโดยรวมของสิ่งที่เรียนรู้ แยกแยะวัตถุประสงค์ที่แตกต่างผ่านกระบวนการอย่างเป็นระบบ การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถแจกแจง แยกส่วนองค์ประกอบออกเป็นส่วนย่อย สามารถตรวจสอบได้ว่าแต่ละส่วนเกี่ยวข้องกันอย่างไร แต่ละส่วนเกี่ยวข้องกับ โครงสร้างใหญ่อย่างไร เป้าหมายในการศึกษา คือ ผู้เรียนจะสามารถแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากความคิดเห็น สนับสนุนข้อสรุปด้วยข้อความขยาย แยกสิ่งที่เกี่ยวข้องออกจากสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงความคิดเข้าด้วยกัน สามารถแยกความคิดหลักและรองในงานเขียนต่าง ๆ ได้ หาหลักฐานที่ช่วยสนับสนุนจุดประสงค์ของผู้เขียนได้ แอนเดอร์สันและเครทโฮล (Anderson & Krathwohl, 2001) และเรียลลีและเออร์แมน (Reilly and Oermann, 1999) สามารถแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

4.1) การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อยได้ (Differentiating) สามารถแยกแยะความเกี่ยวข้องและความสำคัญได้ เมื่อต้องการเลือกเอาเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือสำคัญ แตกต่างกับความเข้าใจที่ต้องสามารถบอกได้ว่าข้อมูลส่วนน้อยนี้สัมพันธ์กับข้อมูลส่วนที่เหลืออย่างไร

4.2) การจัดระบบได้ (Organizing) สามารถที่จะรวบรวมทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารสถานการณ์หรือการระลึกได้มาไว้ในโครงสร้างเดียวกัน โดยเมื่อเผชิญกับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง สามารถที่จะระบุความสัมพันธ์กันระหว่างส่วนต่าง ๆ ได้

4.3) การให้เหตุผลได้ (Attributing) สามารถแสดงให้เห็นถึงความคิดเห็นหรือจุดประสงค์ที่มากับการสื่อสารต่าง ๆ ได้ ต่างกับการแปลที่ในการแปลเป็นเพียงการทำความเข้าใจนั้น แต่การให้เหตุผลนั้นมองไปที่จุดประสงค์หลักที่ต้องการสื่อออกมา

5) การประเมินผล (Evaluating) ตัดสิน เลือกลง การตรวจสอบสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้
 ผู้เรียนของตนเองที่สามารถวัดได้และตัดสินได้ว่าอะไรถูกหรือผิดบนเงื่อนไขและมาตรฐานที่
 สามารถตรวจสอบได้ บนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่แน่ชัด

6) การสร้างสรรค์ (Creating) ในระดับสูงสุดของการเรียนรู้ เพื่อให้ได้
 องค์ประกอบของสิ่งที่เรียนรู้ร่วมกันด้วยการสังเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงให้รูปแบบใหม่ของสิ่งที่เรียนรู้
 หรือโครงสร้างของความรู้ที่ผ่านการวางแผนและการสร้างหรือการผลิตอย่างเหมาะสม เช่น
 การสร้าง การวางแผน การผลิต

แนวคิดของ Zeichner และ Liston (Zeichner & Liston)

Zeichner และ Liston (Zeichner & Liston, 1987) อธิบายว่า การคิดวิเคราะห์ใน
 ศาสตร์ของการสอน สามารถเกิดขึ้นจากระดับง่ายไประดับยาก โดยผลลัพธ์ของการคิดวิเคราะห์
 แบ่งได้ 3 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ความสามารถในการให้รายละเอียด เมื่อเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสอน
 (Technical Rationality) จึงเป็นการประยุกต์ความรู้ที่มีประสิทธิภาพซึ่งเป็นความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ทำ
 ให้สำเร็จตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ผลเป็นที่ยอมรับอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล
 ทั้งเป้าหมายในบริบทของชั้นเรียน โรงเรียน ชุมชนและสังคม จะถูกนำมาจัดกระทำในฐานะของสิ่ง
 ที่เป็นปัญหา ซึ่งในระดับนี้เป็นเรื่องของความสามารถในการอธิบายโดยใช้เหตุผลในศาสตร์ทาง
 การสอนมาประกอบคำอธิบายได้

ระดับที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลเพื่อใช้ในการพิสูจน์สมมุติฐานตามหลัก
 ทฤษฎี (Reflectivity) เกี่ยวข้องกับการกระทำที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อหามุมมองอื่น ๆ โดยสามารถ
 นำมาอธิบายข้อสันนิษฐานได้อย่างชัดเจนและแสดงถึงการนำมุมมองที่หลากหลายและใหม่ไป
 ปฏิบัติและสามารถประเมินผลลัพธ์ของการกระทำเพื่อการบรรลุตามเป้าหมายทางการศึกษา

ระดับที่ 3 ความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุผลในแนวทางปฏิบัติจะเกิดระหว่าง
 วิธีการสอนขึ้นใหม่หรือวิธีการสอนเดิมในมุมมองใหม่ที่สอดคล้องกับหลักคุณธรรมและ
 จรรยาบรรณ (Critical Reflection) เป็นความสามารถในการอธิบายถึงการกระทำที่นำไปสู่
 การปฏิบัติโดยมุมมองของความสัมพันธ์กับเกณฑ์ด้านจริยธรรมและจรรยาบรรณ เน้นที่เป้าหมาย
 การศึกษาด้านประสบการณ์และกิจกรรมที่นำไปเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันจะต้องพิจารณาในแง่
 ความเป็นธรรม ความเสมอภาค การประสบความสำเร็จอย่างสูง เพื่อสนองต่อความต้องการจำเป็น
 ของมนุษย์และความพึงพอใจของมนุษย์ ซึ่งในระดับนี้ทั้งการสอนและบริบท โดยรอบจะถูกนำมา
 พิจารณาลำดับกับสิ่งที่ปัญหา โดยพิจารณาเลือกแนวทางทั้งหลายที่มีอยู่

ทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy)

โรเบิร์ต มาร์ซาโน (Anderson & Krathwohl, 2001) นักวิจัยทางการศึกษาได้พัฒนาข้อจำกัดของวัตถุประสงค์ของบลูมที่ได้รับการยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลาย รูปแบบทักษะการคิดจะผนวกกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มากขึ้นที่ส่งผลกับการคิดของผู้เรียนซึ่งทั้งหมดสำคัญสำหรับการคิดและการเรียนรู้ ได้อธิบายว่า รูปแบบพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนประกอบด้วย 3 ระบบ ได้แก่ ระบบแห่งตนหรือระบบตนเอง (Self-system) เป็นความเชื่อเกี่ยวกับความสำคัญของความรู้ ประสิทธิภาพ และความรู้สึกที่เกี่ยวพันกับความรู้ ระบบบูรณาการหรือระบบอภิปัญญา (Metacognitive System) เป็นการมีเป้าหมายการเรียนรู้ มีการนำความรู้ไปใช้ด้วยความชัดเจนและถูกต้อง ระบบสติปัญญาหรือระบบความรู้ (Cognitive System) ประกอบด้วยการใช้ความรู้โดยการทบทวน ทวนซ้ำ การนำไปปฏิบัติ ความเข้าใจในความรู้การสังเคราะห์หรือเลือกใช้ความรู้ การวิเคราะห์โดยสามารถจับคู่ความสัมพันธ์แยกแยะเป็นหมวดหมู่หรือวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การกำหนดกฎเกณฑ์ทั่วไปและเฉพาะเจาะจงได้และการนำความรู้ไปใช้ในการตัดสินใจ การแก้ปัญหาและทำการสำรวจสืบค้นจากการทดลอง พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโนนั้น เมื่อพบเจอกับสถานการณ์หรือภาระงานใหม่ระบบแห่งตนจะตัดสินใจว่ายอมรับหรือเรียนรู้เรื่องใหม่ เมื่อระบบแห่งตนรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ ระบบบูรณาการจะเข้ามาเกี่ยวข้องกับ การกำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้นั้น โดยการออกแบบกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อการบรรลุเป้าหมายแห่งการเรียนรู้และระบบสติปัญญาจะทำหน้าที่จัดกระทำกับข้อมูลที่จำเป็นในลักษณะของการวิเคราะห์ ดังนั้นปริมาณความรู้ของนักเรียนแต่ละคนจึงมีผลต่อความสำเร็จอย่างสูงในการเรียนรู้เรื่องใหม่ ซึ่งความรู้ใหม่สามารถต่อยอดจากความรู้เดิมได้อย่างกว้างขวาง พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ (The New Taxonomy of Educational Objectives)

ประกอบด้วยความรู้ 3 ประเภท และกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ มาร์ซาโน (Marzano, 2001, น. 30 – 58) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็นจากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ลำดับของเหตุการณ์ สมเหตุสมผล เฉพาะเรื่องและหลักการ
- 2) กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการอัตโนมัติ อันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้
- 3) ทักษะเน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ำเนื้อ จากทักษะง่ายสู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้น โดยมีกระบวนการจัดกระทำข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ขั้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้ เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความรู้ความจำไปสู่ความจำ นำไปใช้ในการปฏิบัติการโดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างความรู้

ระดับที่ 2 ขั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้ สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของความรู้นั้นโดยเข้าใจประเด็นความสำคัญ

ระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างอย่างมีหลักการการจัดหมวดหมู่ ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้และการคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ขั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยุ่ยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่างและการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุปการที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมุติฐานและการทดสอบสมมุติฐานนั้น บนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ขั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับติดตามการเรียนรู้และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ขั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อสภาวะการเรียนรู้และการงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้ รวมทั้งความตระหนักในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตนมี

ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano, 2001, น. 38 – 45, 58) การคิดวิเคราะห์ซับซ้อนมากกว่าความเข้าใจเป็นกระบวนการที่ต้องใช้เหตุผล คิดอย่างลึกซึ้งและหลากหลาย มีการคิดโดยพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วนและต้องมีเหตุผล สามารถระบุความเหมือนหรือความแตกต่างอย่างมีหลักการ สามารถจัดลำดับ จัดหมวดหมู่ หรือจัดประเภทของความรู้ของสิ่งต่าง ๆ ระบุเหตุผลของการเกิดข้อผิดพลาดของข้อมูล สามารถตีความหรือบอกหลักเกณฑ์พื้นฐานของความรู้ ระบุ เจาะจงหรือสรุปอย่างมีเหตุผล จนสามารถเกิดเป็นความรู้ใหม่ได้และนำหลักการเพื่อประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้พื้นฐานของความรู้ การคิดวิเคราะห์จะประกอบด้วยความสามารถ 5 ด้านคือ

ด้านที่ 1 การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (Matching) คือความสามารถในการสังเกตและจำแนกแยกแยะรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันออกเป็นส่วนๆอย่างมีหลักเกณฑ์และเข้าใจง่าย แล้วเปรียบเทียบ ระบุ ยกตัวอย่าง ระบุลักษณะความเหมือน ความต่างและจัดกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ได้ โดยเริ่มจากระดับง่ายแบบนามธรรมไปสู่ขั้นซับซ้อนที่เป็นนามธรรม ดังนี้

- 1) การบอกสิ่งที่ต้องการจะวิเคราะห์
- 2) ระบุลักษณะหรือคุณสมบัติเพื่อจำแนกหรือแยกแยะสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

3) ระบุว่าได้สิ่งนั้น ๆ เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

4) สรุปได้อย่างถูกต้องเหมาะสมว่าสิ่งต่าง ๆ มีความเหมือนและแตกต่างกัน

ด้านที่ 2 การจัดกลุ่ม (Classification) คือความสามารถในการใช้ความรู้เพื่อการจัดกลุ่ม จัดลำดับ จัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีหลักการหรือหลักเกณฑ์

ด้านที่ 3 การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) คือ ความสามารถในการระบุข้อผิดพลาดหรือความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันของสิ่งต่าง ๆ โดยโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล ระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมในสถานการณ์ต่าง ๆ การใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่ไปสู่การสรุปและยกตัวอย่างประกอบได้อย่างมีเหตุผลจากความรู้ที่มีอยู่เดิม มีข้อมูลหรือหลักฐานในการสนับสนุนจนพิจารณาได้ว่าเป็นจริง โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

- 1) ความรู้เดิมเป็นความรู้ที่ถูกต้องและเป็นจริงมีการยอมรับกันทั่วไป
- 2) ความรู้จากผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ
- 3) ความรู้จากหลักฐานที่มีอยู่ เป็นหลักฐานที่น่าเชื่อถือ สามารถหาข้อมูลมาสนับสนุนความคิด
- 4) ข้อมูลได้รับการพิสูจน์หรือทดลองใช้แล้วเป็นจริง
- 5) ข้อมูลอื่น ๆ ที่พิจารณาว่าเป็นจริงนำมาสนับสนุนให้ความคิดได้รับการยอมรับ

ด้านที่ 4 การสรุปหลักการ (Generalizing) คือ ความสามารถในการนำความรู้เดิมเป็นข้อมูลเพื่อไปสู่ความรู้หรือหลักการใหม่ ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมและถูกต้องโดยใช้การให้เหตุผลสรุปเป็นหลักการดังนี้

1) การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive) เป็นการให้เหตุผลหรือการคิดจากข้อมูลที่เป็นตัวอย่างหรือรายละเอียดแล้วสามารถสรุปเป็นหลักการ แนวคิด ทฤษฎีหรือเกิดเป็นความรู้ใหม่

2) การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive) เป็นการให้เหตุผลหรือการคิดที่เริ่มจากข้อสรุปแล้วนำไปสู่รายละเอียดหรือการยกตัวอย่าง

ด้านที่ 5 การนำไปใช้ (Specifying) คือ ความสามารถนำความรู้หรือหลักการไปใช้เพื่อการทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตได้อย่างเจาะจง มีความรู้ เข้าใจเหตุการณ์ระบุนรายละเอียดในเหตุการณ์นั้น ๆ และบอกสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้เป็นการประยุกต์ความรู้ใหม่

จากหลักการเดิมที่มีอยู่ คาดเดา ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รู้ว่าอะไรจริงหรือไม่จริง สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

จากแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ ดังกล่าว เป็นแนวคิดที่ผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับนักเรียนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน สำหรับการนำแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ ดังกล่าวมาใช้ในการจัดกิจกรรมได้แก่ การรวบรวม การแยกแยะ การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ และการสรุป

3. ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์

กระทรวงศึกษาธิการ (2555) ได้ระบุแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาโดยในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทักษะการคิดตามจุดเน้นการพัฒนาผู้เรียน ทักษะแรก คือ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นทักษะการคิดขั้นสูงลำดับแรกที่เป็นจุดเน้นของการพัฒนาผู้เรียนซึ่งผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนา โดยมีการกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ มีวิธีการวัดและประเมินผล และเกณฑ์การประเมินและยังเกี่ยวข้องกับการตัดสินผลการเรียนในแต่ละระดับชั้นอีกด้วย

เชน (Chen, 1993, น. 46 – 62) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการอันซับซ้อน เป็นกระบวนการบูรณาการความคิด เป็นความสัมพันธ์ของการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจกระทำโดยเชื่อมต่อกับความคิดกับบริบทสังคม

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549, น. 74) ให้รายละเอียดว่า การคิดวิเคราะห์มีประโยชน์ต่อบุคคลในการนำไปใช้เพื่อดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นให้เกิดความสุข ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา เป็นความสามารถในการคิดนำมาใช้แก้ปัญหา ช่วยให้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลในการสรุปเรื่องราวต่าง ๆ ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวจากข้อสรุปทั่ว ๆ ไป ซึ่งมีคนจำนวนมากไม่น้อยที่ใช้ประสบการณ์ของตนเองมาสรุปเรื่องทั่วไป ช่วยตรวจสอบการคาดคะเนบนฐานความรู้เดิม สามารถสรุปความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคาดการณ์ความน่าจะเป็นในอนาคตด้วยความสมเหตุสมผล ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงของประสบการณ์ส่วนบุคคลการคิดวิเคราะห์จะช่วยให้เราหาเหตุผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นได้ เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่น ๆ เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ช่วยให้เข้าใจอย่างชัดเจน ช่วยให้ประเมินและสรุปสิ่งต่าง ๆ บนข้อเท็จจริงที่ปรากฏ ทำให้ได้รับข้อมูลที่เป็นจริงเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ

สุวิทย์ คำมูล (2550, น. 39) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ ช่วยให้เราเข้าใจข้อเท็จจริง รู้เหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาของเหตุการณ์ต่าง ๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา

การประเมิน และการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องของข้อมูลที่ปรากฏและไม่ด่วนสรุปตามอารมณ์ ความรู้สึกหรืออคติ แต่สืบค้นตามหลักเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริง ไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่าย ๆ แต่สื่อสารตามความเป็นจริง ขณะเดียวกันจะช่วยให้เราไม่หลงเชื่อข้ออ้างที่เกิดจากตัวอย่างเพียงอย่างเดียว แต่พิจารณาเหตุผลและปัจจัยเฉพาะในแต่ละกรณีได้ ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต การหาความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏตามความสมเหตุสมผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตัดสินใจสรุปสิ่งใดลงไป ให้เราหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ณ เวลานั้น โดยไม่ฟังเพียงอคติ ที่ก่อตัวอยู่ในความทรงจำ ทำให้เราสามารถประเมินสิ่งต่าง ได้อย่างสมจริงสมจัง ประเมินการความน่าจะเป็น โดยสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานที่เราวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ของสถานการณ์นั้น ช่วยคาดการณ์น่าจะเป็นได้สมเหตุสมผลมากกว่า

มนตรี วงษ์สะพาน (2556, น. 125) กระบวนการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่ส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดด้านอื่น ๆ ที่สูงขึ้น การคิดวิเคราะห์จะช่วยให้รู้ข้อเท็จจริง เหตุผลเบื้องต้นของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง รวบรวมรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานความรู้ เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ไรรยวินท์ บุญสวัสดิ์ (2556) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) เป็นวิธีการคิดที่คนไทยยังมีทักษะด้านนี้น้อยและคนไทยยังไม่มีทักษะการคิดประเภทนี้ที่ดีเพียงพอเห็นได้จากการคิดนึกเอาเองจากมโนทัศน์ส่วนตัวที่สร้างขึ้นเอง แล้วนำไปสู่บิดเบือนข้อมูลข้อเท็จจริงให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ของตน หรือการด่วนสรุปจากข้อมูลเท่าที่มีหรือสังเกตเห็นได้ โดยการผูกโยงข้อมูลในเชิงเหตุและผลอย่างผิด ๆ หรืออาจกล่าวได้ว่าการละเลยข้อมูลที่มีนัยสำคัญไปเนื่องจากการคิดเชิงวิเคราะห์เป็นรากฐานของการคิดอื่น ๆ อาทิ การคิดเชิงกลยุทธ์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาและตัดสินใจต้องพึ่งพาการคิดเชิงวิเคราะห์อย่างมาก ผลในเชิงลบที่เกิดจากการด้อยทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ คือการที่ไม่สามารถแก้ปัญหาจากสาเหตุที่แท้จริง ซึ่งก็จะนำไปสู่ปัญหาที่เพิ่มขึ้น หรือเกิดปัญหาใหม่ ๆ ตามมา ทักษะการคิดแก้ปัญหาที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งความสามารถในการคิดต้องสามารถคิดในเชิงสังเคราะห์ (Synthesis Thinking) ที่เป็นรากฐานที่สำคัญของการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) โดยเป็นการคิดแบบมองเห็นองค์ประกอบและนำองค์ประกอบต่าง ๆ มาบูรณาการกัน ซึ่งจะทำให้เราสามารถเห็นและเข้าใจภาพใหญ่ของปัญหาได้ตามจริง เพื่อจะได้ออกแบบวิธีการแก้ไขได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน การคิดดังกล่าวล้วนอยู่บนพื้นฐานของการคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking) ทั้งสิ้น

ดังนั้น ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์ ว่ามีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างไร เพราะเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด วิเคราะห์ตามกระบวนการที่ได้รับจากการถ่ายทอด เมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัยผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ หาเหตุผลในการเชื่อมโยงการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

4. การวัดความสามารถในการคิดการวิเคราะห์

บลูม (Bloom, 1956, น. 64) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้น จะต้องพิจารณาให้ครบทั้ง 3 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย

1) การวิเคราะห์ความสำคัญ โดยการให้ค้นหาข้อมูลเหตุ ผลลัพธ์และความสำคัญของเรื่องราวนั้น ๆ โดยใช้ทักษะวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็นจริงหรือเป็นสมมุติฐานส่วนใดเป็นข้อสรุปหรืออ้างอิง มีวัตถุประสงค์หรือความมุ่งหมายสำคัญใด วิเคราะห์ข้อสรุปนั้นมีอะไร สนับสนุนหรือวิเคราะห์หาข้อผิดพลาด

2) การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เป็นการถามให้ค้นคว้าว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร ใช้หลักการหรือทฤษฎีใดเป็นหลัก โดยพิจารณาว่าอะไรเป็นสาเหตุอะไรเป็นผลของการกระทำนั้น มีข้อสนับสนุนหรือคัดค้านใด ข้อสรุปที่มีเหตุและผลอย่างไร ส่วนใดที่มีความสัมพันธ์กันมากน้อย ถ้าเกิดสิ่งนั้นสิ่งใดจะเกิดตามมายกเรื่องราวข้อเท็จมาวิเคราะห์ว่าสอดคล้องหรือขัดแย้งกัน

3) การวิเคราะห์หลักการ เป็นการถามให้ค้นว่าเรื่องราวนั้น ๆ อาศัยหลักการใด มีโครงสร้าง องค์ประกอบใดมีความสำคัญอย่างไร

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964, น. 11) อธิบายว่าการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นเป็นการวัดความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการพิจารณาตัดสินเรื่องราว เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีความเกี่ยวข้องเป็นเหตุและเป็นผลในเหตุการณ์หรือสถานการณ์นั้น ๆ การคิดวิเคราะห์จะต้องมีการหาเหตุผลเพื่อนำมาพิจารณาเสมอ

ศรินทร วิทยะสิรินันท์ (2544, น. 16) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะพิจารณา 3 ด้าน ซึ่งสามารถจัดหมวดหมู่ได้ดังนี้

1) การวิเคราะห์เนื้อหาหรือข้อความ เป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระดับ เรียบเรียง จัดหมวดหมู่ จัดระบบ แจกแจงเพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อความหรือประเด็นต่าง ๆ เป็นความสามารถในการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างในแต่ละหมวดหมู่

3) การวิเคราะห์หลักการ ความสามารถในการกำหนดหมวดหมู่ในมิติความสามารถในการแจกแจงข้อมูลที่มีอยู่ลงในหมวดหมู่โดยคำนึงเหตุการณ์หรือความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรง

อัญญารัตน์ เจริญพุดินาถ (2546, น. 59) ได้ระบุการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ต้องระบุคุณลักษณะและส่วนประกอบพิจารณาลักษณะหรือส่วนต่าง ๆ ของข้อมูลระบุความสัมพันธ์และรูปแบบที่บ่งบอกถึงความเกี่ยวข้องในแต่ละส่วนประกอบต่าง ๆ ระบุหลักสำคัญขององค์ประกอบ ระบุข้อผิดพลาดตามตรรกะหรือข้อผิดพลาดอื่น ๆ

ทิสนา แคมณี และคนอื่น ๆ (2549, น. 48) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องทำการวัดให้ครบทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

- 1) การวิเคราะห์หลักการในการกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูล
- 2) การวิเคราะห์เนื้อหาในการแยกข้อมูลเนื้อเรื่องได้ตามเกณฑ์
- 3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบ

ดังนั้น การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ควรมีการวัดดังนี้ 1) วัดจากการวิเคราะห์หลักการ 2) วัดจากการวิเคราะห์เนื้อหา 3) วัดจากวิเคราะห์ความสำคัญ และ 4) วัดจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเรื่อง ซึ่งในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ผู้สอนควรทราบความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนด้วยเพื่อนำไปสร้างแบบประเมินได้ถูกต้องตามเกณฑ์

5. องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

ฮัดกินส์ (Hudgins, 1977, น. 173 – 180) กล่าวว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์ต้องประกอบด้วยทักษะ 4 ประการ ซึ่งประกอบด้วยผู้เรียนต้องมีความเข้าใจองค์ประกอบที่สำคัญของการอ้างเหตุผล โดยเริ่มจากผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานและข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการพิจารณาความจริงที่อาจเป็นไปได้ ของการอ้างเหตุผลหรือคาดการณ์ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้และผู้เรียนต้องมีลักษณะที่จำเป็นของการประเมินการอ้างเหตุผลด้วย ผู้เรียนต้องสามารถหาหลักฐานที่จะนำมาใช้ในการอ้างเหตุผลหรือลงข้อสรุป โดยพิจารณาว่าข้อสรุปที่นำมาอ้างนั้นมีข้อมูลสนับสนุนหรือไม่ พิจารณาว่าหลักฐานที่นำมาอ้างอิงเชื่อถือได้หรือไม่ ผู้เรียนต้องพิจารณาให้รอบคอบและประเมินทั้งหลักฐานที่นำมาใช้และลักษณะของการใช้เหตุผลที่นำมาอ้างก่อนจะตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธข้อสรุปนั้น ๆ และผู้เรียนต้องสามารถระบุข้อสันนิษฐานที่เกี่ยวข้องกับการอ้างอิงเหตุผลนั้น ๆ ได้

มาร์ซาโน (Marzano, 2001) อธิบายว่าการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยทักษะ 5 ประการ ได้แก่ ทักษะการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์หรือเรื่องราวออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจง่ายโดยมีหลักการในการแบ่งแยกและสามารถบอกรายละเอียดได้ ทักษะ

การจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถจัดประเภท ลำดับ กลุ่มของสิ่งมีความคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน โดยลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน ทักษะการเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยบอกได้ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร ทักษะการสรุปความเป็นความสามารถในการจับประเด็นสำคัญและสามารถสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดได้ และสุดท้ายคือทักษะการประยุกต์เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ มาใช้ในสถานการณ์ สามารถคาดเดา พยากรณ์ ขยายความสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547, น. 26) ได้กล่าวถึงรายละเอียดขององค์ประกอบ การเป็นผู้มีความคิดวิเคราะห์ ต้องมีความสามารถในการตีความ ด้วยความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏ พิจารณาข้อมูลที่ได้รับด้วยการตีความ คือ การพยายามทำความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราจะวิเคราะห์เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงสิ่งนั้นเป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์ โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรง คือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรงแต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏ อันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ต้องเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจง และจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไรมี องค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง จัดลำดับความสำคัญอย่างไรและรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุให้เกิดอะไร ต้องเป็นผู้มีความช่างสังเกต กล้าซักถาม นักคิดวิเคราะห์สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติจะพิจารณาคิด ไตร่ตรอง และต้องเป็นคนช่างถามชอบตั้งคำถามกับตัวเองและรอบข้างกับสิ่งที่เกิดขึ้น ต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล จำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จ สิ่งใดมีองค์ประกอบรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

สุวิทย์ มูลคำ (2549, น. 53) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดไว้ดังนี้ ต้องมีสื่อซึ่งเป็นสิ่งเร้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลเกิดการรับรู้ ทำให้เกิดปัญหา ความสงสัยหรือความขัดแย้งจะก่อให้เกิดการคิด จากนั้นจะเกิดการรับรู้บุคคลสามารถรับรู้ได้โดยประสาททั้ง 5 คือ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง ระดับการรับรู้ที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพของสิ่งเร้าและความสามารถในการรับรู้ของแต่ละบุคคลเมื่อรับรู้แล้วเกิดปัญหาหรือเกิดข้อสงสัยที่จะกระตุ้นให้เกิดคิด ผู้คิดจะต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนในการคิดแต่ละครั้งว่า ต้องการเหตุผลเพื่ออะไร เช่น เพื่อแก้ปัญหา ตัดสินใจ หรือสร้างสิ่งใหม่ ๆ เป็นต้น จะช่วยให้เลือกใช้วิธีคิดได้ถูกต้องและได้ผลตรงกับความต้องการ เกิดเป็นวิธีคิด การคิดแต่ละครั้งจะต้องเลือกวิธีที่ตรงกับจุดมุ่งหมายในการคิดนั้น ๆ เช่น คิดเพื่อตัดสินใจ ควรใช้วิธีคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหา ควรใช้วิธีคิดแบบแก้ปัญหา ได้ ข้อมูลหรือเนื้อหาใช้ประกอบความคิดใดอาจจะเป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิมหรือข้อมูลการรู้

ใหม่ที่ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ส่งผลไปสู่ความสำเร็จของการคิด เป็นผลที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมองหรือกระบวนการคิดของสมอง

สามารถสรุป องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ได้ว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถจากการคิดวิเคราะห์นั้น โดยพื้นฐานจะต้องได้รับการเรียนรู้จากการถ่ายทอดของผู้สอน ในขณะเดียวกัน ผู้เรียนควรมีทักษะการจำแนก การจัดหมวดหมู่ ซึ่งส่งผลให้กระบวนการคิดของสมองได้รับการพัฒนาเนื่องจากผู้เรียนได้มีการคิดวิเคราะห์ ใคร่ครวญ ได้อย่างตรงประเด็นและถูกต้องตามความต้องการ

6. ลักษณะการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2550, น. 23-24) จำแนกลักษณะการคิดวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1) การคิดวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช สัตว์ ข้าว ข้อความ หรือเหตุการณ์ เป็นต้น

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ โดยการระบุ ความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลหรือความแตกต่างระหว่างขั้นโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3) การวิเคราะห์หลักการเป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนลำดับในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เทคนิค ที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่านและรูปแบบของภาษาที่ใช้ เป็นต้น

ลักษณะการคิดวิเคราะห์ ที่ได้กล่าวมา ได้มีการแยกให้เห็นถึงความชัดเจนในเรื่องราวที่ได้นำมาคิดวิเคราะห์ ว่ามีลักษณะอย่างไร เพื่อให้ผู้สอนได้นำมาสร้างชุดการเรียนรู้และถ่ายทอดการคิดวิเคราะห์ให้ผู้เรียนได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

7. กระบวนการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2550, น. 19) แบ่งกระบวนการคิดวิเคราะห์เอาไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของ เรื่องราว หรือ เหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์ เช่น พืช สัตว์ หิน ดิน รูปภาพ บทความ เรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์จากข่าว ของจริงหรือสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยจาก ปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะกำหนดเป็นคำถามหรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของ

การวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุ หรือความสำคัญ เช่น ภาพนี้ บทความนี้ ต้องการสื่อหรือบอกอะไรที่สำคัญที่สุด

ขั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจเป็นลักษณะความสัมพันธ์ ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน

ขั้นที่ 4 พิจารณาแยกแยะ เป็นการพินิจ พิจารณาทำการแยกแยะกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถาม 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไหร่) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนด

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 49) ได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดระดับสูง การคิดจึงเป็นกระบวนการ ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดสิ่งที่จะวิเคราะห์ว่าจะวิเคราะห์อะไร กำหนดขอบเขตและนิยามของสิ่งที่ จะ คิดให้ชัดเจน

2) กำหนดจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ว่าต้องการวิเคราะห์เพื่ออะไร เช่น เพื่อจัดอันดับ เพื่อหาเอกลักษณ์ เพื่อหาข้อสรุป เพื่อหาสาเหตุ เพื่อหาแนวทางแก้ไข

3) พิจารณาข้อมูลความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ว่าจะใช้หลักใดเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และจะนำหลักความรู้ที่ว่า ควรใช้ในการวิเคราะห์อย่างไร

4) สรุปและรายงานผลการวิเคราะห์ได้เป็นระบบระเบียบชัดเจน

ดังนั้น กระบวนการคิดวิเคราะห์ สามารถแบ่งได้ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้ (1) กำหนดเนื้อหาที่จะนำมาทำการวิเคราะห์ (2) กำหนดประเด็นปัญหาของเนื้อหาในสิ่งที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ (3) กำหนดหลักการในการใช้แยกในส่วน และลำดับความยาก-ง่ายในการนำมาคิดวิเคราะห์ (4) นำความรู้มาคิดวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลตามที่ต้องการ (5) สรุปและรายงานที่ได้จากคิดวิเคราะห์โดยผู้เรียนสามารถนำความคิดมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้สอนได้

8. เทคนิคการคิดวิเคราะห์

วีระ สดสังข์ (2550, น. 26-28) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการคิดสามารถฝึกสมองให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ให้พัฒนาขึ้น สามารถฝึกตามขั้นตอนได้ดังนี้

1) กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์

2) กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นสงสัยจากปัญหาหรือสิ่ง ที่วิเคราะห์ อาจจะกำหนดเป็นคำถามหรือกำหนดวัตถุประสงค์การวิเคราะห์ เพื่อค้นหาความจริงสาเหตุหรือความสำคัญ

3) กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เพื่อใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน

4) กำหนดการพิจารณาแยกแยะ เป็นการกำหนดการพินิจวิเคราะห์ แยกแยะ และกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถาม 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)

5) สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบ ปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

สุวิทย์ มูลคำ (2550, น. 21-22) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดโดยใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลักเป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่างละเอียด จากเหตุไปสู่ผล ตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผล ความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องเทคนิค

การคิดวิเคราะห์อย่างง่ายที่นิยมใช้ คือ 5W 1H รายละเอียดมีดังนี้

1) What (อะไร) ปัญหาหรือสาเหตุที่เกิดขึ้น

1.1) เกิดอะไรเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้

1.2) มีอะไรเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้

1.3) หลักฐานที่สำคัญที่สุด คือ อะไร

1.4) สาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นี้ คืออะไร

2) Where (ที่ไหน) สถานที่หรือตำแหน่งที่เกิดเหตุ

2.1) เรื่องนี้เกิดขึ้นที่ไหน

2.2) เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นที่ใดมากที่สุด

3) When (เมื่อไร) เวลาที่เหตุการณ์นั้นได้เกิดขึ้น หรือจะเกิดขึ้น

3.1) เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นเมื่อไร

3.2) เวลาใดบ้างที่สถานการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นได้

4) Why (ทำไม) สาเหตุหรือมูลเหตุที่ทำให้เกิดขึ้น

4.1) เหตุใดต้องเป็นคนนี้ เป็นเวลานี้ เป็นสถานที่นี้

4.2) เพราะเหตุใดเหตุการณ์นี้จึงเกิดขึ้น

4.3) ทำไมจึงเกิดเรื่องนี้

5) Who (ใคร) บุคคลสำคัญเป็นตัวประกอบหรือเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะได้รับผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบ

5.1) ใครอยู่ในเหตุการณ์บ้าง

5.2) ใครน่าจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้บ้าง

5.3) ใครน่าจะเป็นคนที่ทำให้สถานการณ์นี้เกิดมากที่สุด

5.4) เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใครได้ประโยชน์ใครเสียประโยชน์

6) How (อย่างไร) รายละเอียดของสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วหรือกำลังจะเกิดขึ้นว่ามีความเป็นไปได้ในลักษณะใด

6.1) เขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร

6.2) ลำดับเหตุการณ์ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร

6.3) มีหลักในการพิจารณาคนได้อย่างไร

ดังนั้น เทคนิคการคิดวิเคราะห์ นั้นผู้สอนมีหน้าที่ถ่ายทอดความรู้และเทคนิคการคิดวิเคราะห์ให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์มากที่สุด เพราะเทคนิคการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดอย่างละเอียด มีการคิดเชื่อมโยงไปหาเหตุและผล เป็นการคิดที่ใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลัก ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคการคิดวิเคราะห์ที่สามารถเข้าใจได้ง่าย

9. ประโยชน์การคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์นั้นว่ามีประโยชน์อย่างมากในการดำรงชีวิตในสังคม นักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดเรื่องประโยชน์การคิดวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

มีเยอร์สัน (Meyerson, 1993, น. 153 - 168) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์มีประโยชน์ ดังนี้

1) การมุ่งคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่บีบบังคับด้วยเวลาที่เคลื่อนไปในแต่ละวัน ขณะที่เราทราบดีว่ากิจกรรมในโรงเรียนหาสิ้นสุดไม่ได้ การคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ต้องการอยู่หนึ่ง ๆ ในกรอบประสบการณ์ของเราและมองหาลู่ทางออกมา

2) การมุ่งคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เริ่มด้วยกระบวนการของการระบุประเด็นความเอาใจใส่ และสิ่งที่สนใจว่าจะอะไรเป็นความสนใจอย่างแท้จริง เมื่อเราอยู่ในสถานการณ์ที่ท่วมท้นจำนวนของความต้องการ การคิดอย่างรอบคอบเป็นเสมือนพาหนะที่พาเราผ่านทะเลของความต้อการนั้น ๆ และเป็นสิ่งสำคัญมาก ซึ่งเราต้องใช้เวลาและความสนใจฝังเข้าไปภายใน

3) การครุ่นคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นการให้ประสบการณ์ วิธีที่มองหาลู่ทางออกมาช่วยให้เราบอกได้ว่าเกิดอะไรขึ้น ซึ่งสามารถใช้การบันทึกเทปหรือการเขียนบันทึกประจำวัน สรุปประโยชน์ที่ผู้เรียนจะได้รับจากการฝึกวิเคราะห์ไตร่ตรอง คือ ทำให้เกิดการคิดรอบคอบ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547, น. 32 - 46) กล่าวว่าถึง ประโยชน์การคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

- 1) ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา
- 2) ช่วยให้นิ่งถึงความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่าง
- 3) ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวเป็นข้อสรุปทั่วไป
- 4) ช่วยขุดค้นสาระความประทับใจครั้งแรก
- 5) ช่วยตรวจสอบการคาดคะเนบนฐานความรู้เดิม
- 6) ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคล
- 7) เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่น ๆ
- 8) ช่วยในการแก้ปัญหา
- 9) ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ
- 10) ช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล
- 11) ช่วยให้เห็นใจแจ่มกระจ่าง

สุวิทย์ มูลคำ (2550, น. 39) กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า

- 1) ช่วยให้เรา รู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมา เป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็น ฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาการประเมินและการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้ อย่างถูกต้อง
- 2) ช่วยให้เราสำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ปรากฏและไม่ด่วนสรุปตาม อารมณ์ ความรู้สึกหรืออคติ แต่สืบค้นตามหลักเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริง
- 3) ช่วยให้เราไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่าย ๆ แต่สื่อสารตามความเป็นจริง ขณะเดียวกัน จะช่วย ให้ เราไม่หลงเชื่อข้ออ้างที่เกิดจากตัวอย่างเพียงพอย่างเดียวน แต่พิจารณาเหตุผลและปัจจัย เฉพาะในแต่ละกรณีได้
- 4) ช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่น ๆ ที่ถูกบิดเบือนไปจากความประทับใจใน ครั้งแรก ทำให้เรามองอย่างครบถ้วนในแง่มุมอื่น ๆ ที่มีอยู่
- 5) ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต การหาความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏ พิจารณา ตามความสมเหตุสมผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตัดสินใจสรุปสิ่งใดลงไป
- 6) ช่วยให้เราหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ณ เวลานั้น โดยไม่ พึ่งพิงอคติที่ก่อตัวอยู่ในความทรงจำ ทำให้เราสามารถประเมินสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสมจริงสมจัง

7) ช่วยประมาณการความน่าจะเป็น โดยสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานที่เราวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ของสถานการณ์ ณ เวลานั้น อันจะช่วยเราคาดการณ์ความน่าจะเป็นได้ สมเหตุสมผล มากกว่า

สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์ (2551, น. 49 - 50) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า ทำให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถในการเรียนรู้ เพราะการคิดเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นได้ในผู้เรียนทั้ง 2 ลักษณะ คือการคิดอย่างไม่มีจุดมุ่งหมายหรือทิศทาง กับการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายและเป็นทิศทาง เป็นการคิดที่กระทำอย่างจริงจัง เพื่อให้ได้คำตอบหรือข้อสรุปตามความต้องการ การคิดเป็นกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งครู อาจารย์จะต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีการคิดกระทำอย่างมีจุดหมายหรือทิศทาง เพื่อจะได้นำไปเป็นข้อสรุปอย่างมีเหตุผลในการตัดสินใจ รับรู้ และจัดกระทำข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ ที่เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ

จากประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์นั้น ผู้เรียนจะได้รับประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมเพราะถ้าผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะส่งผลให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความรอบคอบ สามารถที่จะคิดแยกแยะเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นรวมถึงแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีสติ ในขณะที่เดียวกันเป็นการปูพื้นฐานในแก่ผู้เรียนได้นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นการเรียนการสอนในระดับใดหรือวิชาใดก็ตาม การวัดผลและประเมินผลจะเป็นเครื่องมืออันหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนในระดับนั้นหรือในวิชานั้น เพราะผลจากการวัดและประเมินเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจของครูผู้สอนและนักการศึกษา เพื่อใช้ในการปรับปรุงวิธีการสอนการแนะแนว การประเมินผลหลักสูตร แบบเรียน การใช้อุปกรณ์ การสอนตลอดจน การจัดระบบบริหารทั่วไปของโรงเรียน และนอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงการเรียนและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น

1. ความหมายของการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน มีความหมายครอบคลุมกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์ ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของการวัดผลและการประเมินผลไว้หลายท่าน ดังนี้

ความหมายของการวัด (Measurement) บุญชม ศรีสะอาด (2540, น. 21) กล่าวว่า การวัด หมายถึง การกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์อื่น ๆ แทนปริมาณ หรือคุณภาพ หรือคุณลักษณะ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, น. 3) ได้ให้ความหมายของคำว่า “การวัดผล” (Measurement) หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับ บุคคล สิ่งของ หรือเหตุการณ์อย่างมีกฎเกณฑ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แทนปริมาณ หรือคุณภาพของคุณลักษณะที่จะวัด โดยมีองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1) ปัญหาหรือสิ่งที่วัด

2) เครื่องมือวัดหรือเทคนิควิธีในการรวบรวมข้อมูล

3) ข้อมูลเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ หากเป็นข้อมูลเชิงปริมาณจะต้องมี จำนวน และหน่วยวัด หากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพจะต้องมีรายละเอียดที่แสดงคุณลักษณะซึ่งอาจ ไม่ใช่ตัวเลขล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, น. 11) ได้แบ่งวิธีการวัดผลเป็น 2 วิธี ได้แก่

1) การวัดผลทางตรง หมายความว่า เป็นความสามารถในการวัดสิ่งนั้น ๆ ได้โดยตรงจริง ๆ สิ่งที่ต้องการวัดมีรูปธรรม เช่น วัดความยาวของโต๊ะ ซึ่งการวัดแบบนี้มีโอกาสได้คุณลักษณะที่เป็นจริงอยู่มากเรียกว่า เป็นการวัดด้านกายภาพ

2) การวัดผลทางอ้อม หมายถึง การวัดคุณลักษณะหนึ่งโดยอาศัยวัดจากอีกสิ่งหนึ่ง เช่น การวัดผลการเรียน การวัดเชาว์ปัญญา การวัดเจตคติการวัดความกังวลใจ เป็นต้น คุณลักษณะเหล่านี้เอาเครื่องมือไปหาบวัดโดยตรงไม่ได้ต้องผ่านกระบวนการทางสมอง (Mental Process) ก่อนเสมอ

สมนึก กัททิษณี (2546, น. 1) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการหาปริมาณ หรือจำนวนของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งมาวัดผลจากการวัด มักจะออกมาเป็นตัวเลข หรือสัญลักษณ์หรือข้อมูล

สามารถสรุปความหมายของการวัดผลการเรียนรู้ได้ว่าเป็นการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างทั่วถึง ซึ่งจะมีการวัดผลทุกครั้งโดยผู้สอนจะนำเครื่องมือเข้ามาเป็นตัวกำหนดในการวัดซึ่งส่วนมากผลจะออกมาเป็นตัวเลข

ความหมายของการประเมินผล (Evaluation)

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2538, น. 7) กล่าวว่า ประเมินผล หมายถึง กระบวนการที่ต่อเนื่องจากการวัด โดยมีการตรวจสอบตัดสินคุณค่าที่ได้จากการวัดอย่างมีเหตุผลด้วย กฎเกณฑ์ หรือมาตรฐานเป็นตัวกำหนดว่า คุณลักษณะที่วัดนั้น มีคุณค่าอย่างไร การประเมินผลการเรียนที่ดีควรจะต้องมีข้อมูลมากพอที่จะประเมินผลได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง จึงจะสามารถตัดสินคุณค่าการเรียนการสอนได้อย่างแม่นยำ

อารีย์ วชิรวรการ (2542, น. 4) กล่าวถึงความหมายของการประเมินผลไว้ว่า การประเมินผลเป็นกระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งของหรือการกระทำใด ๆ โดยเปรียบเทียบกับ

เกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลช่วงให้ผู้สอนสามารถนำ มาใช้ในการแก้ไข ปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนให้ดีขึ้นกว่าเดิมได้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, น. 12) กล่าวถึงความหมายของการประเมินผลไว้ว่า เป็นกระบวนการพิจารณาตัดสินที่เป็นระบบครอบคลุมถึงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

ดังนั้น การประเมินผล เป็นการใช้กระบวนการที่ได้จากการวัดตามหลักเกณฑ์ที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนด จากนั้นจึงนำมาประเมินผลที่ได้จากการเรียนรู้ มาตัดสินการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจต่อกิจกรรมที่ได้รับจากการเรียนรู้น้อยเพียงใด

2. จุดประสงค์ของการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2538, น. 8-9) กล่าวว่า จุดประสงค์ของการวัดและการประเมินผล มีดังนี้

1) เพื่อจัดตำแหน่งและวินิจฉัย เป็นการประเมินก่อนเริ่มต้นการเรียนการสอนของแต่ละบทเรียนหรือแต่ละหน่วยเพื่อพิจารณาว่า ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนเพียงใด ซึ่งจะช่วยให้รู้ว่าในระหว่างการเรียนรู้ผู้เรียนควรมีความรู้เพิ่มอย่างไรและเป็นการพิจารณาว่าในการสอนอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับสภาพของผู้เรียน อนึ่งหากว่าผลการประเมินผลก่อนเรียนพบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานไม่เพียงพอที่จะเรียนในเรื่องที่จะสอน ก็จำเป็นต้องรับการสอนซ่อมเสริมให้มีพื้นฐานที่พอเพียงเสียก่อนจะเริ่มต้นสอนเนื้อหาในหน่วยการเรียนต่อไปได้

2) เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน หรือบางทีเรียกว่าการประเมินผลย่อย การประเมินผลนี้ใช้ระหว่างที่กำลังเรียนกำลังสอน หากผู้เรียนไม่ผ่านจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ผู้สอนก็จะหาวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ยังใช้ผลการประเมินเพื่อตรวจสอบตัวผู้สอนเองเป็นผลจากการสอนเนื้อหาเรื่องหนึ่งปรากฏว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ไม่ผ่านจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ผู้สอนอาจจะตรวจสอบว่าการสอนของตนเป็นอย่างไร เตรียมการสอนมาดีหรือไม่การอธิบายเป็นอย่างไร ชัดเจนดีหรือไม่ เมื่อผู้สอนตรวจสอบดูแล้วหากพบข้อบกพร่องจุดใดก็แก้ไขตรงตามจุดนั้น

3) เพื่อตัดสินผลการเรียนการสอน หรือเรียกว่าการประเมินผลรวมใช้หลังจากผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว ช่วงระยะเวลาหนึ่ง หรือสิ้นสุดการเรียนบทหนึ่งหรือหลายบทผลจากการประเมินผลจะใช้ในการตัดสินผลการเรียนการสอน หรือตัดสินใจว่าผู้เรียนคนใดควรจะได้รับระดับคะแนนใด และนอกจากนี้ยังใช้ในการพยากรณ์ผลสำเร็จในรายวิชาที่ต่อเนื่องต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, น. 11) กล่าวว่า การวัดผลและประเมินผล เป็นกระบวนการที่ต้องทำควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน โดยมีจุดประสงค์ 3 ประการ ดังนี้

1) เพื่อการวินิจฉัยความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียน ซึ่งอาจประเมินได้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1) ประเมินก่อนเรียน เป็นการประเมินความรู้พื้นฐานและทักษะจำเป็นที่ผู้เรียนควรมีก่อนการเรียนรายวิชา บทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้ใหม่ ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลประเมินผลจะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้ (1) เพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน (2) วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้สอนพิจารณาเลือกผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน ด้วยการเลือกเนื้อหาสาระกิจกรรม แบบฝึกหัดอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เหมาะสม และตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

1.2) ประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในระหว่างเรียน ข้อมูลที่ได้จะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้เพื่อ (1) ศึกษาพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ ว่าผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเพียงใด ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นผู้สอนจะได้หาทางแก้ไขได้ทันที (2) ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียนใดก็จะได้จัดให้เรียนซ้ำหรือผู้เรียนเรียนรู้บทเรียนใดได้เร็วกว่าที่กำหนดไว้ก็จะได้ปรับเปลี่ยนวิธีการสอน นอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบจุดเด่นและจุดด้อยของผู้เรียนแต่ละคนด้วย

2) เพื่อใช้ผลการประเมินในการตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเป็นการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และใช้ผลการทดสอบเพื่อตัดสินผลการเรียนและให้ระดับคะแนนของรายวิชานั้นรวมทั้งนำผลการเรียนรู้ ดังกล่าวไปใช้เพื่อแนะแนวทางการศึกษาต่อ

3) เพื่อใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลสารสนเทศในการวางแผนบริหารจัดการศึกษาของสถานศึกษาและพัฒนาหลักสูตรต่าง ๆ

จากจุดประสงค์ของการวัดผลและประเมินผลนั้น ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดในการวัดผลและประเมินผล โดยเริ่มจากแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อนำผลมาใช้ในการจัดกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนมากที่สุด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกบททุกหน่วยจะมีแบบทดสอบระหว่างเรียนทุกครั้งเพื่อให้ทราบถึงความเข้าใจที่เกิดจากการเรียนรู้ สุดท้ายคือแบบทดสอบหลังเรียนซึ่งจะมีการนำผลที่ได้มาปรับปรุงและใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

3. ประเภทของการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, น. 68) กล่าวว่า การทราบว่าการวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบ่งประเภทเป็นอย่างไรบ้างจะช่วยให้ผู้สอนออกแบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ได้ ตรงตามวัตถุประสงค์และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนยิ่งขึ้นในที่นี่ได้นำเสนอประเภทของการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ดังนี้

1) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้จำแนกตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มี 4 ประเภท ซึ่งมีความแตกต่างกันตามบทบาท จุดมุ่งหมาย และวิธีการวัดและประเมิน ดังนี้

1.1) การประเมินเพื่อจัดวางตำแหน่ง (Placement Assessment) เป็นการประเมินก่อนเริ่มเรียน เพื่อต้องการข้อมูลที่แสดงความพร้อม ความสนใจ ระดับความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียน เพื่อให้ผู้สอนนำไปใช้กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ วางแผน และออกแบบกระบวนการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนทั้งรายบุคคล รายกลุ่ม และรายชั้นเรียน

1.2) การประเมินเพื่อวินิจฉัย (Diagnostic Assessment) เป็นการเก็บข้อมูล เพื่อค้นหาว่าผู้เรียนรู้อะไรมาบ้างเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนสิ่งที่รู้มาก่อนนี้ถูกต้องหรือไม่จึงเป็นการใช้ในลักษณะประเมินก่อนเรียน นอกจากนี้ยังใช้เพื่อหาสาเหตุของปัญหาหรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้ ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลที่มีจะเป็นเฉพาะเรื่อง เช่น ปัญหาการออกเสียงไม่ชัดแล้วหาวิธีปรับปรุง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาและเรียนรู้ขั้นต่อไป วิธีการประเมินใช้ได้ทั้งการสังเกต การพูดคุย สอบถามหรือการใช้แบบทดสอบก็ได้

1.3) การประเมินผลย่อย (Formative Assessment) เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Assessment for Learning) ที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดการเรียนการสอน โดยมีใช้ใช้แต่การทดสอบระหว่างเรียนเป็นระยะ ๆ อย่างเดียวแต่เป็นการที่ครูเก็บข้อมูลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างไม่เป็นทางการด้วย ขณะที่ให้ผู้เรียนทำภาระงานตามที่กำหนด ครูสังเกต ซักถาม จดบันทึก แล้ววิเคราะห์ข้อมูลว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่จะต้องให้ผู้เรียนปรับปรุงอะไร หรือผู้สอนปรับปรุงอะไร เพื่อให้เกิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัดการประเมินระหว่างเรียนดำเนินการได้หลายรูปแบบ เช่น การให้ข้อเสนอแนะข้อสังเกตในการนำเสนอผลงาน การพูดคุยระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลการสัมภาษณ์ตลอดจนการวิเคราะห์ผลการสอบ เป็นต้น

1.4) การประเมินสรุปผลการเรียนรู้ (Summative Assessment) มักเกิดขึ้นเมื่อจบหน่วยการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามตัวชี้วัด และยังใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบกับประเมินก่อนเรียน ทำให้ทราบพัฒนาการของผู้เรียน การประเมินสรุปผลการเรียนรู้ยังเป็นการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตอนปลายปี/ปลายภาคอีกด้วยด้วยการประเมิน

สรุปผลการเรียนรู้ใช้วิธีการและเครื่องมือประเมินได้อย่างหลากหลาย โดยปกติมักดำเนินการอย่างเป็นทางการมากกว่า การประเมินระหว่างเรียน

2) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้จำแนกตามวิธีการแปลความหมายผลการเรียนรู้มี 2 ประเภทที่แตกต่างกันตามลักษณะการแปลผลคะแนน ดังนี้

2.1) การวัดและประเมินแบบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Assessment) เป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เพื่อนำเสนอผลการตัดสินความสามารถหรือผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบกันเองภายในกลุ่มหรือในชั้นเรียน

2.2) การวัดและประเมินแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Assessment) เป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เพื่อนำเสนอผลการตัดสินความสามารถหรือผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

ดังนั้น ประเภทของการวัดผลและประเมินผล เป็นการช่วยให้ผู้สอนได้นำไปออกแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผลผู้เรียนได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

4. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, น. 68) กล่าวว่า วิธีการและเครื่องมือวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบยุทธวิธีและเครื่องมือประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในการเก็บ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยทั่วไปมีจุดมุ่งหมาย 3 ประการคือเพื่อรู้จักผู้เรียน เพื่อ ประเมินวิธีเรียนของผู้เรียน และเพื่อประเมินพัฒนาการของผู้เรียน ผู้สอนสามารถเลือกใช้หรือ คิดค้นวิธีการวัดและประเมินผลให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการนำผลการประเมินไปใช้เพื่อ ตอบสนองความต้องการ 3 ประการ ดังกล่าวข้างต้น

วิธีการวัดและประเมินผลแบบเป็นทางการ (Formal Assessment) เป็นการได้มาซึ่งข้อมูลผลการเรียนรู้ที่นิยมใช้กันมาแต่ดั้งเดิม เช่น วัดและประเมินโดยการทดสอบ และใช้แบบสอบหรือแบบวัด (Test) ที่ครูสร้างขึ้นโดยการเก็บข้อมูลดังกล่าวส่วนใหญ่ใช้ในการวัดและประเมินที่ได้ผลเป็นคะแนนและนำไปใช้ในการเปรียบเทียบ เช่น เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อดูพัฒนาการหรือใช้เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละหน่วย การเรียนรู้หรือรายวิชา

วิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลแบบเป็นทางการเหมาะสำหรับการประเมินเพื่อตัดสิน มากกว่าที่จะใช้เพื่อประเมินพัฒนาการผู้เรียน หรือเพื่อหาจุดบกพร่องสำหรับ นำไปปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน อย่างไรก็ตาม วิธีการและเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ผลการเรียนรู้แบบเป็นทางการที่ให้ข้อมูลสารสนเทศในเชิงปริมาณมีข้อสังเกตที่ผู้สอนต้อง ระมัดระวังใน

การนำไปใช้เพื่อให้ได้ผลการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ เป็นตัวแทนของระดับความสามารถ ที่แท้จริงของผู้เรียน คือ ข้อมูลต้องได้มาจากวิธีการวัดที่ถูกต้อง เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง สามารถวัดได้ตรงตามสิ่งที่ ต้องการวัด และมีความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ผลการวัดมีความคงเส้นคงวา เมื่อมีการวัดซ้ำ โดยใช้เครื่องมือคู่ขนาน หรือเมื่อวัดในระยะเวลาใกล้เคียงกันและวิธีการวัดมีความโปร่งใสสามารถ ตรวจสอบและเชื่อถือได้ (Acceptable)

วิธีการวัดและประเมินผลแบบไม่เป็นทางการ (Informal Assessment) เป็นการได้มาซึ่งข้อมูลผลการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นรายบุคคล จากแหล่งข้อมูลหลากหลายที่ผู้สอนเก็บ รวบรวม ตลอดเวลา วิเคราะห์ข้อมูล ศึกษาความพร้อมและพัฒนาการของผู้เรียน ปรับการเรียน การสอนให้เหมาะสม และแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน ลักษณะของข้อมูลที่ได้นอกจากตัวเลขหรือข้อมูลเชิงปริมาณแล้ว อาจเป็นข้อมูลบรรยายลักษณะพฤติกรรมที่ผู้สอนเฝ้าสังเกต หรือ ผลการเรียนรู้ในลักษณะคำอธิบายระดับพัฒนาการ จุดแข็ง จุดอ่อน หรือปัญหาของผู้เรียนที่พบจาก การสังเกต สัมภาษณ์หรือวิธีการอื่น ๆ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระ ผลการเรียนรู้ด้านการอ่าน คิด วิเคราะห์และเขียน ผลการพัฒนาพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์และผลการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนนั้น มีความเหมาะสมกับวิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลแบบไม่เป็นทางการนี้ ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ช่วยให้ผู้สอนเข้าใจพฤติกรรมของผู้เรียนได้อย่างลึกซึ้งซึ่งกว่าการประเมินแบบเป็นทางการ และเป็นวิธีการที่ยืดหยุ่น ตามสถานการณ์และบริบท

จากวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นวิธีการที่วัดเพื่อให้ผู้สอนได้ทำการเก็บรวบรวมที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเพราะการวัดผลและประเมินผลทุกครั้งจะทำให้ทราบว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้หรือไม่ ผู้สอนสามารถเลือกวิธีการวัดผลและประเมินผลเพื่อให้ทราบผลได้ถูกต้องและแม่นยำ

5. กระบวนการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, น. 74-75) กล่าวว่า สิ่งที่ผู้สอนต้องวัดและประเมินผล การเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือ (1) ผลการเรียนรู้ใน 8 กลุ่มสาระ (2) ผลการเรียนรู้ด้านการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน (3) ผลการเรียนรู้ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรอย่างน้อย 8 ประการ และ (4) ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร 4 ประการดังกล่าวข้างต้น มีที่มาจากองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย โดยทั้ง 3 ด้าน มีลักษณะสำคัญที่สามารถนำมาอธิบายโดยสังเขปดังนี้คือ

1) ผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย หมายถึงข้อมูล สารสนเทศ หลักฐานต่าง ๆ ที่แสดงถึงความสามารถด้านสติปัญญา 6 ด้าน คือความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์โดยพฤติกรรมที่สะท้อนว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยได้แก่การบอกเล่าอธิบาย หรือเขียนแสดงความคิดรวบยอดโดยการตอบคำถาม เขียนแผนภูมิ แผนภาพ นำเสนอแนวคิดขั้นตอนในการแก้ปัญหา การจัดการ การออกแบบประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์ชิ้นงาน เป็นต้น

2) ผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย หมายถึง ข้อมูล สารสนเทศ ที่สะท้อนความสามารถด้านการเรียนรู้ในการจัดการอารมณ์ ความรู้สึก ค่านิยม คุณธรรม จริยธรรม และเจตคติโดยพฤติกรรมที่สะท้อนว่าผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยคือผู้เรียนมีการแสดงอารมณ์ความรู้สึกในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเหมาะสมตามบรรทัดฐาน ของสังคม มีความสามารถในการตัดสินใจเชิงจริยธรรม และมีค่านิยมพื้นฐานที่ได้รับการปลูกฝังโดยแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนให้เห็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์อย่างน้อย 8 ประการ ตามที่ หลักสูตรกำหนด

3) ผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย หมายถึงข้อมูล สารสนเทศที่แสดงถึงทักษะ การปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายซึ่งเกิดจากการประสานงาน ของสมองและกล้ามเนื้อที่ใช้งานอย่างคล่องแคล่วประสานสัมพันธ์กัน

แนวทางการวัดและประเมินผลตามที่หลักสูตรได้กำหนดให้มีทั้งหมด 3 ด้าน ซึ่งได้ ครอบคลุมการวัดผลและประเมินผลของผู้เรียนครบทุกด้าน ทำให้ผู้เรียนได้ทราบถึงพฤติกรรมของ ผู้เรียนในทุกด้านซึ่งเป็นพื้นฐานที่สะท้อนความสามารถของผู้เรียนในทุกด้าน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะติดตัว ผู้เรียนในการเรียนระดับที่สูงขึ้น

6. แนวทางการวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, น. 18) กล่าวว่า การวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนด้วยวิธีการที่ หลากหลาย พิจารณาได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ด้านความรู้ความคิด ความรู้ความคิดในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นการพัฒนาสมรรถภาพของผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 2.5 สมรรถภาพของผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ

สมรรถภาพ	พฤติกรรมที่แสดงออก
1. ความจำ	จำได้ ระลึกได้ ดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ในหน่วยความจำ ระยะยาวออกมา
2. ความเข้าใจ	อธิบาย ตีความ ยกตัวอย่างประกอบ และสรุปได้
3. การนำไปใช้	ดำเนินการหรือใช้ระเบียบวิธีการภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้
4. การวิเคราะห์	บอกความแตกต่าง จัดโครงสร้าง และระบุคุณลักษณะได้
5. การประเมินค่า	ตรวจสอบ วิพากษ์วิจารณ์ โดยอาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐาน
6. คิดสร้างสรรค์	สามารถวางแผน สร้าง ผลิตรวมส่วนประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ด้วยรูปแบบใหม่ ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุผล

ที่มา: คราฟท์, 2002, น. 214

2) ทักษะกระบวนการ สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2538, น. 1-6) กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน นอกจากจะมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์แล้วยังมุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะในการ คิดคำนวณควบคู่กัน ไปการพัฒนาทักษะการคิดคำนวณแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกเป็นการคิดคำนวณโดยประมาณ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในสังคมปัจจุบันลักษณะที่สองคือการหาค่า ตอบที่แท้จริงซึ่งมีความสำคัญ และจำเป็นเช่นเดียวกันกับการหาคำตอบโดยการประมาณ การฝึกให้นักเรียนหาคำตอบที่แท้จริงควรฝึกคิดด้วยวิธีการทดแทนหลาย ๆ วิธีเพื่อช่วยให้สามารถหาคำตอบได้ง่ายขึ้น จากทั้งสองลักษณะนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่ไม่มุ่งฝึกทักษะการคิดตามแบบอย่างเดียวแต่ยังเป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดที่หลากหลายไม่ยึดติดในรูปแบบ ไม่มีกำหนดตายตัวว่าการหาคำตอบต้องใช้วิธีการนั้นวิธีการนี้เท่านั้น แต่เด็กสามารถผสมผสานความรู้ที่เรียนมารวมกับความสามารถในการคิด เพื่อให้ได้คำตอบ อย่างถูกต้องรวดเร็ว

แนปป์ (Knapp, 2005, น. 1-20) กล่าวว่าหลักการประเมินทักษะการคิดคำนวณโดยสรุปมีดังนี้ (1) การคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอน (2) การตรวจสอบตัวเลขที่ได้จากการคิดคำนวณ เช่น ตำแหน่งหรือหลัก ของตัวเลข (3) ความถูกต้องในการใช้เครื่องหมาย และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (4) รูปแบบวิธีการคำนวณที่หลากหลาย (5) การตรวจสอบความผิดพลาดในการคิดคำนวณ (6) ความรวดเร็วในการคิดคำนวณ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, น. 19) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการเป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของแต่ละทักษะ ดังนี้

ตารางที่ 2.6 การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการ	การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะ
1) การแก้ปัญหา	1) ทำความเข้าใจกับปัญหาโดยระบุประเด็นปัญหา กำหนดตัวแปรและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2) สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้ 3) ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ 4) ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา 5) ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา
2) การให้เหตุผล	1) รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา 2) เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลและลงข้อสรุป 3) ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

รอมเบิร์ก (Romberg, 1992, น. 322) กล่าวว่าขั้นตอนการประเมินทักษะการแก้ปัญหา มี ดังนี้ (1) เข้าใจปัญหาของภาระงาน (2) วิธีการเลือกวิธีการ ขั้นตอน กลยุทธ์ (3) การใช้วิธีการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การวิเคราะห์และการตรวจสอบในการแก้ปัญหา(4) การสรุปคำตอบ การสังเกต การแสดงความสัมพันธ์

3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนที่ได้จากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วย 1) การทำงานร่วมกัน 2) มีระเบียบวินัย 3) มีความรอบคอบ 4) มีความรับผิดชอบ 5) มีวิจารณญาณ 6) มีความเชื่อมั่นในตนเองและ 7) ตระหนักคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ดังนี้

3.1) เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ แบบเกณฑ์ย่อยตามรายการประเมิน ประกอบด้วย (1) การทำงานร่วมกัน (2) มีระเบียบวินัย (3) มีความรอบคอบ (4) มีความรับผิดชอบ (5) มีวิจารณญาณ (6) มีความเชื่อมั่นในตนเอง (พิชญ์สินี ชมพุดำ, 2556, น. 191- 193)

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านการทำงานร่วมกัน

ด้านการทำงานร่วมกัน	
คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การประเมิน
3 (ดี)	1) ร่วมกำหนดเป้าหมายของกลุ่มอย่างจริงจัง 2) ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายและข้อตกลงของกลุ่มจนสำเร็จ 3) มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับกลุ่มด้วยความเอาใจใส่และแสดงความคิดเห็นโดยคำนึงความรู้สึกของคนอื่นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
2 (พอใช้)	1) ร่วมกำหนดเป้าหมายของกลุ่มอย่างจริงจัง 2) ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายและข้อตกลงของกลุ่มจนสำเร็จ 3) มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับกลุ่มด้วยความเอาใจใส่และแสดงความคิดเห็นโดยคำนึงความรู้สึกของคนอื่นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในบางประเด็น
1 (ปรับปรุง)	1) ร่วมกำหนดเป้าหมายของกลุ่ม 2) แต่ไม่ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายและข้อตกลงของกลุ่ม 3) ขาดการแสดงความคิดเห็นและไม่ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านมีระเบียบวินัย

ด้านการมีระเบียบวินัย	
คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การประเมิน
3 (ดี)	1) ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดร่วมกันทุกครั้ง 2) สมุด/ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย
2 (พอใช้)	1) ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดร่วมกันเป็นส่วนใหญ่ 2) สมุด/ชิ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย
1 (ปรับปรุง)	1) ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดร่วมกันบางครั้ง 2) สมุด/ชิ้นงาน ไม่สะอาดเรียบร้อย

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านมีความรอบคอบ

ด้านความรอบคอบ	
คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การประเมิน
3 (ดี)	1) มีการตรวจสอบคำตอบ หรือผลงาน/ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย ครบถ้วน สมบูรณ์ทุกครั้ง ทุกขั้นตอน จัดเรียงลำดับความสำคัญ ก่อนหลังถูกต้องครบถ้วน 2) ถูกต้อง ครบ สมบูรณ์ ทุกขั้นตอน ผลงานอยู่คุณภาพดี
2 (พอใช้)	1) มีการตรวจสอบคำตอบ หรือผลงาน/ชิ้นงาน แต่ยังมีข้อผิดพลาด จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อนหลังได้ส่วนใหญ่ 2) ถูกต้อง ครบ สมบูรณ์ ทุกขั้นตอน ส่วนใหญ่ผลงานอยู่คุณภาพพอใช้
1 (ปรับปรุง)	1) ไม่มีการตรวจสอบคำตอบ หรือผลงาน/ชิ้นงาน ถูกต้องครบถ้วน บางส่วน พบข้อผิดพลาดมาก ไม่มีการจัดเรียงลำดับความสำคัญ 2) มีข้อผิดพลาดแก้ไข ไม่ครบสมบูรณ์ ตามขั้นตอน ผลงานอยู่ในคุณภาพต้องให้คำชี้แนะ ปรับปรุง

ตารางที่ 2.10 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านความรับผิดชอบ

ด้านความรับผิดชอบ	
คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การประเมิน
3 (ดี)	1) ทำงานตามหน้าที่ที่รับผิดชอบ มีความพยายามแก้ปัญหาอย่างเต็มความสามารถตนเองทุกครั้ง 2) ปฏิบัติงานเสร็จสมบูรณ์และส่งตามเวลาที่กำหนด
2 (พอใช้)	1) ทำงานตามหน้าที่ที่รับผิดชอบ บางครั้งไม่แก้ปัญหาด้วยตนเอง 2) ปฏิบัติงานเสร็จสมบูรณ์ แต่ส่งช้าเวลาที่กำหนดเล็กน้อย
1 (ปรับปรุง)	1) ทำงานตามหน้าที่ที่รับผิดชอบ ส่วนใหญ่ไม่แก้ปัญหาด้วยตนเอง 2) ปฏิบัติงานเสร็จสมบูรณ์ และส่งช้าเวลาที่กำหนดมาก ต้องตักเตือน

ตารางที่ 2.11 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านการมีวิจรรย์ญาณ

ด้านการมีวิจรรย์ญาณ	
คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การประเมิน
3 (ดี)	1) ปฏิบัติงานหรือแสดงวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด ปฏิบัติงานทุกขั้นตอนที่จำเป็น ตัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญ/ไม่จำเป็นออก 2) เลือกวิธีการดำเนินงานหรือหาคำตอบได้อย่างเหมาะสม
2 (พอใช้)	1) ปฏิบัติงานหรือแสดงวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดในส่วนใหญ่ ปฏิบัติงานทุกขั้นตอนที่จำเป็น ตัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญ/ไม่จำเป็นออกได้บ้าง 2) เลือกวิธีการดำเนินงานหรือหาคำตอบได้ส่วนใหญ่เหมาะสม
1 (ควรปรับปรุง)	1) ปฏิบัติงานหรือแสดงวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดในส่วนน้อย ส่วนใหญ่ไม่สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญ/ไม่จำเป็นออก 2) เลือกวิธีการดำเนินงานหรือหาคำตอบส่วนใหญ่ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 2.12 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านความเชื่อมั่นในตนเอง

ด้านความเชื่อมั่นในตนเอง	
คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การประเมิน
3 (ดี)	1) กล้าแสดงออกหรือแสดงความคิดเห็นหรือนำเสนองานและตอบคำถาม แสดงความเป็นผู้นำได้ทั้งในหรือนอกชั้นเรียน 2) ทำงานหรือสรุปผลงานด้วยตนเองได้ถูกต้องและหาเหตุผลโต้แย้ง เมื่อมีคำตอบไม่ตรงกับตนเอง
2 (พอใช้)	1) กล้าแสดงออกหรือแสดงความคิดเห็นหรือนำเสนองานและตอบคำถามโดยต้องมีการกระตุ้นหรือมีเพื่อน แต่ไม่แสดงความเป็นผู้นำได้ทั้งในหรือนอกชั้นเรียน 2) ทำงานหรือสรุปผลงานด้วยตนเองได้ถูกต้องและหาเหตุผลโต้แย้งได้บ้างเมื่อมีคำตอบไม่ตรงกับตนเอง
1 (ปรับปรุง)	1) ไม่แสดงออกหรือแสดงความคิดเห็นหรือนำเสนองานและตอบคำถาม จะทำได้บ้างเมื่อมีกลุ่มเพื่อน แต่ไม่ใช่ผู้นำทั้งในหรือนอกชั้นเรียน 2) ทำงานหรือสรุปผลงานด้วยตนเองได้ไม่ถูกต้องและหาเหตุผลโต้แย้งไม่ได้ เมื่อมีคำตอบไม่ตรงกับตนเอง

ตารางที่ 2.13 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบองค์รวม

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดี)	สามารถปฏิบัติงานทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย มีวิจรรย์ญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง
2 (พอใช้)	สามารถปฏิบัติงานทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำ หรือคำชี้แนะได้อย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย มีวิจรรย์ญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้จะต้องกระทำให้ครอบคลุมสมรรถภาพที่พึงประสงค์ทั้ง 3 ด้าน โดยลักษณะของการประเมินที่เป็นไปได้มี ดังนี้

1) การประเมินโดยผู้สอนเป็นการประเมินผลการเรียนรู้โดยผู้สอนเป็นผู้สร้างเครื่องมือและเป็นผู้วัดผลประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

2) การประเมินโดยผู้สอนและผู้เรียนเป็นการประเมินผลการเรียนรู้โดยผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนดเป้าหมาย ขอบเขต และเกณฑ์ต่าง ๆ ของการประเมินรวมทั้ง ประเมินผลงานร่วมกัน

3) การประเมินโดยผู้เรียนเป็นการประเมินผลการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดเป้าหมายขอบเขต และสร้างผลงาน รวมทั้งประเมินผลงานด้วยตนเอง

จากการประเมินทั้ง 3 ลักษณะผู้เรียนสามารถให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องความร่วมมือการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละครั้งได้

7. การดำเนินการวัดและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

นักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2552, น. 3) กล่าวว่าพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้และการประเมินผู้เรียน เพื่อให้ผ่านเกณฑ์ตามที่สถานศึกษากำหนดทุกระดับการศึกษา

เมื่อสถานศึกษาแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์แล้วครูที่รับผิดชอบการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาผู้เรียนจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน นิยาม ตัวชี้วัดพฤติกรรมบ่งชี้และเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อพิจารณาว่าตัวชี้วัดนั้นครอบคลุม และสอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของวิชา งาน กิจกรรมที่รับผิดชอบหรือไม่อย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีหลักการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาแนวปฏิบัติในการพัฒนาผู้เรียนว่าจะดำเนินการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้วยวิธีใดดังต่อไปนี้ คือ

- 1) บูรณาการในกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระ
- 2) จัดในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
- 3) จัดโครงการเพื่อพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 4) ปลูกฝังคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยสอดแทรกในกิจวัตรประจำวันของ

สถานศึกษา

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียนก่อนการพัฒนา

ขั้นตอนที่ 5 สร้างหรือเลือกเครื่องมือที่เหมาะสม/สอดคล้องกับแนวปฏิบัติที่เลือก
ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 6 ดำเนินการพัฒนาผู้เรียนตามแนวทางที่กำหนดไว้และประเมิน
เป็นระยะ ๆ ผู้เรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ให้ปรับปรุงพัฒนา แล้วประเมินตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

ขั้นตอนที่ 7 รายงานผลการพัฒนาต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวัดและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนนั้น เป็นสิ่งที่
ผู้สอนต้องมีการประเมินผู้เรียนตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ให้ เพื่อให้ทราบถึงผลการเรียนของ
ผู้เรียนตามเกณฑ์ของสถานศึกษา

8. การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 96) กล่าวว่า
การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินจากผลงานหรือผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนตาม
หลักฐาน ร่องรอยหรือผลที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง เช่น
การทดลอง การบันทึก และการรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แสดงถึงสมรรถภาพที่แท้จริงหรือ
ใกล้เคียงกับความเป็นจริงของผู้เรียน

1) เครื่องมือการวัดและการประเมินผลตามสภาพจริงสำนักงานคณะกรรมการ
การประถมศึกษาแห่งชาติ (2542, น. 184 - 193) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นการกระทำ
การแสดงออกหลาย ๆ ด้าน ของนักเรียนตามสภาพความเป็นจริงทั้งในและนอกห้องเรียน มีวิธีการ
ประเมินโดยสังเขปดังนี้

1.1) การสังเกต เป็นวิธีการที่นิยมวิธีหนึ่งในการเก็บข้อมูลพฤติกรรมด้าน
การใช้ความคิด การปฏิบัติงาน และโดยเฉพาะด้านอารมณ์ ความรู้สึก และลักษณะนิสัยสามารถทำ
ได้ ทุกเวลา ทุกสถานที่ทั้งในห้องเรียน นอกห้องเรียน หรือในสถานการณ์อื่นนอกโรงเรียน

วิธีการสังเกตทำได้โดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ การสังเกตโดยตั้งใจหรือมี
โครงการสร้างหมายถึงครูกำหนดพฤติกรรมที่ต้องสังเกต ช่วงเวลาสังเกตและวิธีการสังเกต
(เช่น สังเกตคนละ 3-5 นาทีเวียนไปเรื่อย ๆ) อีกวิธีหนึ่งคือการสังเกตแบบไม่ตั้งใจ หรือไม่มี
โครงสร้าง ซึ่งหมายถึงไม่มีการกำหนดรายการสังเกตไว้ล่วงหน้า ครูอาจมีกระดานแผ่นเล็ก ๆ ติดตัว
ไว้ตลอดเวลาเพื่อบันทึกเมื่อพบพฤติกรรมที่แสดงออกที่มีความหมาย หรือสะท้อนความสนใจของ
ครู การบันทึกอาจทำได้โดยย่อก่อนแล้วขยายความสมบูรณ์ภายหลังวิธีการสังเกตที่ดีควรใช้ทั้งสอง
วิธี เพราะการสังเกตโดยตั้งใจ อาจทำให้ละเลยมองข้ามพฤติกรรมที่น่าสนใจแต่ไม่มีในรายการที่
กำหนด ส่วนการสังเกตโดยไม่ตั้งใจอาจทำให้ครูขาดความชัดเจนว่าพฤติกรรมใด การแสดงออกใด

ที่ควรแก่การสนใจและบันทึกไว้ เป็นต้น ข้อเตือนใจสำหรับการใช้วิธีสังเกต คือ ต้องสังเกตหลาย ๆ ครั้งในหลาย ๆ สถานการณ์ (การเรียนรู้ การทำงานตามลำพัง การทำงานกลุ่ม การเล่นเกม การเข้าสังคมกับเพื่อน การวางตัว ฯลฯ) เมื่อมีเวลาผ่านไประยะหนึ่ง ๆ (2 - 3 สัปดาห์) จึงนำข้อมูลเหล่านี้ มาเพื่อพิจารณาสักครั้งหนึ่ง

เครื่องมืออื่น ๆ ที่ใช้ประกอบการสังเกต ได้แก่แบบตรวจสอบรายการ แบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบบันทึกกระบวนสะสม เป็นต้น การสัมภาษณ์เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้เก็บข้อมูลพฤติกรรมด้านต่างได้ดี เช่น ความคิด (สติปัญญา) ความรู้สึก กระบวนการขั้นตอนในการทำงาน วิธีแก้ปัญหา ฯลฯ อาจใช้ ประกอบการสังเกตเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มั่นใจมากยิ่งขึ้น

1.2) การตรวจงานเป็นการวัดและประเมินผลที่เน้นการนำผลการประเมินไปใช้ทันทีใน 2 ลักษณะ คือ เพื่อการช่วยเหลือนักเรียนและเพื่อปรับปรุงการสอนของครูจึงเป็นการประเมินที่ควรดำเนินการตลอดเวลา เช่น การตรวจแบบฝึกหัด ผลงานภาคปฏิบัติโครงการ/โครงการต่าง ๆ เป็นต้น งานเหล่านี้ควรมีลักษณะที่ครูสามารถประเมินพฤติกรรมระดับสูงของนักเรียนได้เช่น แบบฝึกหัดที่เน้นการเขียนตอบ เรียบเรียง สร้างสรรค์ (ไม่ใช่แบบฝึกหัดที่เลียนแบบข้อสอบเลือกตอบซึ่งมักประเมินได้เพียงความรู้ความจำ) งาน โครงการ โครงการ ที่เน้น ความคิด ขั้นสูงในการวางแผนจัดการ ดำเนินการ และแก้ปัญหาสิ่งที่ควรประเมินควบคู่ไปด้วยเสมอในการตรวจงาน (ทั้งงานเขียนตอบและปฏิบัติ) คือลักษณะนิสัยและคุณลักษณะที่ดีในการทำงาน

ข้อเสนอแนะบางประการเกี่ยวกับการตรวจงาน

โดยปกติครูมักประเมินนักเรียนทุกคนจากงานที่ครูกำหนดขึ้นเดียวกัน ครูควรมีความยืดหยุ่นการประเมิน จากการตรวจงานมากขึ้น ดังนี้

(1) ไม่จำเป็นต้องนำชิ้นงานทุกชิ้นมาประเมิน อาจเลือกเฉพาะชิ้นงานที่นักเรียนทำได้ดีและบอกความหมาย ความสามารถของนักเรียนตามลักษณะที่ครูต้องการประเมินได้ วิธีนี้เป็นการเน้น “จุดแข็ง” นับเป็นการเสริมแรง สร้างแรงกระตุ้นให้นักเรียนพยายามผลิตงานที่ดี ๆ ออกมามากขึ้น

(2) จากแนวคิดตามข้อ 1 ชิ้นงานที่หยิบมาประเมินของแต่ละคนจึงไม่จำเป็นต้องเป็นเรื่องเดียวกัน เช่น นักเรียนคนที่ 1 งานที่ (ทำได้ดี) ควรหยิบมาประเมินอาจเป็นงานชิ้นที่ 2, 3, 5 ส่วนนักเรียนคนที่ 2 งานที่ควรหยิบ มาประเมินอาจเป็นงานชิ้นที่ 1, 2, 4 เป็นต้น

(3) อาจประเมินชิ้นงานที่นักเรียนทำนอกเหนือจากที่ครูกำหนดก็ได้ก็ได้อ แต่ต้องมั่นใจว่า เป็นสิ่งที่นักเรียนทำเองจริง ๆ เช่น สิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนทำเองที่บ้าน และนำมาใช้ที่โรงเรียนหรืองานเลือกต่าง ๆ ที่นักเรียนทำขึ้นเองตามความสนใจ เป็นต้น การใช้ข้อมูลหรือ

หลักฐานผลงานอย่างกว้างขวางจะทำให้ครูรู้จักนักเรียนมากขึ้น และประเมินความสามารถของนักเรียนตามสภาพที่แท้จริงของเขาได้แม่นยำยิ่งขึ้น

(4) ผลการประเมิน ไม่ควรบอกเป็นคะแนนหรือระดับคุณภาพที่เป็นเฉพาะตัวเลขอย่างเดียวแต่ควรบอกความหมายของผลคะแนนนั้นด้วย

1.3) การรายงานตนเอง เป็นการให้นักเรียนเขียนบรรยายหรือตอบคำถามสั้น ๆ หรือตอบแบบสอบถามที่ครูสร้างขึ้น เพื่อสะท้อนถึงการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งความรู้ความเข้าใจ วิธีคิด วิธีทำงานความพอใจในผลงาน ความต้องการพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้น

1.4) การใช้บันทึกจากผู้ที่เกี่ยวข้องเป็นการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนผลงานนักเรียน โดยเฉพาะความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนจากแหล่งต่าง ๆ เช่น

จากเพื่อนครู – โดยประชุมแลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน (ประเมินเดือนละครั้ง)

จากเพื่อนนักเรียน – โดยจัดชั่วโมงสนทนา วิพากษ์ผลงาน (นักเรียนต้องได้รับคำแนะนำมาก่อนเกี่ยวกับหลักวิธีวิจารณ์เพื่อการสร้างสรรค์)

จากผู้ปกครอง – โดยจดหมายสารสัมพันธ์ที่ครู หรือโรงเรียนกับผู้ปกครอง มีถึงกันโดยตลอดเวลา โดยการประชุมผู้ปกครองที่โรงเรียนจัดขึ้น หรือโดยการตอบ แบบสอบถาม สั้น ๆ

1.5) การใช้ข้อสอบแบบเน้นการปฏิบัติจริงในกรณีที่ต้องการใช้แบบทดสอบ ข้อเสนอแนะให้ใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่เน้นการปฏิบัติจริง ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

1.5.1) ปัญหาต้องมีความหมายต่อผู้เรียน และมีความสำคัญเพียงพอที่จะแสดงถึงภูมิความรู้ของนักเรียนในระดับชั้นนั้น ๆ

1.5.2) เป็นปัญหาที่เลียนแบบสภาพจริงในชีวิตของนักเรียน

1.5.3) แบบสอบต้องครอบคลุมทั้งความสามารถและเนื้อหาตามหลักสูตร

1.5.4) นักเรียนต้องใช้ความรู้ความสามารถ ความคิดหลาย ๆ ด้านมาผสมผสาน และแสดงวิธีคิดได้เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน

1.5.5) ควรมีคำตอบถูกได้หลายคำตอบ และมีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี

1.5.6) มีเกณฑ์การให้คะแนนตามความสมบูรณ์ของคำตอบอย่างชัดเจน

1.6) การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงานแฟ้มสะสมงาน หมายถึง สิ่งที่ใช้สะสมงานของนักเรียนอย่างมีจุดประสงค์อาจเป็นแฟ้ม กล่องแผ่นดิสก์อัลบั้ม ฯลฯ ที่แสดงให้เห็นถึง

ความพยายาม ความก้าวหน้า และผลสัมฤทธิ์ในเรื่องนั้น ๆ หรือหลาย ๆ เรื่อง การสะสมนั้น นักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกเนื้อหา เกณฑ์การเลือกเกณฑ์การตัดสิน ความสามารถ/คุณสมบัติ หลักฐานการสะท้อนตนเอง

การประเมินผลโดยใช้แฟ้มสะสมงานเป็นวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง เพราะใช้การประเมินให้ผู้คิดอยู่กับ การสอนและมีนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอนที่ชัดเจน

วิธีการประเมินตามสภาพจริงที่ได้กล่าวแล้วนั้นการที่จะได้มาซึ่งผลการ เรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียน ครูควรใช้วิธีการเก็บข้อมูลหลาย ๆ วิธีผสมผสานกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายครอบคลุมพฤติกรรมทุกด้านและมีจำนวนมากเพียงพอที่จะประเมินผลที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนอย่างมั่นใจหลักเกณฑ์วิธีการให้คะแนนตามแนวทางการประเมินตามสภาพจริง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, น. 216-225) กล่าวว่า การประเมินผลตามสภาพจริงมีเครื่องมือประเมินที่หลากหลาย ซึ่งนำเสนอเป็นตัวอย่างเครื่องมือในการประเมิน ดังนี้

1) การสังเกตเป็นวิธีการที่กระทำได้ในทุกสถานการณ์และทุกสถานที่ที่ผู้สอนอาจกำหนดเครื่องมือและเกณฑ์ในการสังเกตหรืออาจไม่มีเครื่องมือในการสังเกตก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเด็นที่ต้องการประเมินผู้เรียนว่า มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการสังเกตระดับความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงออกมาน้อยเพียงใด และวิธีการสังเกตสามารถใช้ประเมินผลการเรียนรู้ทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ของผู้เรียน เช่น สังเกตในสถานที่ที่นักเรียนได้ลงไปศึกษาสภาพแหล่งน้ำ ในชุมชนหรือสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

2) การสัมภาษณ์เนื่องจากพฤติกรรมบางอย่างอาจสังเกตได้ไม่ชัดเจน ถูกต้อง ตรงต่อความเป็นจริง ผู้สอนจึงอาจใช้การสัมภาษณ์ช่วยเก็บข้อมูลเพิ่มเติม การสัมภาษณ์นี้เป็นวิธีการประเมินโดยตั้งคำถามอย่างง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนเกินไป สามารถสัมภาษณ์ผู้เรียนแต่ละคนได้ทั้งรูปแบบที่เป็นทางการหรือไม่เป็นทางการ นิยมใช้ประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจในระดับ ที่สูงกว่าความรู้ความจำ และด้านความรู้สึนึกคิดที่สะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อ ทศนคติ ค่านิยมที่ผู้เรียนยึดถือต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งรวมทั้งการเห็นคุณค่าในเรื่องต่าง ๆ เช่น ครูให้นักเรียนลงไปศึกษาการเลือกซื้อสินค้าของประชาชนเป็นกลุ่ม หลังจากศึกษาแล้วครูจึงสัมภาษณ์นักเรียนเป็นกลุ่มทั้งในด้านความรู้ความคิด เจตคติของผู้เรียนต่อการศึกษาและทักษะกระบวนการ ในการศึกษา

3) แบบสอบถาม เป็นการวัดผลที่ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือสอบถามซึ่งทำให้ประหยัดเวลาในการซักถาม โดยคำตอบที่ได้รับควรอยู่ในขอบเขตของเรื่อง que ผู้เรียนศึกษา เช่น การให้ผู้เรียนลงไปศึกษาระบบนิเวศในโรงเรียน

4) บันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้ ความคิด ความสามารถพิเศษ ความถนัด ความสนใจ และการแสดงออก ของ พฤติกรรมลักษณะต่าง ๆ ทั้งที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวางแผน การ เรียนรู้และแนวทางพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตามจุดหมายของหลักสูตร เช่น ให้นักเรียนลงไป ศึกษา วัฒนธรรมไทยในชุมชนแล้วให้นักเรียนหรือครูสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ว่าใช้กระบวนการในการศึกษาได้ถูกต้องหรือไม่

5) แบบทดสอบวัดความสามารถที่เป็นจริง (Authentic Test) เป็นวิธีการสร้าง ข้อสอบโดยใช้คำถามที่เกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือการสร้างความรู้ใหม่ จากความเข้าใจและประสบการณ์เดิม หรือจากสถานการณ์จำลองที่กำหนดขึ้นให้คล้ายคลึงกับ สถานการณ์จริง หรือเลียนแบบสภาพจริง เป็นต้น เช่น สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ โดยกำหนดสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้คิดและตอบเพื่อวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

6) การรายงานตนเอง เป็นวิธีการประเมินด้วยการให้ผู้เรียนเขียนบรรยาย ความรู้สึก หรือพูดแสดงความคิดเห็นออกมาโดยตรง เพื่อประเมินความรู้สึกนึกคิด ความเข้าใจและ ความต้องการของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนเข้าใจผู้เรียนแต่ละคนมากยิ่งขึ้นและสามารถ ประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการ รวมทั้งเจตคติต่อการเรียนรู้ของ ผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น เช่น ให้นักเรียนบรรยายความรู้สึกของตนเองที่ได้ลงไปใช้ภาษาอังกฤษใน การสื่อสารกับชาวต่างชาติในสถานการณ์จริงว่า มีความรู้สึกต่อการใช้ภาษาอังกฤษในการ สื่อสาร และรู้สึกอย่างไรต่อบุคคลเหล่านั้น

7) การสร้างจินตภาพ เป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้น ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น หรือปฏิบัติออกมา เพื่อให้ได้ข้อมูลว่า ขณะนั้นผู้เรียนมีความรู้สึกนึกคิดกับ เรื่องที่เรียนเป็น อย่างไร ซึ่งอาจตั้งคำถามให้นักเรียนสร้างจินตนาการโดยการต่อข้อความในประโยคต่อไปนี้ให้ สมบูรณ์

8) การใช้แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) เป็นการจัดเก็บตัวอย่างผลงานที่มีการ รวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ และกระทำอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงชั้นของหลักสูตรหรือโปรแกรม การ เรียน เพื่อใช้เป็นหลักฐานแสดงให้เห็นถึงความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ความเข้าใจ และ ทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนพัฒนาได้สำเร็จ รวมทั้งความถนัด ความสนใจ ความพยายาม แรงจูงใจ และ ความก้าวหน้าทางการเรียนที่สามารถนำมาประกอบการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนแต่ละ คนให้ มีความน่าเชื่อถือ (Reliability) มากยิ่งขึ้น เช่น ให้นักเรียนศึกษาประวัติบุคคลสำคัญในชุมชน แล้ว ให้นักเรียนทำเป็นแฟ้มสะสมผลงานประวัติของบุคคลเหล่านั้น

สามารถสรุปการวัดผลและประเมินผลตามสภาพจริงได้ว่า เป็นการเก็บข้อมูลของผู้เรียนจากสภาพจริงโดยเริ่มตั้งแต่การจัดการเรียนทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลและประเมินผลนั้นมีหลายด้าน ได้แก่ การสังเกต การสัมภาษณ์ การสังเกต การตรวจจากผลงานของผู้เรียน แบบสอบถาม ดังนั้นผู้สอนควรมีการเลือกเพื่อเครื่องมือในการวัดผลและประเมินให้ตรงกับผู้เรียนมากที่สุด

จากการศึกษาทฤษฎี / หลักการ / แนวคิด ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์แนวคิดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับผู้เรียนมากที่สุด สามารถสรุปได้ดังนี้ (1) ชื่อกิจกรรม (2) คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม (3) จุดประสงค์ (4) กิจกรรมการเรียนรู้ (5) ใบความรู้ (6) ใบกิจกรรม (7) แบบตรวจสอบการเรียนรู้ (8) แบบฝึกปฏิบัติ (9) ใบเฉลย (10) การประเมินผล นอกจากนี้ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้ดังนี้ (1) ขั้นเตรียม (2) ขั้นสอน (3) ขั้นกิจกรรมกลุ่ม (4) ขั้นประเมินผลงาน เมื่อทำการสังเคราะห์การสร้างชุดกิจกรรมจึงได้นำชุดกิจกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับสิ่งแวดล้อมภายในโดยได้มีการเชื่อมโยงเนื้อหา กระบวนการ รวมถึงคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่สามารถให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ ความเข้าใจ จากสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว รวมถึงสิ่งแวดล้อมได้อย่างใกล้ชิดส่งผลให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ทั้งหมด เมื่อผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีระบบและมีความชัดเจนส่งผลให้ผู้เรียนสามารถประสบความสำเร็จในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ได้กำหนดไว้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

สมชัย อินมียืน (2553) ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ เสริมด้วยแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลและแบบกลุ่มการแข่งขัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนเอกชนแห่งหนึ่ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี จำนวน 48 คน ที่ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ เสริมด้วยแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลและแบบกลุ่มเกมการแข่งขันมีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

2) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์เสริมด้วยแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลและแบบแบ่งกลุ่มการแข่งขันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์เสริมด้วยแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลและแบบกลุ่มเกมการแข่งขันมีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนคณิตศาสตร์

4) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์เสริมด้วยแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลและแบบกลุ่มเกมการแข่งขันมีความคงทนในการเรียนรู้

ลดาวัลย์ ไชยสัจย์ (2554) ทำการศึกษาการปฏิบัติการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเลิงนกทา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 28 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเลิงนกทาทำเภอเลิงนกทา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 28 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 94 คน ประกอบด้วยกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจำนวน 48 คนและกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 46 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบทดสอบท้ายวงจร 5) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน 6) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของครู 7) แบบสัมภาษณ์ 8) แบบบันทึกประจำวัน และ 9) แบบบันทึกการสังเกต ผลการวิจัยพบว่า

1) ปฏิบัติการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ โรงเรียนเลิงนกทา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 28 มีลักษณะเป็นบันไดวงเวียน 3 วงจร ประกอบด้วยวงจรที่ 1 การทดลองสู่ วงจรที่ 2 เหตุการณ์ และวงจรที่ 3 ความน่าจะเป็น ในแต่ละวงจรประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการตามแผน (Action) และขั้นการสังเกต (Observation) และ 3) ขั้นการสะท้อนผล (Reflection) การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TAI ประกอบด้วย 1) จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน 2) สมาชิกในกลุ่มได้รับเนื้อหาและศึกษาเนื้อหาพร้อมกัน 3) สมาชิกในกลุ่มจับคู่กันทำแบบฝึกหัด ถ้าใครทำแบบฝึกหัดได้ร้อยละ 75 ขึ้นไปให้ได้รับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้ายได้ ถ้ายังทำแบบฝึกหัดไม่ถึงร้อยละ 75 ให้ทำแบบฝึกหัดซ่อมจนกระทั่งได้แล้วจึงไปรับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้าย 4) สมาชิกในกลุ่มบ้านแต่ละคน นำคะแนนสอบรวบยอดมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

กลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดกลุ่มนั้นได้รับรางวัลผลการปฏิบัติการ พบว่าการจัดการแบบร่วมมือเทคนิค TAI เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลการทดลองทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สายไหม โพธิ์ศรี (2554) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้ชุดการเรียนรู้ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 3 ประชาอินดี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนเทศบาล 3 ประชาอินดี อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับดี

3) ความพึงพอใจกับการใช้ชุดการเรียนรู้ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ เรื่อง เศษส่วน อยู่ในระดับ มาก

บุญยานุช สุธสาข (2555) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน MARCE กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนเทศบาล 1 วัดพระงาม (สามัคคีพิทยา) ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน MARCE (2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง สถิติ (3) แบบสอบถามความคิดเห็น ผลการวิจัยพบว่า

1) ผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน MARCE สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน MARCE ในภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยมาก

พิรุณรัตน์ ขาวไชยมหา (2557) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย จังหวัดขอนแก่น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ (2) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม แบบบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบท้ายวงจร (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า

1) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (2) ขั้นสอน เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเป็นรายบุคคลตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอ่านโจทย์และทำความเข้าใจปัญหา โดยบอกสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์และสิ่งที่เป็นปัญหาหรือวัตถุประสงค์ ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนวางแผนหรือหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด ขั้นที่ 3 เน้นการตามแผน นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบที่ได้วางแผนไว้ ขั้นที่ 4 มองย้อนกลับตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ (3) ขั้นระดมสมองระดับกลุ่มย่อย (4) ขั้นไตร่ตรองระดับกลุ่มใหญ่เป็นขั้นที่นักเรียนออกมานำเสนอคำตอบหน้าชั้น (5) ขั้นสรุป เป็นการสรุปการเรียนรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 71.51 และนักเรียนจำนวนร้อยละ 72.92 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3) คะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ จากการทำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ พบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการจำแนก ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการประยุกต์ ทักษะการสรุปความ และทักษะการจัดหมวดหมู่ คิดเป็นร้อยละ 94.79, 90.63, 73.96, 65.63 และ 40.63 ตามลำดับ

ศศิชา ทรัพย์ล้วน (2555) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระปิยมหาราชรมณียเขต สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินพลังการเรียนรู้และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่าผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงของนักเรียนชั้น KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้ โดยภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนเห็นด้วยในระดับมาก เป็นลำดับที่ 1 รองลงมาได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ เป็นลำดับ สุดท้ายมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้ หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าผลการเรียนรู้ก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้ในระดับสูงทุกด้าน พลังการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค

สุกัญญา แยมกลีบ (2559) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับกลวิธีเมตาออกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลสาเกเหล็ก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 35 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า

1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 ชุด มีประสิทธิภาพ 8.67/77.50, 76.82/76.25, 78.75/76.25 และ 78.75/75.00 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

2) นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับกลวิธีเมตาออกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3) นักเรียนพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

จารุวรรณ ปะกิกา (2561) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และคุณลักษณะความรับผิดชอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 34 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดคุณลักษณะความรับผิดชอบ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.03/70.98 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) มีคุณลักษณะความรับผิดชอบโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.35$, S.D. = 0.09)

นิภาพรรณ สิงห์คำ (2561) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม “The Geometer’s Sketchpad (GSP)” เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนเชิงดาววิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน โดยเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม ออกแบบการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ชื่นนำเข้าสู่บทเรียน (2) ชื่นกิจกรรมการสอน (3) ชื่นศึกษากลุ่มย่อย (4) ชื่นตรวจผลงานและทดสอบ (5) ชื่นสรุป เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จำนวน 5 เล่ม (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) แบบประเมินด้านทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอและทักษะด้านการเชื่อมโยงความรู้ และ (4) แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์

โดยใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบศึกษากลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One Group Pre-test Post-test Design) ผลการวิจัยพบว่า

1) การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่โปรแกรม “The Geometer’s Sketchpad (GSP)” เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ เล่มที่ 1 เรื่อง กรพื่นฐานการแปลงทางเรขาคณิตโดยโปรแกรม “The Geometer’s Sketchpad (GSP)” เล่มที่ 2 เรื่อง การเลื่อนขนาด เล่มที่ 3 เรื่อง การสะท้อน เล่มที่ 4 เรื่องการหมุน และเล่มที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ใช้รวม 5 เล่ม ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เท่ากับ 81.60/80.34 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม “The Geometer’s Sketchpad (GSP)” ด้านความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอ และทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ในภาพรวมนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

3) ผลการประเมิน ทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจากการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม “The Geometer’s Sketchpad (GSP)” พบว่า นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 50 มีทักษะความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ประภาศิริ ปราโมทย์ (2561) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกม เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 2 และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านสันกลาง จำนวน 1 ห้องเรียน 18 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม และใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกม เรื่อง การบวก การลบ และการคูณทศนิยมจำนวน 4 ชุด (2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ (3) แบบประเมินด้านทักษะการคิดคำนวณ และทักษะการแก้ปัญหา และ(4) แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1) การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกม เรื่อง การบวก การลบ และการคูณทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่

ที่ 5 ได้แก่ ชุดที่ 1 เรื่อง การบวกทศนิยม ชุดที่ 2 เรื่อง การลบทศนิยม ชุดที่ 3 เรื่อง การคูณทศนิยม และชุดที่ 4 เรื่อง การบวก การลบ การคูณระคนของทศนิยม รวม 4 ชุด ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เท่ากับ 85.37/79.01 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

2) ผลการเรียนรู้ เรื่อง การบวก การลบ และการคูณทศนิยม โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกม ด้านความเข้าใจ ด้านการวิเคราะห์ และด้านทักษะกระบวนการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผลการประเมินด้านทักษะการคิดคำนวณ และทักษะการแก้ปัญหา ในภาพรวมนักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับดี

3) ผลการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการเรียนเรื่อง การบวก การลบ และการคูณทศนิยม โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกม ด้านการทำงานร่วมกัน ด้านความรอบคอบ และด้านความรับผิดชอบ อยู่ในระดับดี และด้านตระหนักคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน อยู่ในระดับค่อนข้างดี

รจนา ลีประโคน (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณหารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มที่ศึกษาได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสังเกตงานวิจัย แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ และแบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า

1) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณหารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ควรใช้ 3 เทคนิค คือ เทคนิค LT เทคนิค TAI และเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)

2) ผลการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณหารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.27/76.21

3) หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณหารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณหารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจในการเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

จากงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง พบว่า การใช้ชุดกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของชุดกิจกรรมทุกชุดได้ดียิ่งขึ้น ในขณะเดียวกัน

ผู้เรียนสามารถเป็นผู้มีความคิดอย่างมีระบบ มีขั้นตอน มีหลักการที่จะตัดสินใจรวมถึงสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นพื้นฐานให้ผู้เรียนได้รู้จักบทบาทหน้าที่ ขอมรับการแสดงความคิดเห็นของสมาชิกภายในกลุ่ม การนำการบูรณาการสิ่งแวดล้อมเข้ามาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่ในส่วนของเนื้อหาได้

2. งานวิจัยต่างประเทศ

ทราน (Tran, 2014, p.131-140) ทำการศึกษาเชิงทดลองผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเก็บความรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อวิชาจิตวิทยาในช่วง 8 สัปดาห์ของการสอนที่มหาวิทยาลัยอันเกียงนักเรียนระดับอุดมศึกษาเหล่านี้ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มที่จับคู่จากที่จะสอนโดยอาจารย์ผู้สอนเดียวกัน กลุ่มทดลองใช้การเรียน 55 แบบร่วมมือ ในขณะที่กลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่าหลังจากนักเรียนประมาณ 8 สัปดาห์ที่ได้รับคำแนะนำโดยใช้การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเก็บความรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับคำแนะนำโดยใช้การสอนแบบบรรยาย การศึกษาสนับสนุนประสิทธิผลของการเรียนแบบร่วมมือในการศึกษาระดับอุดมศึกษาของเวียดนาม

เจบสัน (Jebson, 2012, p. 107) ทำการศึกษาผลกระทบของวิธีการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อประสิทธิภาพของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โรงเรียนมัธยมศึกษาบางแห่งที่เลือก มั่นจางนักเรียนหนึ่งร้อยยี่สิบคนที่เลือกจากประชากรทั้งหมดของนักเรียนที่เสนอคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (SS 2) ระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนที่เลือก ใช้การออกแบบการวิจัยกึ่งทดลองและกลุ่มตัวอย่างถูกจัดกลุ่มเป็นกลุ่ม A และ B ชื่อกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ ระยะเวลาการทดลองคือสี่สัปดาห์โดยมีการส่งบทเรียนทั้งหมดสิบหกชั่วโมงสำหรับแต่ละกลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือขณะที่กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยใช้วิธีการปกติ การทดสอบทางคณิตศาสตร์ของการคูณ (MTAS) ได้รับการบริหารจัดการกับกลุ่มและผลการวิเคราะห์โดยใช้การทดสอบที การวิเคราะห์พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าความแตกต่างระหว่างเพศหรือเพศไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการทำงานของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์เมื่อสอนโดยใช้หรือไม่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ ($p < 0.05$) ผลการวิจัยโดยทั่วไปพบว่ากลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพดีกว่ากลุ่มควบคุม นี่ก็หมายความว่าวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ดังนั้นจึงขอแนะนำให้ครูคณิตศาสตร์ควรทำงานร่วมกันเพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อการปฏิบัติงานของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในวิชาคณิตศาสตร์

สุริยะและศยาปุตรา (Surya, and Syahputra, 2017, p.12-20) ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดระดับสูงโดยการพัฒนาวิธีการเรียนรู้ PBL เกี่ยวกับคณิตศาสตร์การเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงความสามารถในการคิดระดับสูงโดยการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามปัญหาของนักเรียนมัธยมปลาย ประเภทการศึกษาคือ การพัฒนางานวิจัย เรื่องของการเผยแพร่ประกอบด้วย 3 อำเภอ / เมืองใน “North Sumatera” ได้แก่ “SMK Negeri 6 Medan”, “MAN Deli Serdang Distric” และ “SMA Yapim Taruna Langkat Distric”, “SMA YPK Medan City” เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้คือแนวทางการสังเกตแบบสอบถามคำแนะนำในการสัมภาษณ์หนังสือเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 11 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหนังสือคู่มือสำหรับครูเครื่องมือเตรียมสอบและแบบทดสอบหลังเรียน การพัฒนาแบบจำลองนั้นถูกนำมาใช้จากแบบจำลองของธิยารajan (Thiagarajan) และแบบจำลองของซิมเมลและซิมเมล (Simmel & Semmel) การศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมสื่อการสอนในรูปแบบของตำราเรียนสำหรับนักเรียนและครูผู้สอนซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่มีโครงสร้างในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามการแก้ปัญหาซึ่งสามารถสร้างการคิดขั้นสูง ผลของการเผยแพร่แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนในสามอำเภอ / เมืองในสุมาตราเหนือที่โรงเรียน 4 แห่ง

ทินุงกิ (Tinungki, 2015, pp. 27-31) ทำการศึกษายาทบาทของประเภทการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่ช่วยเป็นรายบุคคลเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวิชาทฤษฎีความน่าจะเป็นความสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่สามารถแยกออกจากบทบาทในทุกด้านของชีวิต การสื่อสารความคิดโดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์นั้นมีประโยชน์มากกว่าเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ เพื่อที่จะเอาชนะความยากลำบากของนักเรียนที่มีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอการสื่อสารที่ดีควรถูกสร้างขึ้นในกระบวนการเรียนรู้ การสื่อสารโดยทั่วไปสามารถตีความได้ว่าเป็นวิธีการถ่ายทอดข้อความจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับเพื่อแจ้งความคิดเห็นหรือพฤติกรรมโดยตรง (ทางปาก) หรือทางอ้อมผ่านสื่อ ในกระบวนการสื่อสารเราต้องคิดว่าจะทำให้ผู้อื่นเข้าใจข้อความได้อย่างไร เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารผู้คนสามารถสื่อสารกับหลากหลายภาษารวมถึงภาษาคณิตศาสตร์ หนึ่งในวิชาในโปรแกรมการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ต้องการความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์คือทฤษฎีความน่าจะเป็นซึ่งจัดเป็นวิชาทักษะทั่วไปที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนคณิตศาสตร์ การปรับปรุงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนควรร่วมมือกับกระบวนการเรียนรู้ เราสามารถปรับความสามารถให้เหมาะสมโดยการใช้รูปแบบการเรียนรู้ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายและโต้ตอบกันเพื่อให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาดีขึ้นนั่นคือการใช้ประเภทการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

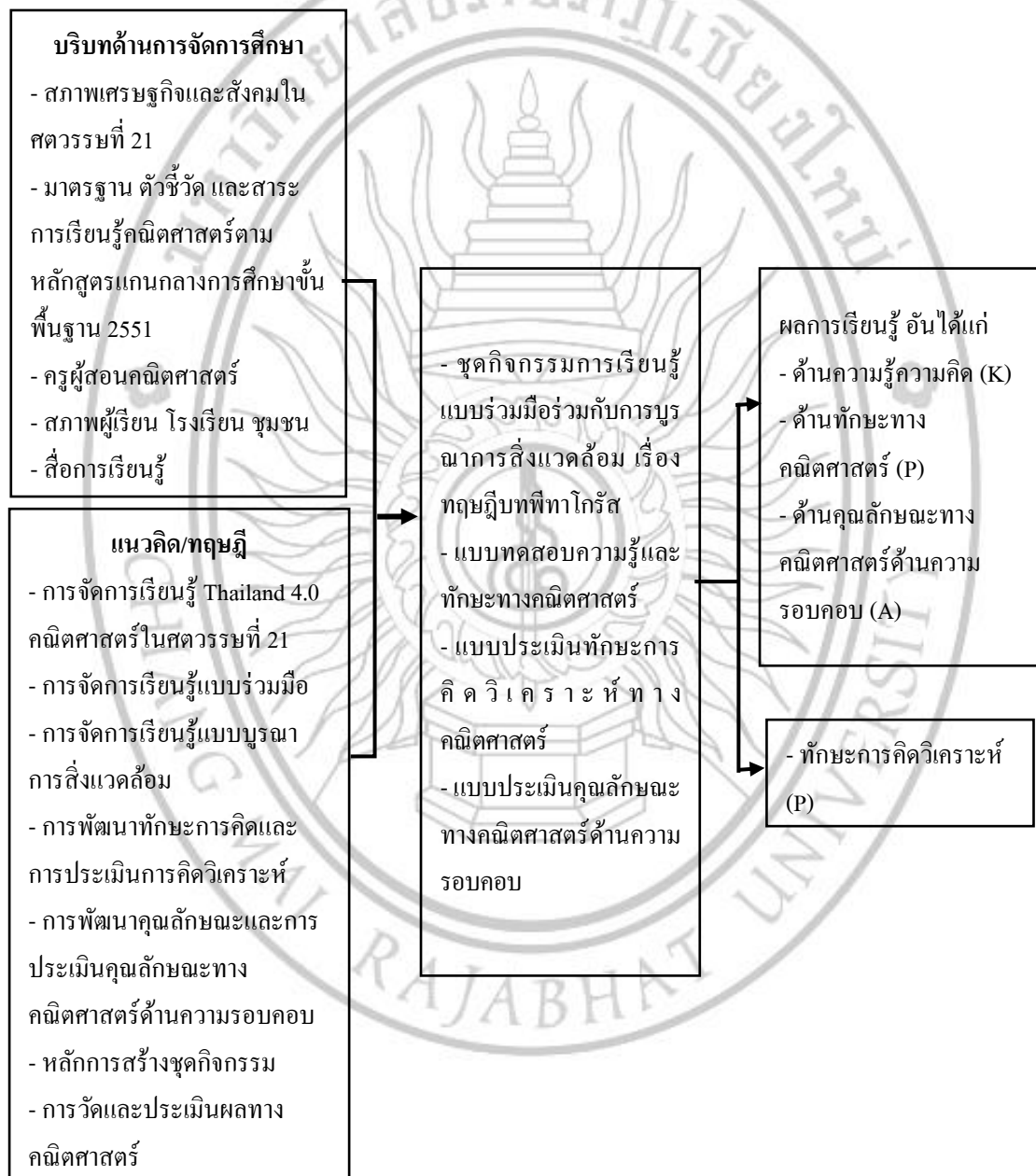
ฮอสเซน และทาร์มิซี (Hossain and Tarmizi, 2013, p.473-477) ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาวัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้คือการระบุผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนและทัศนคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมที่เลือกในบังกลาเทศ นักเรียนทั้งหมด 80 คน (40 คนจากโรงเรียนชายและอีก 40 คนจากโรงเรียนหญิง) ชั้นเก้าเข้าร่วมในการศึกษานี้โดยมีการออกแบบการทดลองเสมือน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบตัวอย่างอิสระ ผลการวิจัยพบว่าการเรียนแบบร่วมมือมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทัศนคติต่อคณิตศาสตร์ พบว่าการปฏิบัติงานของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และทัศนคติต่อคณิตศาสตร์ได้รับผลกระทบจากการสัมผัสกับการเรียนแบบร่วมมือ ผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาที่ดีในด้านคณิตศาสตร์และทัศนคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ ดังนั้นการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมจึงสามารถนำมาใช้เพื่อส่งเสริมการปฏิบัติงานของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมในบังกลาเทศ

วิกเกอร์ โบล และนันเนอรี (Whicker, Bol, & Nunnery, 2010, pp. 42-48) ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา ในการออกแบบการทดลองนี้เปรียบเทียบ 2 หลักสูตร “Precalculus” นักเรียนในชั้นเรียน 1 ชั้นเรียน ทำการศึกษาเนื้อหาในกลุ่มการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม นักเรียนในชั้นเรียนที่ 2 และศึกษาเนื้อหาอย่างอิสระ การทดสอบบทที่ 3 ถูกใช้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนและมีการจัดการแบบสอบถามกับสมาชิกกลุ่มการรักษาหลังจากเสร็จสิ้นการศึกษาเพื่อประเมินทัศนคติต่อกระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปรซ้ำ ๆ ที่มีคะแนนก่อนการศึกษาเป็นโควาริเอด์ แสดงให้เห็นถึงการมีปฏิสัมพันธ์ของกลุ่ม x เวลาที่สำคัญ นักเรียนในกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนการทดสอบสูงกว่านักเรียนในกลุ่มเปรียบเทียบและให้คะแนนมากกว่ากลุ่มเปรียบเทียบในการทดสอบบทที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ผลการสำรวจพบการตอบสนองที่ดีต่อกระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม นักเรียนส่วนใหญ่ระบุว่าพวกเขาชอบทำงานเป็นกลุ่มและชื่นชมการได้รับความช่วยเหลือจากนักเรียนคนอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้แนวคิดที่ยาก นักเรียนบางคนไม่ชอบที่จะกำหนดกลุ่มไว้ล่วงหน้าและถาวรและพวกเขาแนะนำสมาชิกกลุ่มอื่น

จากงานวิจัยต่างประเทศทำให้ทราบว่าจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้แบบร่วมมือนั้นสามารถช่วยพัฒนาให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้น สามารถนำมาใช้คู่กับการคิดได้เพราะผู้เรียนสามารถนำการเรียนรู้ที่ได้รับการถ่ายทอดจากผู้สอนนำมาแสดง

ความคิดเห็นกับสมาชิกภายในกลุ่มสามารถคิดแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามหลักกระบวนการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและมีความชัดเจน

จากการศึกษาหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำมาสร้างกรอบแนวคิดเพื่อการทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยได้สรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยดังแผนภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

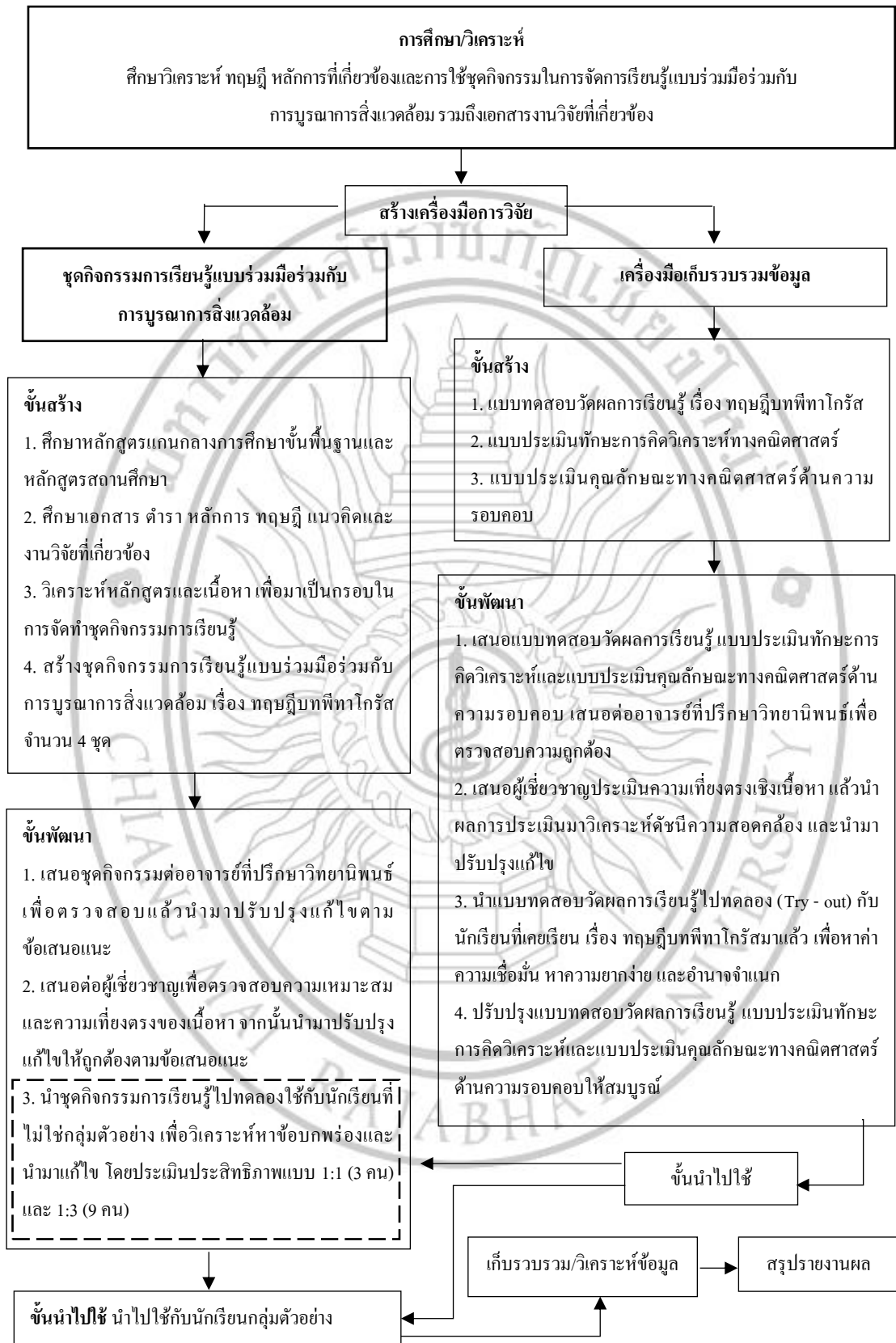
วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบวิจัย คือ รูปแบบวิจัยและพัฒนา (R&D) นวัตกรรมการศึกษา มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
 2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 3. เครื่องมือวิจัย
 4. ขั้นตอนการสร้าง พัฒนา การนำไปใช้และการเผยแพร่เครื่องมือวิจัย
 5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
 6. การวิเคราะห์ข้อมูล
- โดยมีรายละเอียด ดังนี้

รูปแบบการวิจัย

ตามกรอบดำเนินการวิจัยงานวิจัยเป็นรูปแบบวิจัยและพัฒนา (R&D) นวัตกรรมการศึกษา มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังภาพที่ 3.1 ดังนี้



ภาพที่ 3.1 กรอบดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 จำนวน 23 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 4 เลือก 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

เครื่องมือวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
2. แบบทดสอบวัดความรู้ ด้านความรู้ ความคิด ได้แก่ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้และการสังเคราะห์
3. แบบทดสอบแบบอัตนัยวัดทักษะกระบวนการ ได้แก่ ด้านการเชื่อมโยง ด้านการให้เหตุผลและด้านการแก้ปัญหา
4. แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดจำแนกแยกแยะ ด้านการคิดเปรียบเทียบ ด้านการเชื่อมโยงและด้านการแก้ปัญหา
5. แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ความรอบคอบเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการ/กระบวนการและผลลัพธ์

ขั้นตอนการสร้าง พัฒนา การนำไปใช้และการเผยแพร่เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยทั้งหมดได้มีขั้นตอนการสร้าง พัฒนา การนำไปใช้และการเผยแพร่ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 ชุด มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกระทรวงศึกษาธิการ หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ พุทธศักราช 2554 คู่มือครู เนื้อหาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา ทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

1.3 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา โดยวิเคราะห์ตัวชี้วัดของชุดกิจกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เวลา มาเป็นกรอบในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 15 ชั่วโมง

1.4 สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม โดยมีองค์ประกอบของชุดกิจกรรม ดังนี้

1.4.1 ชื่อกิจกรรม ชื่อของกิจกรรมและเนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4.2 คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้ทราบส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง

1.4.3 จุดประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์หลังจากได้เรียนรู้ชุดกิจกรรม

1.4.4 กิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนเป็นผู้กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นเพื่อให้ตรงกับหลักสูตรและเนื้อหาที่ได้ทำการวิเคราะห์มา

1.4.5 ใบความรู้ อธิบายเรื่องและเนื้อหาที่จะให้ผู้เรียนทำการศึกษา

1.4.6 ใบกิจกรรม ผู้เรียนสามารถทำใบกิจกรรมหลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนและการถ่ายทอดเนื้อหาจากผู้สอนเรียบร้อยแล้ว

1.4.7 แบบตรวจสอบวัดผลการเรียนรู้ เป็นการวัดผลการเรียนรู้หลังจากผู้เรียนได้มีการเรียนรู้และทำใบกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้เรียบร้อยแล้ว

1.4.8 แบบฝึกหัด ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาทั้งหมดที่ได้จากการเรียนรู้เพื่อวัดความเข้าใจอีกครั้งหนึ่งจากการทำแบบฝึกหัด โดยแต่ละชุดกิจกรรมฯ มีคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดระดับคุณภาพของชุดกิจกรรมฯ และเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไว้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ระดับคุณภาพของชุดกิจกรรมฯ และเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน

ระดับคุณภาพของชุดกิจกรรมฯ	คะแนนเฉลี่ย
ดีมาก	9.00-10.00
ดี	7.00-8.99
พอใช้	5.00-6.99
ควรปรับปรุง	0.00-4.99

1.4.9 ใบเฉลย ผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้องจากใบเฉลยเมื่อมีข้อสงสัยสามารถสอบถามผู้สอนได้

1.4.10 การประเมินผล เป็นการประเมินผลกระบวนการเรียนรู้ที่ได้เรียนรู้ทั้งหมดซึ่งเป็นการทดสอบย่อยของชุดกิจกรรมทุกชุด ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหา ดังตารางที่ 3.2 ต่อไปนี้



ตารางที่ 3.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดกิจกรรม	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ	การบูรณาการสิ่งแวดล้อม	ผลการเรียนรู้			ทักษะการคิดวิเคราะห์	คุณลักษณะ ^๔ ด้านความรอบคอบ	จำนวนชั่วโมง
				ความรู้ ความคิด (K)	ทักษะ (P)	คุณลักษณะ (A)			
ชุดที่ 1 สมบัติของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก	ชนิดและ สมบัติของรูป สามเหลี่ยม ต่าง ๆ	- เทคนิคการต่อภาพ (Jigsaw) - เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pairs Check)	- สิ่งแวดล้อมที่ นักเรียนเคยพบ เห็นที่เป็นรูป เรขาคณิต ได้แก่	- เข้าใจ - ประยุกต์ใช้	- เชื่อมโยง - ให้ เหตุผล	- ความ รอบคอบ	- เปรียบเทียบ สมบัติของรูปกับ สิ่งแวดล้อมใกล้ ตัว - เปรียบเทียบ ชนิดของรูป สามเหลี่ยมมุม ฉากกับสิ่งใกล้ ตัว - วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ ของรูป สามเหลี่ยมมุม ฉาก	- ด้านเนื้อหา - ด้านวิธีการ/ กระบวนการ - ด้านผลลัพธ์	1
	สมบัติของรูป สามเหลี่ยมมุม ฉาก	- เทคนิคโต๊ะกลม (Roundtable)	สิ่งก่อสร้าง สิ่งประดิษฐ์ และ						1
	ความสัมพันธ์ ของด้านทั้ง สามของรูป สามเหลี่ยมมุม ฉาก	- เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pairs Check)	สิ่งแวดล้อมที่ เกิดขึ้นจาก ธรรมชาติ						1

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ	การบูรณาการสิ่งแวดล้อม	ผลการเรียนรู้			ทักษะการคิดวิเคราะห์	คุณลักษณะด้านความรอบคอบ	จำนวนชั่วโมง
				ความรู้ความคิด (K)	ทักษะ (P)	คุณลักษณะ (A)			
ชุดที่ 2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการพิสูจน์	- เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together)	- ทฤษฎีบทพีทาโกรัสโดยใช้สิ่งแวดล้อม	- เข้าใจ - ประยุกต์ใช้	- แก้ปัญหา - เชื่อมโยง	- ความรอบคอบ	- วิเคราะห์และพิสูจน์ทฤษฎีบทพีทาโกรัสโดยใช้สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเป็นฐาน	- ด้านเนื้อหา - ด้านวิธีการ/กระบวนการ - ด้านผลลัพธ์	1
	ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยมกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส (1)	- เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมพันธ์ (STAD)	สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเป็นฐาน		- ให้เหตุผล		- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยมกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส		1
	ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยมกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส (2)	- เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมพันธ์ (STAD)					- ตรวจสอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉากจากสิ่งแวดล้อม		1
	ตรวจสอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	- เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pairs Check)							1

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ	การบูรณาการสิ่งแวดล้อม	ผลการเรียนรู้			ทักษะการคิดวิเคราะห์	คุณลักษณะด้านความรอบคอบ	จำนวนชั่วโมง
				ความรู้ ความคิด (K)	ทักษะ (P)	คุณลักษณะ (A)			
ชุดที่ 3 บทกลับของ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการพิสูจน์	- เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together)	- บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสโดยใช้สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเป็นฐาน	- เข้าใจ - ประยุกต์ใช้	- แก้ปัญหา - เชื่อมโยง - ให้เหตุผล	- ความรอบคอบ	- วิเคราะห์และพิสูจน์บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสโดยใช้สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเป็นฐาน	- ด้านเนื้อหา - ด้านวิธีการ/กระบวนการ - ด้านผลลัพธ์	1
	ตรวจสอบสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส (1)	- เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together)							1
	ตรวจสอบสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส (2)	- เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pairs Check)							1

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ	การบูรณาการสิ่งแวดล้อม	ผลการเรียนรู้			ทักษะการคิดวิเคราะห์	คุณลักษณะ ^๑ ด้านความรอบคอบ	จำนวนชั่วโมง
				ความรู้ ความคิด (K)	ทักษะ (P)	คุณลักษณะ (A)			
ชุดที่ 4 โจทย์ปัญหา และการนำไปใช้	โจทย์ปัญหา (1)	- เทคนิคโต๊ะกลม (Roundtable)	- โจทย์ปัญหาจาก	- เข้าใจ - ประยุกต์ใช้	- แก้ปัญหา - เชื่อมโยง	- ความรอบคอบ	- วิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาจากสิ่งแวดล้อม	- ด้านเนื้อหา - ด้านวิธีการ/กระบวนการ	1
	โจทย์ปัญหา (2)	- เทคนิคการต่อภาพ (Jigsaw)	สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวทั้ง	- สังเคราะห์	- ให้เหตุผล		ใกล้ตัวทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน	- ด้านผลลัพธ์	1
	โจทย์ปัญหา (3)	- เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pairs Check)	ภายในและภายนอกโรงเรียน						1
	การนำไปใช้ในสถานการณ์จริง (1)	- เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมพันธ์ (STAD)	ระยะทางจากโรงเรียนถึงบ้านนักเรียน				- วิเคราะห์และคำนวณระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากโรงเรียนไปยังบ้านของนักเรียน		1
	การนำไปใช้ในสถานการณ์จริง (2)	- เทคนิคการตรวจสอบเป็นกลุ่ม (Group Investigation)							1

1.5 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ ให้ข้อเสนอแนะและนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความเที่ยงตรงของเนื้อหา ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121) โดยกำหนดคะแนนดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

1.7 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ได้รับการประเมินวิเคราะห์ผล โดยมีเกณฑ์ประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 43) ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	4.51-5.00
เหมาะสมมาก	3.51-4.50
เหมาะสมปานกลาง	2.51-3.50
เหมาะสมน้อย	1.51-2.50
เหมาะสมน้อยที่สุด	1.00-1.50

1.8 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองที่อยู่ในระดับเดียวกันแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

1.9 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ได้ไปทดลอง (Try-out) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ทดลองใช้กับกลุ่มทดลองขนาดเล็ก 1 ห้องเรียน โดยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนบ้านหัวริน อำเภอสันป่าตอง

จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อทำการตรวจสอบเวลาที่ใช้ภาษา สัทนามของตัวอักษร ความยากง่ายของเนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรม และสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนรู้มีความเหมาะสมหรือไม่ โดยสังเกต และการสอบถามจากการทำกิจกรรมของนักเรียน เมื่อได้ข้อบกพร่อง ข้อปรับปรุง นำไปปรับปรุง แก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้นแล้วนำไปใช้กับกลุ่มทดลองขนาดกลาง

ทดลองใช้กับกลุ่มทดลองขนาดกลาง 1 ห้องเรียน โดยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนวัดศรีสว่าง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1/E_2) ในแต่ละเนื้อหาแต่ละ กิจกรรมโดยกำหนดเกณฑ์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้เป็น 75/75

1.10 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ ตำบลน้ำแพร่ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

แบบทดสอบวัดความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรู้ ความคิด ได้แก่ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้และการสังเคราะห์

2.1 ศึกษาหลักสูตร สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

2.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนจาก เอกสารคำราที่เกี่ยวข้อง

2.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด ให้ครอบคลุมสาระ การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ความคิด แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยมีแนวสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

2.5 เสนอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item – objective Congruence: IOC) และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

- 1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตามจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 หมายถึงไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงจุดประสงค์ข้อนั้น

-1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ไม่ตรงจุดประสงค์ข้อนั้น

แล้วบันทึกผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ ถ้าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นเป็นตัวแทนของจุดประสงค์นั้น ส่วนข้อที่ได้ดัชนีน้อยกว่า 0.5 นำมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาแล้ว ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนบ้านสันป่าสัก อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

2.4 นำแบบทดสอบวัดความรู้ที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่เคยเรียนเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มาแล้ว นำผลค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร $K.R. - 20$ ซึ่งผลการประเมินความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปรนัย เท่ากับ 0.76 (ภาคผนวก ค) และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (P) โดยเลือกข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.2-0.8 ไว้ใช้ และอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 223 - 227) โดยคัดเลือกข้อสอบ แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ โดยประเมินด้านความเข้าใจ จำนวน 9 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2-9 และ 15 ด้านการประยุกต์ใช้ จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อ 13-14, 18, และ 25-26 และด้านการสังเคราะห์ จำนวน 6 ข้อ ได้แก่ ข้อ 19, 20-23 และ 30 มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.37-0.67 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.34 – 0.63 (ภาคผนวก ค)

2.5 นำข้อสอบมาปรับปรุงแก้ไขและคัดเลือกข้อสอบ แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ จากนั้นจัดทำแบบทดสอบวัดความรู้ฉบับที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ ตำบลน้ำแพร่ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

3. แบบทดสอบแบบอัตนัยวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา

แบบทดสอบแบบอัตนัยวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตร สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

3.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบอัตนัยจากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง

3.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด ให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ทักษะคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยมีแนวสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

3.5 เสนอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item – objective Congruence: IOC) และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

- 1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตามจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 หมายถึงไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงจุดประสงค์ข้อนั้น
- 1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ไม่ตรงจุดประสงค์ข้อนั้น

แล้วบันทึกผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ ถ้าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นเป็นตัวแทนของจุดประสงค์นั้น ส่วนข้อที่ได้ดัชนีน้อยกว่า 0.5 นำมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาแล้ว

3.6 นำแบบทดสอบแบบอัตนัยวัดทักษะการให้เหตุผลและการสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง เศษส่วน ที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มาแล้ว นำข้อสอบอัตนัยมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของหอยท์ ซึ่งผลการประเมินความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัย เท่ากับ 0.76 (ภาคผนวก ค) และนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) โดยเลือกข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.2 – 0.8 ไว้ใช้ และอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 223 - 227) โดยคัดเลือกข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ โดยประเมินด้านทักษะกระบวนการ ได้แก่ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.48-0.66 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.36-0.60 (ภาคผนวก ค)

3.7 นำข้อสอบมาปรับปรุงแก้ไขและคัดเลือกข้อสอบ แบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ จัดทำแบบทดสอบวัดความรู้ฉบับที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบอัตนัยวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผลและการแก้ปัญหา เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ฉบับที่สมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ ตำบลน้ำแพร่ อำเภอดง จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

4. แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยจะทำการประเมินตามเกณฑ์ประเมินระดับคุณภาพ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ประเมิน มีขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาแนวคิด รูปแบบ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดวิเคราะห์

4.2 ดำเนินการสร้างแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ ทำการประเมินจากชิ้นงานจากแบบฝึกปฏิบัติ ให้สอดคล้องกับแนวคิด หลักการ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3 (ดีมาก)	2 (ดี)	1 (พอใช้)
การคิดจำแนก แยกแยะ	สามารถบอก รายละเอียด แยกแยะ เนื้อหาหรือข้อมูล ต่าง ๆ ให้เข้าใจง่าย ถูกต้อง และมี หลักเกณฑ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	สามารถบอก รายละเอียด แยกแยะ เนื้อหาหรือข้อมูลต่าง ๆ ให้เข้าใจง่าย ถูกต้อง และมีหลักเกณฑ์ ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	สามารถบอกรายละเอียด แยกแยะเนื้อหาหรือข้อมูล ให้เข้าใจง่าย ถูกต้อง แต่ ไม่มีหลักเกณฑ์
การคิด เปรียบเทียบ	สามารถเปรียบเทียบ ความเหมือนและ ความแตกต่างตาม เกณฑ์ที่กำหนดได้ ชัดเจนถูกต้อง	สามารถเปรียบเทียบ ความเหมือนและความ แตกต่างตามเกณฑ์ที่ กำหนดได้แต่ไม่ ครบถ้วน	สามารถเปรียบเทียบความ เหมือนและความแตกต่าง ตามเกณฑ์ที่กำหนด ปะปนกัน

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3 (ดีมาก)	2 (ดี)	1 (พอใช้)
การเชื่อมโยง	สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการ ทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับเนื้อหา หรือข้อมูลได้ถูกต้อง ครบถ้วนและชัดเจน	สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการ ทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับเนื้อหา หรือข้อมูลได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการทาง คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยง กับเนื้อหาหรือข้อมูลได้ บางส่วน
การแก้ปัญหา	ใช้วิธีดำเนินการ แก้ปัญหาได้สำเร็จ และสามารถอธิบาย เหตุผลขั้นตอนของ วิธีการดังกล่าวได้ เข้าใจและชัดเจน	ใช้วิธีดำเนินการ แก้ปัญหาได้สำเร็จและ สามารถอธิบายเหตุผล ขั้นตอนของวิธีการ ดังกล่าวได้เข้าใจและ ชัดเจนเป็นส่วนใหญ่	ใช้วิธีดำเนินการแก้ปัญหา ได้สำเร็จบางส่วน และ สามารถอธิบายเหตุผล ขั้นตอนของวิธีการ ดังกล่าวได้บางส่วน

*เกณฑ์การตัดสิน การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์จะมี 4 ชิ้นงาน คะแนนเก็บแต่ละชิ้นงานคิดคะแนนเฉลี่ยเต็ม 3 คะแนน และคะแนนเต็มทั้งหมดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 3 คะแนน โดยได้กำหนดเกณฑ์ภาพรวมจากคะแนนเต็ม ดังนี้

ดีมาก	2.51 – 3.00
ดี	1.51 – 2.50
พอใช้	1.00 – 1.50

4.3 นำแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา การใช้ภาษา และความชัดเจนของหัวข้อประเมิน รวมทั้งเกณฑ์การประเมินหรือเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ข้อเสนอแนะ และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงให้แก้ไขให้ถูกต้อง

4.4 นำแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกันกับประเมินชุดกิจกรรมเพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา

ของรายการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์และความถูกต้องอื่น ๆ โดยใช้เกณฑ์จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยกำหนดคะแนนความเห็นดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่า รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ารายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์

-1 หมายถึง แน่ใจว่ารายการประเมินและเกณฑ์การประเมินไม่สอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์

4.5 นำแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสม

4.6 นำแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ทำการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว จัดทำแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ต้นแบบสมบูรณ์ไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองที่ได้กำหนดไว้

4.7 นำแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ ตำบลน้ำแพร่ อำเภอดง จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยครูผู้สอนเป็นผู้ทำการประเมิน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ต่อไป

5. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์

แบบประเมินคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ ด้านเนื้อหา ด้านวิธีการ/กระบวนการ และด้านผลลัพธ์ โดยจะทำการประเมินระดับคุณภาพจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ประเมิน มีขั้นตอนดังนี้

5.1 ศึกษาแนวคิด รูปแบบ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์

5.2 ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบ โดยให้สอดคล้องกับแนวคิด หลักการ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์แบบประเมินคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบ

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน		
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)
ด้านเนื้อหา	สามารถเลือกเนื้อหาหรือข้อมูลในเรื่องที่เรียนมาใช้ได้ถูกต้อง และมีรายละเอียดของข้อมูลชัดเจนครบถ้วน	สามารถเลือกเนื้อหาหรือข้อมูลในเรื่องที่เรียนมาใช้ได้ถูกต้อง และมีรายละเอียดของข้อมูลชัดเจนบางส่วน	สามารถเลือกเนื้อหาหรือข้อมูลในเรื่องที่เรียนมาใช้ได้ถูกต้องบางส่วน แต่ไม่มีรายละเอียดของข้อมูลที่ชัดเจน
ด้านวิธีการ/ กระบวนการ	สามารถแสดงขั้นตอนวิธีการหรือกระบวนการที่ใช้ได้ถูกต้อง และมีลำดับขั้นที่ชัดเจนครบถ้วน	สามารถแสดงขั้นตอนวิธีการหรือกระบวนการที่ใช้ได้ถูกต้อง แต่ไม่มีลำดับขั้นที่ชัดเจน	สามารถแสดงขั้นตอนวิธีการหรือกระบวนการที่ใช้ได้ถูกต้องบางส่วน
ด้านผลลัพธ์	สามารถหาคำตอบ และตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง ชัดเจน ครบถ้วน	สามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง และตรวจสอบคำตอบได้บางส่วน	สามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถตรวจสอบคำตอบได้

5.3 เสนอแบบประเมินคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบ ที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อให้ข้อเสนอแนะ และนำมาปรับปรุงให้แก้ไขให้ถูกต้อง

5.4 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาของรายการแบบประเมินคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบ โดยใช้เกณฑ์จากการหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

1 หมายถึง แน่ใจว่า รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์

0 หมายถึง ไม่แน่ว่ารายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์

-1 หมายถึง แน่ใจว่ารายการประเมินและเกณฑ์การประเมินไม่สอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์

5.4.1 นำแบบประเมินคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบ ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสม

5.4.2 นำแบบประเมินคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบ ที่ทำการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองที่ได้กำหนดไว้

5.5 นำแบบประเมินคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ ตำบลน้ำแพร่ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผลการเรียนรู้ (ด้านความรู้ความคิดและด้านทักษะทางคณิตศาสตร์)

1.1 ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบด้านความรู้ความคิด ระดับความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการสังเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ และด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ ใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยวัดทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา จำนวน 2 ข้อ ใช้เวลาจำนวน 1 ชั่วโมง และเก็บข้อมูลผลการทดสอบก่อนเรียนเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งได้ใช้การหาค่าร้อยละ ฐานนิยม ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน (Coefficient of Variation: C.V.) และการทดสอบที (t-test Paired Two Sample for Means)

1.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 15 ชั่วโมง เพื่อรวบรวมผลการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้วย E₁ ประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์จากชิ้นงาน แบบตรวจสอบการเรียนรู้ แบบฝึกปฏิบัติ และประเมินคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบจากชิ้นงาน ร้อยละ ฐานนิยม ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

1.3 ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบวัดความรู้ความคิด ระดับความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการสังเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ใช้เวลาจำนวน 1 ชั่วโมง เรื่อง เศษส่วน หาร้อยละ ฐานนิยม ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน (Coefficient of Variation: C.V.) และการทดสอบที (t-test Paired Two Sample for Means)

2. ผลการเรียนรู้ (ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์)

ระหว่างเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูลด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ เนื้อหา วิธีการ/ กระบวนการและผลลัพธ์จากแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะจากชิ้นงาน ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หาร้อยละ ฐานนิยม และ Z – test (การทดสอบสมมติฐาน)

3. ทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

ระหว่างเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะชิ้นงานในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หาร้อยละ ฐานนิยม และ Z – test (การทดสอบสมมติฐาน)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากกลุ่มทดลอง (Try -out) โดยการหาประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) กำหนดเกณฑ์ 75/75

1.1.2 ศึกษาเปรียบเทียบคะแนนผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และสถิติ t-test (t-test Paired Two Sample for Means)

1.1.3 วิเคราะห์แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาค่าร้อยละ ฐานนิยม และทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วน โดยใช้สถิติ z-test แล้วนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้คือ ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป ร้อยละ 75 ของนักเรียน

1.1.4 วิเคราะห์แบบประเมินคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาค่าร้อยละ ฐานนิยม และทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วน โดยใช้สถิติ z-test แล้วนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้คือ ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป ร้อยละ 75 ของนักเรียน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติพรรณนา

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 26) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	P	แทน ร้อยละ
	f	แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 หาค่าเฉลี่ย (Mean) (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 28) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน ผลรวมของคะแนน
	n	แทน จำนวนข้อมูลในกลุ่มนั้น

1.3 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 53) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	S.D.	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	n	แทน จำนวนนักเรียน

1.4 สัมประสิทธิ์แห่งความแปรผัน (Coefficient of Variation: C.V.) (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 57) โดยใช้สูตร

$$C.V. = \frac{S.D.}{|\bar{X}|}$$

เมื่อ C.V. แทน สัมประสิทธิ์แห่งความแปรผัน
 S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 206) โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง IOC

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

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

2.2 การหาความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 227) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ P แทน ดัชนีความยากง่าย
 R แทน จำนวนผู้ที่ทำข้อสอบถูก
 N แทน จำนวนผู้ที่ทำข้อสอบทั้งหมด

2.3 การหาอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดความรู้ความคิดและแบบทดสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 223)

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

- เมื่อ **B** แทน ค่าดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ
U แทน จำนวนผู้ที่ทำข้อสอบถูกในแบบทดสอบในข้อนั้น
 และอยู่ในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
L แทน จำนวนผู้ที่ทำข้อสอบถูกในแบบทดสอบในข้อนั้น
 และอยู่ในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์
n₁ แทน จำนวนผู้ที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด
n₂ แทน จำนวนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แบบปรนัย
 โดยใช้วิธีของคูเคอร์ – ริชาร์ดสัน สูตร KR.20 (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 214)

$$\text{KR.20, } r_u = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k p_i q_i}{S^2} \right]$$

- เมื่อ **r_u** แทน ความเที่ยงตรงของเครื่องมือรวบรวมข้อมูล
k แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบที่นำมาคำนวณ
S² แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ
p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
q แทน สัดส่วนของคนที่ไม่ทำผิดในแต่ละข้อ (q=p-1)
 $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
 แบบอัตนัยโดยวิธีของสอยท์ (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 219)

$$r_u = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

- เมื่อ **r_u** คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
MS_E คือ คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)
MS_P คือ คะแนนความแปรปรวนระหว่างผู้ตอบ (Between People)

2.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยหาคะแนนเฉลี่ยของคะแนนระหว่างเรียนที่ได้มาจากแบบฝึกปฏิบัติหรืองานหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทุกหน่วยรวมกันของนักเรียนทั้งหมด (E_1) กับคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ (E_2) โดยใช้เกณฑ์ 75/75 (วารุ เฟื่องสวัสดิ์, 2546, น. 43 - 44) โดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังนี้

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดกิจกรรมคิดเป็นร้อยละ 75

$\sum X$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกปฏิบัติหรือชิ้นงาน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติหรือชิ้นงานทุกชิ้นรวมกัน

N แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองในวัตรกรรมทั้งหมด

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

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความรู้คิดเป็นร้อยละ 75

$\sum Y$ แทน คะแนนรวมจากการทดสอบวัดความรู้หลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดความรู้หลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองในวัตรกรรมทั้งหมด

2.7 สถิติอนุมานใช้ทดสอบสมมุติฐาน

2.7.1 เปรียบเทียบคะแนนผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้สถิติทดสอบ t-test (Dependent Sample) (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2553, น. 148) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

d แทน ค่าความแตกต่างระหว่างคู่คะแนน

$\sum d$ แทน ผลรวมทั้งหมดของค่าความแตกต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนนักเรียนตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

2.8 การวิเคราะห์แบบประเมินทักษะคิดวิเคราะห์และแบบประเมินคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบของนักเรียนจากชิ้นงานที่ได้จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วน Z -test (พิชญ์สินี ชมภูคำ, 2555, น. 72) โดยใช้สูตร

$$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}}$$

เมื่อ $\hat{p}$ แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

p_0 แทน ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตามสมมติฐานการวิจัย

$q_0 = 1 - p_0$

N แทน จำนวนตัวอย่างนักเรียน

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล (Microsoft Excel)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 1 ผลการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื้อหาสาระในชุดกิจกรรมฯ นี้ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 4 ชุด ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมที่ 1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 3 ชั่วโมง ชุดกิจกรรมที่ 2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 4 ชั่วโมง ชุดกิจกรรมที่ 3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 3 ชั่วโมง ชุดกิจกรรมที่ 4 โจทย์ปัญหาและการนำไปใช้ จำนวน 5 ชั่วโมง ซึ่งรวมทั้งหมด 15 ชั่วโมง รายละเอียด ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง
ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดกิจกรรม	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการบูรณาการสิ่งแวดล้อม	เวลาที่ใช้
ชุดที่ 1	ชนิดและสมบัติ ของรูปสามเหลี่ยม ต่าง ๆ	- เทคนิคการต่อ ภาพ (Jigsaw)	1 ชั่วโมง
		- เทคนิคคู่ ตรวจสอบ (Pairs Check)	- สิ่งแวดล้อมที่นักเรียน เคยพบเห็นที่เป็นรูป เรขาคณิต ได้แก่
	สมบัติของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก	- เทคนิคโต๊ะ กลม (Roundtable)	สิ่งก่อสร้าง สิ่งประดิษฐ์ และสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น จากธรรมชาติ
	ความสัมพันธ์ของ ด้านทั้งสามของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก	- เทคนิคคู่ ตรวจสอบ (Pairs Check)	1 ชั่วโมง
รวม			3 ชั่วโมง
ชุดที่ 2	ทฤษฎีบทพีทา โกรัสและการ พิสูจน์	- เทคนิคการ เรียนร่วมกัน (Learning Together)	1 ชั่วโมง
			- ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้สิ่งแวดล้อมใกล้
	ความสัมพันธ์ของ ด้านของรูป สามเหลี่ยมกับ ทฤษฎีบทพีทา โกรัส (1)	- เทคนิคการ แบ่งกลุ่มแบบ กลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD)	ตัวเป็นฐาน
			1 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการบูรณาการสิ่งแวดล้อม	เวลาที่ใช้
	ความสัมพันธ์ของ ด้านของรูป สามเหลี่ยมกับ ทฤษฎีบทพีทา โกรัส (2)	- เทคนิคการ แบ่งกลุ่มแบบ กลุ่มสัมพันธ์ (STAD) - ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้สิ่งแวดล้อมใกล้ ตัวเป็นฐาน	1 ชั่วโมง
	ตรวจสอบรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก	- เทคนิคคู่ ตรวจสอบ (Pairs Check)	1 ชั่วโมง
รวม			4 ชั่วโมง
	บทกลับของทฤษฎี บทพีทาโกรัสและ การพิสูจน์	- เทคนิคการ เรียนร่วมกัน (Learning Together)	1 ชั่วโมง
ชุดที่ 3	ตรวจสอบ สามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้บทกลับ ของทฤษฎีบทพีทา โกรัส (1)	- เทคนิคการ เรียนร่วมกัน (Learning Together) - บทกลับของทฤษฎีบท พีทาโกรัสโดยใช้ สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเป็น ฐาน	1 ชั่วโมง
	ตรวจสอบ สามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้บทกลับ ของทฤษฎีบทพีทา โกรัส (2)	- เทคนิคคู่ ตรวจสอบ (Pairs Check)	1 ชั่วโมง
รวม			3 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการบูรณาการสิ่งแวดล้อม	เวลาที่ใช้
ชุดที่ 4	โจทย์ปัญหา (1)	- เทคนิค โต๊ะกลม (Roundtable)	1 ชั่วโมง
	โจทย์ปัญหา (2)	- โจทย์ปัญหาจาก สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวทั้ง ภายในและภายนอก โรงเรียน	1 ชั่วโมง
	โจทย์ปัญหา (3)	- เทคนิคการต่อ ภาพ (Jigsaw)	1 ชั่วโมง
	การนำไปใช้ใน สถานการณ์จริง (1)	- เทคนิคคู่ ตรวจสอบ (Pairs Check)	1 ชั่วโมง
	การนำไปใช้ใน สถานการณ์จริง (2)	- โจทย์ปัญหาจาก สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวทั้ง ภายในและภายนอก โรงเรียน	1 ชั่วโมง
	การนำไปใช้ใน สถานการณ์จริง (2)	- เทคนิคการ แบ่งกลุ่มแบบ กลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD)	1 ชั่วโมง
รวม		- เทคนิคการ ตรวจสอบเป็น กลุ่ม (Group Investigation)	5 ชั่วโมง

จากข้อมูลตารางที่ 4.1 พบว่า ชุดที่ 1 เนื้อหาเรียนรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสามเหลี่ยม ได้แก่ ชนิด คุณสมบัติ ความสัมพันธ์ของด้านจัดรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มคู่และกลุ่มเล็ก สิ่งแวดล้อมใช้สิ่งที่เคยเห็นทั้งสิ่งประดิษฐ์และธรรมชาติ ชุดที่ 2 เนื้อหาเรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการพิสูจน์ ได้แก่ ความสัมพันธ์ของด้านรูปสามเหลี่ยมและตรวจสอบสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเป็นฐาน ชุดที่ 3 เนื้อหาเรียนรู้เกี่ยวกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการพิสูจน์ ได้แก่ การตรวจสอบบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสโดยใช้สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเป็นฐานและสามเหลี่ยมมุมฉาก ชุดที่ 4 เนื้อหาเรียนรู้เกี่ยวกับโจทย์ปัญหา ได้แก่ การนำโจทย์ปัญหาไปใช้สถานการณ์จริง จากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ระยะทางจากโรงเรียนถึงบ้านนักเรียน

การประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประเมินทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านองค์ประกอบ ด้านกิจกรรมและเนื้อหา ด้านสื่อการเรียนรู้และด้านการวัดผลและประเมินผล ได้ผลการประเมินดังตาราง 4.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 การประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านองค์ประกอบ			
1.1 ชุดกิจกรรมประกอบด้วย	4.83	0.37	มากที่สุด
1.1.1 ชื่อกิจกรรม			
1.1.2 คำชี้แจง			
1.1.3 จุดประสงค์			
1.1.4 กิจกรรมการเรียนรู้			
1.1.5 ใบความรู้			
1.1.6 ใบกิจกรรม			

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.1.7 แบบตรวจสอบวัดผลการเรียนรู้			
1.1.8 แบบฝึกหัด			
1.1.9 ใบเฉลย			
1.1.10 การประเมินผล			
1.2 ชุดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	4.50	0.50	มากที่สุด
1.3 จำนวนกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
1.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	0.43	มากที่สุด
1.5 คำชี้แจง อธิบายข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เข้าใจง่าย ชัดเจน	4.58	0.49	มากที่สุด
สรุปผลการประเมินด้านองค์ประกอบ	4.67	0.45	มากที่สุด
2. ด้านกิจกรรมและเนื้อหา			
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา	4.83	0.37	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้นำไปใช้	4.67	0.47	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ ได้แก่	4.67	0.47	มากที่สุด
- การคิดจำแนกแยกแยะ			
- การคิดเปรียบเทียบ			
- การเชื่อมโยง			
- การแก้ปัญหา			
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านความรอบคอบได้ครอบคลุม	4.67	0.47	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีการกระตุ้นความสนใจผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
2.6 เนื้อหากำหนดมาตรฐาน/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์	4.67	0.47	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
2.7 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ สาระสำคัญและกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
2.8 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่ เทคนิคการต่อภาพ เทคนิคคู่ตรวจสอบ เทคนิคโต๊ะ กลม เทคนิคคู่ตรวจสอบ เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน และเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ร่วมกับ การบูรณาการสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ และอยู่ใกล้ตัว	4.75	0.43	มากที่สุด
2.9 เนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4.42	0.64	มาก
2.10 เนื้อหาที่มีการลำดับเป็นไปตามขั้นตอน	4.42	0.64	มาก
สรุปผลการประเมินด้านกิจกรรมและเนื้อหา	4.68	0.44	มากที่สุด
3. ด้านสื่อการเรียนรู้			
3.1 กิจกรรม ปฏิบัติตามสภาพจริงได้	4.75	0.43	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาที่มีการเรียงลำดับความยากง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 กิจกรรม นักเรียนได้ปฏิบัติแบบมีส่วนร่วมที่ส่งผลให้ เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.67	0.47	มากที่สุด
3.4 เนื้อหาที่มีตัวอย่างสิ่งของของ /สถานการณ์ต่าง ๆ ที่ เน้นสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้เรียน	4.50	0.65	มากที่สุด
3.5 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามศตวรรษ ที่ 21	4.42	0.64	มาก
สรุปผลการประเมินด้านสื่อการเรียนรู้	4.67	0.44	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล			
1.1 เครื่องมือที่ใช้วัดผลและประเมินผลครอบคลุม	4.67	0.47	มากที่สุด
1.2 เกณฑ์วัดผลและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์	4.42	0.64	มาก
1.3 เครื่องมือวัดสามารถประเมินทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ได้	4.75	0.43	มากที่สุด
1.4 เครื่องมือวัดสามารถประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างครอบคลุม	4.58	0.49	มากที่สุด
1.5 สามารถวัดและประเมินผลเน้นการประเมินตามสภาพจริง	4.83	0.37	มากที่สุด
สรุปผลการประเมินด้านการวัดและประเมินผล	4.65	0.48	มากที่สุด
สรุปผลการประเมินทุกด้านโดยภาพรวม	4.67	0.46	มากที่สุด

จากข้อมูลตารางที่ 4.2 การประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า

ด้านองค์ประกอบ สรุปผลการประเมินด้านองค์ประกอบอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.67 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.45

ด้านกิจกรรมและเนื้อหา สรุปผลการประเมินด้านกิจกรรมและเนื้อหาอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.68 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.44

ด้านสื่อการเรียนรู้ สรุปผลการประเมินด้านกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.67 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.44

ด้านการวัดผลและประเมินผล สรุปผลการประเมินด้านกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.65 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48

สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมโดยภาพรวม อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.67 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ ด้านกิจกรรมและเนื้อหา องค์ประกอบ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผล

การประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) วิเคราะห์จากคะแนนที่ได้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งหมดจำนวน 4 ชุด ได้แก่ ชุดกิจกรรมที่ 1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ชุดกิจกรรมที่ 2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชุดกิจกรรมที่ 3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชุดกิจกรรมที่ 4 โจทย์ปัญหาและการนำไปใช้ และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) วิเคราะห์จากการทดสอบหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตัวอย่างนักเรียนจำนวน 9 คน ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดกิจกรรมที่	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนหลังเรียน		
	จำนวนนักเรียน	คะแนน	คะแนนที่	จำนวน	คะแนน	คะแนนที่
		เต็ม	ได้	นักเรียน	นเต็ม	ได้
1	9	450	355	9	270	212
2	9	630	490			
3	9	450	320			
4	9	630	510			
รวมร้อยละเฉลี่ย (E ₁)			77.54	E ₂ = 78.51		

จากข้อมูลตารางที่ 4.3 จากการนำชุดกิจกรรมฯ ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 9 คนพบว่า ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้น มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ เท่ากับ 77.54 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 78.51 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 แสดงว่าประสิทธิภาพของกระบวนการของชุดกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 2.54 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 3.51

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 77.54/78.51 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างได้

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิจัยนี้ ผลการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการเกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล การแก้ปัญหา และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ สรุปผลจากการวิจัยจากการนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน สรุปผลได้ดังนี้

ผลการประเมินความรู้ระหว่างเรียนด้านความรู้ ความคิด การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรู้ ความคิด กลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 30 คน ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.4 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ระหว่างเรียนที่ได้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดกิจกรรมที่	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ คุณภาพ
1	10	8.33	0.55	ดี
2	10	8.23	0.73	ดี
3	10	7.97	0.76	ดี
4	10	8.07	0.74	ดี
สรุปผลการประเมินความรู้ระหว่างเรียน		8.15	0.69	ดี

จากข้อมูลตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความรู้ระหว่างเรียนโดยรวมในทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 8.15$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายชุดกิจกรรมพบว่าทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี โดยมีขอบเขตค่าเฉลี่ยระหว่าง 7.97 – 8.33

ผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านความรู้ ความคิด

ผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนประเมินจากคะแนนได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้หลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการทดสอบค่าสถิติ t -test แบบ Pair-test ตัวอย่างนักเรียนจำนวน 30 คน ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าสถิติของคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้ จากแบบทดสอบวัดความรู้

ผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ ความคิด	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$ (S.D)		C.V.		t-test	p-value
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน		
1.ความเข้าใจ	7	2.53(0.57)	5.40(0.72)	0.23	0.13	36.16***	5.59E-26
2.ประยุกต์ใช้	6	2.27(0.45)	4.90(0.48)	0.19	0.09	25.93***	6.44E-22
3.สังเคราะห์	7	2.70(0.70)	5.37(0.81)	0.26	0.15	22.10***	5.39E-20
รวม	20	7.50(0.81)	15.67(1.26)	0.10	0.08	41.21***	1.36E-27

***ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากข้อมูลตารางที่ 4.5 การประเมินความรู้ก่อนและหลังเรียนด้านความรู้ ความคิด ด้วยค่าสถิติ พบว่า

ผลการเรียนรู้ความเข้าใจ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2.87 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t -test พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการเรียนรู้การประยุกต์ใช้ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2.63 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t -test พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการเรียนรู้การสังเคราะห์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2.67 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t -test พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สรุปได้ว่า คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 8.17 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน หลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 4.6 ค่าสถิติของคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ ทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา จากการทำแบบทดสอบอัตนัย ก่อนเรียนและหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการเรียนรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$ (S.D)		C.V.		t-test	p-value
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน		
1.การเชื่อมโยง	3	1.03(0.61)	2.67(0.48)	0.59	0.18	14.54***	3.69E-15
2.การให้เหตุผล	3	1.10(0.66)	2.57(0.50)	0.60	0.19	12.77***	9.75E-14
3.การแก้ปัญหา	4	1.17(0.75)	3.37(0.49)	0.65	0.15	14.23***	6.51E-15
รวม	10	3.30(1.21)	8.61(1.11)	0.37	0.13	28.39***	5.12E-23

***ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากข้อมูลตารางที่ 4.6 การประเมินทักษะกระบวนการเกี่ยวกับ ทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียนด้วยค่าสถิติ พบว่า

ทักษะการเชื่อมโยง มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 1.64 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ทักษะการให้เหตุผล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ทักษะการให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 1.47 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนน

ใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ทักษะการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2.20 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สรุปได้ว่า คะแนนของทักษะทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 5.31 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ทักษะการให้เหตุผลและทักษะการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ เนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ ตัวอย่างนักเรียนจำนวน 30 คน ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.7 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 ฐานนิยม และร้อยละของนักเรียนด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ เนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ที่มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดกิจกรรมที่	ระดับคุณภาพ	เนื้อหา		วิธีการ/กระบวนการ		ผลลัพธ์	
		ร้อยละ (จำนวน)	ฐานนิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐานนิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐานนิยม
1	ดีมาก	73.33(22)	ดีมาก	73.33(22)	ดีมาก	73.33(22)	ดีมาก
	ดี	16.67(5)		16.67(5)		16.67(5)	
	พอใช้	10.00(3)		10.00(3)		10.00(3)	
2	ดีมาก	73.33(22)	ดีมาก	73.33(22)	ดีมาก	73.33(22)	ดีมาก
	ดี	16.67(5)		16.67(5)		16.67(5)	
	พอใช้	10.00(3)		10.00(3)		10.00(3)	
3	ดีมาก	66.67(20)	ดีมาก	66.67(20)	ดีมาก	66.67(20)	ดีมาก
	ดี	23.33(7)		23.33(7)		23.33(7)	
	พอใช้	10.00(3)		10.00(3)		10.00(3)	
4	ดีมาก	70(21)	ดีมาก	70(21)	ดีมาก	66.67(20)	ดีมาก
	ดี	26.67(8)		26.67(8)		23.33(7)	
	พอใช้	3.33(1)		3.33(1)		10.00(3)	
รวม	ดีมาก	70.83(22)		70.83(22)		70.00(22)	
	ดี	20.84(5)		20.84(5)		20.00(5)	
	พอใช้	8.33(3)		8.33(3)		10.00(3)	

จากข้อมูลตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการเรียน ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ เนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชุดที่ 1-4 พบว่า นักเรียนตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไป มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ อยู่ในระดับดีขึ้นไป

ตารางที่ 4.8 ค่าสัดส่วนและ Z – test คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจาก การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ เนื้อหา ในระดับคุณภาพดีขึ้น

ชุดที่	ร้อยละของนักเรียนระดับคุณภาพดีขึ้น		Z-test	p-value
	ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด		
1	90	75	1.50000	0.4332
2	90	75	1.50000	0.4332
3	90	75	1.50000	0.4332
4	96.67	75	2.20000	0.4861
รวม	91.67	75	1.67500	0.4464

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนในระหว่างเรียนที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับเนื้อหา ในระดับดีขึ้น พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 4 ชุดมีร้อยละของนักเรียนที่ปฏิบัติจริงสูงกว่าร้อยละ 75 ที่กำหนด เมื่อทดสอบสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z – test สรุปว่า ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทาง คณิตศาสตร์ ด้านเนื้อหา ระดับดีขึ้น มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.9 ค่าสัดส่วนและ Z – test คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบได้ตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์เกี่ยวกับวิธีการ/กระบวนการ ในระดับดีขึ้นไป

ชุดที่	ร้อยละของนักเรียนระดับคุณภาพดีขึ้นไป		Z-test	p-value
	ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด		
1	90	75	1.50000	0.4332
2	90	75	1.50000	0.4332
3	90	75	1.50000	0.4332
4	96.67	75	2.20000	0.4861
รวม	91.67	75	1.67500	0.4464

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างเรียนที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับวิธีการ/กระบวนการ ในระดับดีขึ้นไป พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 4 ชุด มีร้อยละของนักเรียนที่ปฏิบัติจริงสูงกว่าร้อยละ 75 ที่กำหนด เมื่อทดสอบค่าสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z – test สรุปว่า ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับวิธีการ/กระบวนการ ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.10 ค่าสัดส่วนและ Z – test คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจาก
การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง
ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ
ผลลัพธ์ ในระดับดีขึ้นไป

ชุดที่	ร้อยละของนักเรียนระดับคุณภาพดีขึ้นไป		Z-test	p-value
	ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด		
1	90	75	1.50000	0.4332
2	90	75	1.50000	0.4332
3	90	75	1.50000	0.4332
4	90	75	1.50000	0.4332
รวม	90	75	1.50000	0.4332

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนในระหว่างเรียนที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับผลลัพธ์ ในระดับดีขึ้นไป พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง
4 ชุด มีร้อยละของนักเรียนที่ปฏิบัติจริงระดับดีขึ้นไป สูงกว่าร้อยละ 90 เมื่อทดสอบค่าสัดส่วน
โดยใช้สถิติ Z – test สรุปว่า ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์
ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับผลลัพธ์ ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่
กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปได้ว่า คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ
เนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2

การวิเคราะห์ทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 จากการทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตัวอย่างนักเรียนจำนวน 30 คน ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.11 ดังนี้

ตารางที่ 4.11 ฐานนิยม และร้อยละระดับทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนแยกเป็นด้าน ๆ จากการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดกิจกรรม ที่	ระดับ คุณภาพ	ทักษะการคิดวิเคราะห์							
		คิดจำแนก แยกแยะ		คิดเปรียบเทียบ		เชื่อมโยง		แก้ปัญหา	
		ร้อยละ (จำนวน)	ฐาน นิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐาน นิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐาน นิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐาน นิยม
1	ดีมาก	66.67(20)	ดี	66.67(20)	ดี	76.67(23)	ดี	76.67(23)	ดี
			มาก		มาก		มาก		มาก
2	ดี	26.66(8)		26.66(8)		16.66(5)		16.66(5)	
	พอใช้	6.67(2)		6.67(2)		3.67(2)		3.67(2)	
	ดีมาก	66.67(20)	ดี	66.67(20)	ดี	76.67(23)	ดี	76.67(23)	ดี
			มาก		มาก		มาก		มาก
3	ดี	26.66(8)		26.66(8)		16.66(5)		16.66(5)	
	พอใช้	6.67(2)		6.67(2)		3.67(2)		3.67(2)	
	ดีมาก	66.67(20)	ดี	66.67(20)	ดี	76.67(23)	ดี	76.67(23)	ดี
			มาก		มาก		มาก		มาก
4	ดี	26.66(8)		26.66(8)		16.66(5)		16.66(5)	
	พอใช้	6.67(2)		6.67(2)		3.67(2)		3.67(2)	
	ดีมาก	66.67(20)	ดี	66.67(20)	ดี	76.67(23)	ดี	76.67(23)	ดี
			มาก		มาก		มาก		มาก
	ดี	26.66(8)		26.66(8)		16.66(5)		16.66(5)	
	พอใช้	6.67(2)		6.67(2)		3.67(2)		3.67(2)	

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ชุด กิจกรรม ที่	ระดับ คุณภาพ	ทักษะการคิดวิเคราะห์							
		คิดจำแนก		คิดเปรียบเทียบ		เชื่อมโยง		แก้ปัญหา	
		แยกแยะ							
		ร้อยละ (จำนวน)	ฐาน นิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐาน นิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐาน นิยม	ร้อยละ (จำนวน)	ฐาน นิยม
รวม	ดีมาก	66.67(20)		66.67(20)		76.67(23)		76.67(23)	
	ดี	26.66(8)		26.66(8)		16.66(5)		16.66(5)	
	พอใช้	6.67(2)		6.67(2)		3.67(2)		3.67(2)	

จากข้อมูลตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจากการเรียน มี 4 ด้าน ได้แก่ ด้านคิดจำแนกแยกแยะ ด้านคิดเปรียบเทียบ ด้านเชื่อมโยงและด้านแก้ปัญหา จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชุดที่ 1-4 พบว่า นักเรียนตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไป มีทักษะด้านคิดจำแนกแยกแยะ ด้านคิดเปรียบเทียบ ด้านเชื่อมโยงและด้านแก้ปัญหา อยู่ในระดับดีขึ้นไป

สรุปได้ว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน โดยภาพรวมจากฐานนิยมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 4.12 ค่าสัดส่วนและ Z – test ของทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในระดับดีขึ้นไป

ชุดที่	ร้อยละของนักเรียน ระดับดีขึ้นไป		Z-test	p-value
	ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด		
1	93.33	75	1.80000	0.4641
2	93.33	75	1.80000	0.4641
3	93.33	75	1.80000	0.4641
4	93.33	75	1.80000	0.4641
รวม	93.33	75	1.80000	0.4641

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระหว่างเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 4 ชุด มีร้อยละของนักเรียนที่ปฏิบัติจริงระดับดีขึ้นไป สูงกว่าร้อยละ 93 เมื่อทดสอบสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z – test สรุปว่า ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทักษะการคิดวิเคราะห์ ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปได้ว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ อำเภอลำดอง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 ชุด แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แบบประเมินด้านทักษะคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านความรอบคอบ แบบประเมินการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ จำนวน 22 ข้อ จากนั้นได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 ชุด รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ประเมินทักษะคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านความรอบคอบ แบบประเมินการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งดำเนินการระหว่างเรียนโดยครูเป็นผู้ประเมิน แล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียนด้วย

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ จำนวน 22 ข้อ ชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน และประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (E_1/E_2) หาคุณภาพแบบทดสอบด้วยการหาค่าความเชื่อมั่น ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย สถิติอนุमान ได้แก่ t-test แบบ Paired-test และวิเคราะห์ทักษะการคิดวิเคราะห์ ด้านคิดจำแนกแยกแยะ ด้านคิดเปรียบเทียบ ด้านเชื่อมโยงและด้านแก้ปัญหา คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ ผลลัพธ์ โดยการหาฐานนิยมและค่าร้อยละ ในการทดสอบค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ ใช้ สถิติ Z – test ทดสอบนักเรียนในด้านความรู้ ความคิดและทักษะกระบวนการที่อยู่ในระดับดีขึ้น

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ได้ดังนี้

1. ผลการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ชุดที่ 1 เนื้อหาเรียนรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสามเหลี่ยม ได้แก่ ชนิด คุณสมบัติ ความสัมพันธ์ของด้านจัดรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มคู่และกลุ่มเล็ก สิ่งแวดล้อมใช้สิ่งที่เคยเห็นทั้งสิ่งประดิษฐ์และธรรมชาติ ชุดที่ 2 เนื้อหาเรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการพิสูจน์ ได้แก่ ความสัมพันธ์ของด้านรูปสามเหลี่ยมและตรวจสอบสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเป็นฐาน ชุดที่ 3 เนื้อหาเรียนรู้เกี่ยวกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการพิสูจน์ ได้แก่ การตรวจสอบบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสโดยใช้สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเป็นฐานและสามเหลี่ยมมุมฉาก ชุดที่ 4 เนื้อหาเรียนรู้เกี่ยวกับโจทย์ปัญหา ได้แก่ การนำโจทย์ปัญหาไปใช้สถานการณ์จริง จากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ระยะทางจากโรงเรียนถึงบ้านนักเรียน

ผลการประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวม อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.67 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ ด้านกิจกรรมและเนื้อหา องค์ประกอบ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผล

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ 77.54 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 78.51 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. ผลการศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การประเมินความรู้ระหว่างเรียนชุดกิจกรรมฯ 4 ชุด โดยรวมในทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ = 8.15) และเมื่อพิจารณาเป็นรายชุดกิจกรรมพบว่าทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี โดยมีขอบเขตค่าเฉลี่ยระหว่าง 7.97 – 8.33

ผลการประเมินการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อาจจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 8.17 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน หลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test แบบ Paired-test พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปได้ว่า คะแนนของทักษะทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 5.31 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test แบบ Paired-test พบว่า ทักษะการให้เหตุผลและทักษะการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไป มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ อยู่ในระดับดีขึ้นไป โดยภาพรวมจากฐานนิยามมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้ง 4 ชุด มีร้อยละของนักเรียนที่ปฏิบัติจริงระดับดีขึ้นไปสูงกว่าร้อยละ 75 ที่กำหนด เมื่อทดสอบสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z – test สรุปได้ว่า คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับเนื้อหาวิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มี 4 ด้าน ได้แก่ ด้านคิดจำแนกแยกแยะ ด้านคิดเปรียบเทียบ ด้านเชื่อมโยงและด้านแก้ปัญหา จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชุดที่ 1-4 พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 93 มีทักษะด้านคิดจำแนกแยกแยะ ด้านคิดเปรียบเทียบ ด้านเชื่อมโยงและด้านแก้ปัญหา อยู่ในระดับดีขึ้นไป โดยภาพรวมจากฐานนิยามมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในระดับดีมาก ของนักเรียนในระหว่างเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 4 ชุดมีร้อยละของนักเรียนที่ปฏิบัติจริงระดับดีมากตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไป เมื่อทดสอบสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z – test สรุปว่า ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทักษะการคิดวิเคราะห์ ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

1) ผลการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ชุดที่ 1 เนื้อหาเรียนรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสามเหลี่ยม ได้แก่ ชนิด คุณสมบัติ ความสัมพันธ์ของด้านจัดรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มคู่และกลุ่มเล็ก สิ่งแวดล้อมใช้สิ่งที่เคยเห็นทั้งสิ่งประดิษฐ์และธรรมชาติ ชุดที่ 2 เนื้อหาเรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการพิสูจน์ ได้แก่ ความสัมพันธ์ของด้านรูปสามเหลี่ยมและตรวจสอบสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเป็นฐาน ชุดที่ 3 เนื้อหาเรียนรู้เกี่ยวกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการพิสูจน์ ได้แก่ การตรวจสอบบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสโดยใช้สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเป็นฐานและสามเหลี่ยมมุมฉาก ชุดที่ 4 เนื้อหาเรียนรู้เกี่ยวกับโจทย์ปัญหา ได้แก่ การนำโจทย์ปัญหาไปใช้สถานการณ์จริง จากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

ระยะทางจากโรงเรียนถึงบ้านนักเรียน จำนวนทั้งหมด 15 ชั่วโมง สอดคล้องกับหลักการของอากรณใจเทียง (2550, น. 121) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือแบบมีส่วนร่วม หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน ได้ร่วมมือกันทำงานกลุ่มด้วยความตั้งใจและเต็มใจ รับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ในกลุ่มของตน ทำให้งานของกลุ่มดำเนินไปสู่เป้าหมายของงานได้ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่ 1) ขั้นเตรียม ทำการจัดสภาพห้องเรียนและผู้เรียนเข้ากลุ่มเพื่อเตรียมพร้อมในการเรียนรู้ จากนั้นได้แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้รวมถึงบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรมกลุ่ม 2) นำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาโดยทำความเข้าใจในเนื้อหา กิจกรรมที่สร้างความสัมพันธ์ และอธิบายบทบาทหน้าที่ ในการทำงานเป็นกลุ่มของสมาชิก 3) ผู้สอนได้แบ่งกลุ่มย่อยให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงบทบาทหน้าที่ของตนเองในการทำงานกลุ่มได้อย่างเต็มที่ ผู้สอนทำหน้าที่สังเกตการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มและให้คำแนะนำปรึกษาเมื่อผู้เรียนไม่เข้าใจ 4) ประเมินผลงานของทุกกลุ่ม ผู้สอนได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเนื้อหาที่ได้ทำการศึกษาเรียนรู้จากชุดกิจกรรม ผู้สอนได้ทำการทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนโดยตอบคำถามเป็นรายบุคคล และ 5) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปบทเรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้ร่วมกัน ตลอดจนรับฟังข้อเสนอแนะของผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนั้นการเรียนรู้แบบร่วมมือจึงมีข้อดีในการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบในหน้าที่และบทบาทที่ได้รับมอบหมาย ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมถึงเกิดความภาคภูมิใจในตนเองที่สามารถทำงานได้ประสบความสำเร็จ ตามหลักการของ ทิสนาแจมมณี (2551, น. 266-270) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบจะมีวิธีการดำเนินการหลัก ๆ ซึ่งได้แก่ การจัดกลุ่มศึกษาเนื้อหาสาระ การทดสอบ การคิดคะแนน และระบบการให้รางวัลแตกต่างกันออกไปเพื่อตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้น จึงได้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามศักยภาพและความเหมาะสมกับผู้เรียนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้นนี้ มีค่าของกระบวนการ เท่ากับ 77.54 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 78.51 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 เป็นไปตามหลักการใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพของ วาโร เฟิงส์วัสดี (2546, น. 42-45) กล่าวว่า ระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ถ้าหากนวัตกรรมมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดซึ่งนวัตกรรมที่สร้างขึ้นเป็นทักษะเนื้อหาค่อนข้างยากจึงได้ใช้เกณฑ์ 75/75 แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้เพราะนักเรียนได้เรียนรู้

จากการร่วมมือกันภายในกลุ่ม สามารถแสดงบทบาทหน้าที่ของตัวเองได้อย่างเต็มที่ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ร่วมมือกันทำใบงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จ ตลอดจนทำแบบทดสอบให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทำให้การเรียนรู้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ตามหลักการของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, น. 494-467) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เป็นการประกันคุณภาพของชุดกิจกรรมว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับนักเรียนได้ จากประสิทธิภาพของการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทำให้เห็นว่าชุดกิจกรรมมีความสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามหลักการของ สุนทร์ สินธพานนท์ (2553, น. 14) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมที่ครูใช้ประกอบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนศึกษาและใช้สื่อต่าง ๆ ในชุดกิจกรรมที่ผู้สอนสร้างขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ มีขั้นตอนที่เป็นระบบชัดเจน จนกระทั่งนักเรียนสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาชุดการเรียนการสอนด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ ซึ่งในชุดการเรียนการสอนนั้นประกอบไปด้วย สื่อ อุปกรณ์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ปัจจุบันได้มีการพัฒนาชุดการสอนที่มีกิจกรรมเน้นการฝึกทักษะการคิดเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และสอดคล้องกับหลักการของ สิริพัชร เจษฎาวิโรจน์ (2546) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีส่วนสำคัญในการช่วยพัฒนาการเรียนรู้ ทักษะความคิด โดยผู้สอนสามารถนำการเรียนรู้แบบร่วมมือมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ในลักษณะองค์รวม จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลาย เน้นการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้จากธรรมชาติ การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และมีการวัดผลและประเมินผลที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยประเมินจากการปฏิบัติ (Performance Assessment) และประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการถ้าจะให้ได้ดีและประสบความสำเร็จมากที่สุดครูผู้สอนควรพัฒนาการหลักสูตรบูรณาการขึ้นในชั้นของตนเองเพราะหลักสูตรแบบบูรณาการจะมีเนื้อหาสาระที่สอดคล้องสัมพันธ์และมีความหมายต่อชีวิตของผู้เรียนมากกว่า อีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายในที่อยากจะเรียนและทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนแยกเป็นรายวิชาตามหลักสูตรแบบเดิม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภาศิริ ปราโมทย์ (2561) ศึกษาผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกม เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เท่ากับ 85.37/79.01 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 สอดคล้องกับงานวิจัย

ของ นิภาพรณัฐ สิงห์คำ (2561) ศึกษาผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม “The Geometer’s Sketchpad (GSP)” เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เท่ากับ 81.60/80.34 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 สอดคล้องกับงานวิจัยของ รจนา ลีประโคน (2562) ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณหารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.27/76.21 สอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุวรรณ ปะกิกา (2561) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และคุณลักษณะความรับผิดชอบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (STAD) ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.03/70.98 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) ผลการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าการประเมินความรู้ ความคิดระหว่างเรียนชุดกิจกรรมฯ 4 ชุด โดยรวมในทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 8.15$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายชุดกิจกรรมพบว่าทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี โดยมีขอบเขตค่าเฉลี่ยระหว่าง 7.97 – 8.33 ตามหลักทฤษฎีหลักการของ บุญเกื้อ คอระหาเวช (2542, น. 94-95) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมแบบกลุ่ม เป็นชุดกิจกรรมสำหรับให้ผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมแต่ละชุด มุ่งฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกันชุดกิจกรรมนี้มักใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียนและการสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ นำมาบูรณาการตามทฤษฎีหลักการของ สุนทร สันธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร (2556, น. 147) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ ความคิด ทักษะและประสบการณ์ที่มีความหลากหลาย และสัมพันธ์กันเป็นองค์รวมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้แจ้ง รู้จริงในสิ่งที่ศึกษามาสามารถนำไปใช้กับชีวิตจริงได้ และสอดคล้องกับหลักการของ ลาติซซาบาเลต์ และคนอื่น ๆ (1970) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง ยังผลให้เกิดการพัฒนาในด้านบุคลิกภาพในทุก ๆ ด้านผู้เรียนสามารถปรับตัวและตอบสนองต่อทุกสถานการณ์ ดังนั้นจึงได้นำการบูรณาการสิ่งแวดล้อมเข้ามาในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีหลักการของ

การจัดการศึกษาประเทศสก็อตแลนด์ (Scottish Government, 2018, น. 2) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สามารถบรรลุเป้าหมายได้ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในชีวิตประจำวันของเราทำให้เราสามารถทำความเข้าใจโลกรอบตัวเราและเพื่อจัดการชีวิตของเรา การใช้คณิตศาสตร์ช่วยให้เราสามารถจำลองสถานการณ์ในชีวิตจริงและทำการเชื่อมต่อและการทำนายแบบแจ้ง มันช่วยให้เรามีทักษะที่เราจำเป็นต้องตีความและวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ง่ายขึ้นและแก้ปัญหาประเมินความเสี่ยงและตัดสินใจอย่างชาญฉลาดคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสาขาต่างๆ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสิ่งแวดล้อมเป็นการนำแหล่งเรียนรู้ที่เป็นบริบท สภาพแวดล้อมของชุมชน ถิ่นฐาน ทั้งที่เป็นสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยนำมาเป็นสถานที่สามารถจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียน ได้ เป็นแหล่งที่นักเรียนรู้จักคุ้นเคย โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ต้องให้สอดคล้องกับระดับของการศึกษาและสอดคล้องกับสาระเนื้อหาในระดับการเรียนรู้ อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ในขณะเดียวกันผลการประเมินการเรียนรู้ด้านความรู้ ความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 8.17 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน หลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test แบบ Paired-test พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ผลการประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปได้ว่า คะแนนของทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 5.31 คะแนน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test แบบ Paired-test พบว่า ทักษะการให้เหตุผลและทักษะการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือสอดคล้องกับ ทิสนา แฉมณี (2552, น. 98) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถ แตกต่างกัน ประมาณ 3 – 6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่มนักการศึกษาที่สำคัญซึ่งโดยทั่วไปมักจะไม่ได้ให้ความสำคัญและปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ส่วนใหญ่จะมุ่งไปที่

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน และหลักการของ อารมณ์ ใจที่แข็ง (2550, น. 121) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือแบบมีส่วนร่วม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน ได้ร่วมมือกันทำงานกลุ่มด้วยความตั้งใจและเต็มใจ รับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ในกลุ่มของตน ทำให้งานของกลุ่มดำเนินไปสู่เป้าหมายของงานได้ สอดคล้องกับหลักการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, น. 19) กล่าวว่าทักษะกระบวนการเป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถ ในการแก้ปัญหาการให้เหตุผลการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอการ เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของแต่ละทักษะ การเรียนรู้แบบร่วมมือย่อมมีข้อดีเป็นไปตามหลักการของ ทิศนา ขัมมณี (2553, น. 101) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือส่งผลดีต่อผู้เรียนทำให้มีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายเป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีการใช้เวลาว่างมีประสิทธิภาพใช้เหตุผลดีขึ้น มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนดีขึ้น การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีน้ำใจนักกีฬามากขึ้นใส่ใจในผู้เรียนมากขึ้นเห็นคุณค่าของความแตกต่างหลากหลายการประสานสัมพันธ์และการร่วมมือ การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนมีสุขภาพจิตที่ดีขึ้นมีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเองและมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมและความสามารถในการเผชิญกับความเครียดและความผันแปรต่าง ๆ ชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัยของสมชัย อินมียืน (2553) ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ เสริมด้วยแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลและแบบกลุ่มการแข่งขัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ เสริมด้วยแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลและแบบแบ่งกลุ่มการแข่งขันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุกัญญา แยมกลีบ (2559) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (STAD) ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนร้อยละ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนร้อยละอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทราน (Tran, 2014, pp. 131-140) ศึกษาเชิงทดลองผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเก็บความรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและหลังการเก็บความรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับคำแนะนำโดยใช้การ สอนแบบบรรยาย การศึกษานับสนับสนุนประสิทธิผลของการเรียนแบบร่วมมือในการศึกษา ระดับอุดมศึกษาของเวียดนาม

ผลการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ เนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ พบว่า นักเรียนตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไป มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ อยู่ในระดับดีขึ้นไป สรุปได้ว่า คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยภาพรวมจากฐานนิยมมีระดับคุณภาพ อยู่ในระดับดีมาก เมื่อทดสอบสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z – test สรุปว่า ร้อยละของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์ ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อาจเนื่องมาจากการทำกิจกรรมนักเรียนมีความสนใจและ กระตือรือร้นในการทำกิจกรรมกลุ่ม เพราะทุกคนได้มีบทบาทหน้าที่ตามที่กำหนดไว้และทำหน้าที่ ให้ดีที่สุด คอยรับฟังความคิดเห็นของทุกคน ขอมรับการตัดสินใจจากสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งสังเกต ได้ว่าทุกคนได้ช่วยเหลือกันในการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมฯ เพื่อให้ผล การเรียนรู้ออกมาตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เป็นไปตามทฤษฎี กัญญา โพธิ์วัฒน์ (2542, น. 52 – 55) ได้ กล่าวถึง แนวความคิดทางการศึกษาของ กาเย่ (Gagne) เกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยเน้นสภาพที่ ก่อให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับชนิดของการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการกระทำกิจกรรมเฉพาะอย่าง เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนจะมีรูปแบบหรือวิธีการของการเรียนรู้แตกต่างกัน วิธีสอนและกิจกรรม อย่างหนึ่งอาจช่วยให้คนเกิดการเรียนรู้ในขณะที่คนอื่น ๆ ไม่ได้เกิดการเรียนรู้เลย หน้าที่ของครูคือ สังเกตแบบหรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนของตนเองเพื่อช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มเติมที่

ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิชา ทรัพย์สัน (2555) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวความคิดสร้างพลังการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความ สูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวความคิด สร้างพลังการเรียนรู้ในระดับสูงทุกด้าน พลังการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและ ความสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค และสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ ฮอสเซน และทาร์มิซี (Hossain and Tarmizi, 2013, pp. 473-477) ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาที่ดีในด้านคณิตศาสตร์และทัศนคติที่มีต่อคณิตศาสตร์

3) ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มี 4 ด้าน ได้แก่ ด้านคิดจำแนกแยกแยะ ด้านคิดเปรียบเทียบ ด้านเชื่อมโยงและด้านแก้ปัญหา จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชุดที่ 1-4 พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 93 ขึ้นไป มีทักษะด้านคิดจำแนกแยกแยะ ด้านคิดเปรียบเทียบ ด้านเชื่อมโยงและด้านแก้ปัญหา อยู่ในระดับดีขึ้นไป โดยภาพรวมจากฐานนิยามมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมากของนักเรียนในระหว่างเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อทดสอบสัดส่วนโดยใช้สถิติ Z -test สรุปว่า ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทักษะการคิดวิเคราะห์ ระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามหลักการทฤษฎีของ วรรณ โรจนะบุรานนท์ (2557, น. 5) การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดระดับสูงที่เกิดขึ้นด้วยกระบวนการที่ซับซ้อน เป็นความสามารถในการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาสามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ หรือเป็นหมวดหมู่ได้ โดยพิจารณาอย่างรอบคอบถึงสภาพการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใดในการตัดสินใจตามหลักการทฤษฎีของ มนตรี วงษ์สะพาน (2556, น. 125) กระบวนการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่ส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดด้านอื่น ๆ ที่สูงขึ้น การคิดวิเคราะห์จะช่วยให้รู้ข้อเท็จจริง เหตุผลเบื้องต้นของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง รู้รายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานความรู้ เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของพิรุณรัตน์ ขาวไชยมหา (2557) ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ จากการทำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการจำแนก ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการประยุกต์ ทักษะการสรุปความและทักษะการจัดหมวดหมู่คิดเป็นร้อยละ 94.79, 90.63, 73.96, 65.63 และ 40.63 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลดาวัลย์ ไชยสัตย์ (2554) ทำการศึกษาการปฏิบัติการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเลิงนกทา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

มัธยมศึกษาเขต 28 ผลการวิจัยพบว่า ปฏิบัติการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทินุงกิ (Tinungki, 2015, pp. 27-31) ทำการศึกษายาทบาทของประเภทการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่ช่วยเป็นรายบุคคลเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวิชาทฤษฎีความน่าจะเป็น ผลการวิจัยพบว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์คือทฤษฎีความน่าจะเป็นซึ่งจัดเป็นวิชาทักษะทั่วไปที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนคณิตศาสตร์ การปรับปรุงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนควรร่วมมือกับกระบวนการเรียนรู้ เราสามารถปรับความสามารถให้เหมาะสมโดยการใช้รูปแบบการเรียนรู้ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายและโต้ตอบกันเพื่อให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาดีขึ้นนั่นคือการใช้ประเภทการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุริยะและศยาปุตรา (Surya and Syahputra, 2017, pp. 12-20) ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดระดับสูงโดยการพัฒนาวิธีการเรียนรู้ PBL เกี่ยวกับคณิตศาสตร์การเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาแบบจำลองนั้นถูกนำมาใช้จากแบบจำลองของ ธิยารajan (Thiagarajan) และแบบจำลองของซิมเมลและซิมเมล (Semmel & Semmel) ในรูปแบบของตำราเรียนสำหรับนักเรียนและครูผู้สอนซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่มีโครงสร้างในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามการแก้ปัญหาซึ่งสามารถสร้างการคิดขั้นสูง ผลของการเผยแพร่แสดงให้เห็นว่าสามารถปรับปรุงในการแก้ปัญหานักเรียนได้

จากผลการวิจัยดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เชียงใหม่ เขต 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เชียงใหม่ เขต 4 มีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไปใช้

1. ครูควรศึกษารายละเอียดของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อมให้เข้าใจ เพื่อสามารถนำนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริงได้ตรงตามลำดับขั้นตอนของการใช้ชุดกิจกรรมฯ
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม ครูควรให้นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ซึ่งครูควรมีการกำหนดเวลาให้นักเรียนตามความเหมาะสมของชุดกิจกรรมฯ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมตามที่ชุดกิจกรรมฯ ได้กำหนดไว้ครบ
3. ครูควรมีการออกแบบชุดกิจกรรมที่นักเรียนสามารถนำไปศึกษาเรียนรู้ที่บ้านได้ เนื่องจากการบูรณาการสิ่งแวดล้อม ดังนั้นนักเรียนสามารถนำชุดกิจกรรมฯ ไปศึกษาเพิ่มเติมได้เพื่อให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น
4. ครูควรนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ไปใช้อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติให้มีความรู้ความเข้าใจและเกิดประโยชน์ต่อตัวนักเรียนเอง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ ที่มีความเหมาะสมเพื่อนำมาสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสนในการศึกษาเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
2. ควรศึกษาและพัฒนาชุดกิจกรรมให้มีความน่าสนใจและเหมาะสมกับนักเรียนทุกระดับชั้น
3. ควรทำการวิจัยในทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ มาประเมินชุดกิจกรรมฯ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ นำมาประเมินนักเรียนหรือผู้ที่ใช้ชุดกิจกรรมฯ เพื่อให้ทราบผลการเรียนรู้ในทุก ๆ ด้าน

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *ประกาศกระทรวงศึกษาธิการเรื่องแนวทางการพัฒนาและประเมินสถานพอเพียงเป็นศูนย์การเรียนรู้ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงด้านการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ขับเคลื่อนเศรษฐกิจพอเพียง.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2551.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2549). *แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2541). *คู่มือพัฒนาการศึกษา พ.ศ.2541*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กลิ่น สระทองเนียม. (2556). *บ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยปรากฏฐานเด็กไทยสู่นาคต*. สืบค้นจาก <http://www.dailynews.co.th/Content.do?contentId=50718>
- กัญญา โพธิ์วัฒน์. (2542). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. สุรินทร์: คณะครูศาสตร์ สถาบันราชภัฏสุรินทร์.
- เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. (2555). *การพัฒนาสื่อ นวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2553). *การคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking)*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2547). *การคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking)*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- คณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. (2552). *สาระนำรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: รวมบทความประสบการณ์สอน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- จรรยา เปรมมณี. (2540). *ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบเอส เอ ดี ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- จันทรา ดันติพงสานุรักษ์. (2544). *การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหลักสูตรกรมวิชาการ.

- จารุวรรณ ปะกิกา. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน และคุณลักษณะความรับผิดชอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). การจัดการเรียนรู้แนวใหม่. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้ง แอนด์พับลิชชิง.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: บริษัทแคเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษา หน่วยที่ 8-15. (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2533). กระบวนการค้นคว้าหาความรู้และการเรียนการสอน. เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อการสอน หน่วยที่ 1-5. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชาติ แจ่มนุช. (2545). สอนอย่างไรให้คิดเป็น. กรุงเทพฯ: พิมพ์ที่เสียงเสียง.
- ดวงแสง ณ นคร. (2549). การใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ทองคูณ หงส์พันธุ์. (2542). คู่มือการจัดกิจกรรม ค่ายอาสาพัฒนาและบำเพ็ญประโยชน์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- ทิสนา แคมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แคมมณี. (2554). การนำเสนอรูปแบบเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิต นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ระดับปริญญาตรีสำหรับหลักสูตรครุศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แคมมณี . (2553). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แคมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์จำกัด.
- ทิสนา แคมมณี. (2551). ลีลาการเรียนรู้ – ลีลาการสอน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แคมมณี . (2550). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แคมมณี. (2549). ศาสตร์การสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์จำกัด.
- ทิสนา แคมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชนิดย์ สุวรรณเจริญ. (2551). การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (*Cooperative learning*). สืบค้นจาก <https://www.gotoknow.org/posts/209790>
- ธีระ รุณเจริญ. (2553). ความเป็นมืออาชีพในการจัดและบริหารการศึกษายุคปฏิรูปการศึกษา (ฉบับปรับปรุง) เพื่อปฏิรูปการสอนและประเมินภายนอกกรอบสาม. กรุงเทพฯ: ข้าวฟ่าง.
- นพพร ณะชัยจันทร์. (2550). การวิเคราะห์ข้อสอบ. เชียงราย: คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- น้อยทิพย์ ลิมขิงเจริญ. (2547). การพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยวิธีการบูรณาการและกระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมคุณลักษณะเก่ง ดี มีสุข และพัฒนาการความมีวินัยด้านความรับผิดชอบ ต่อกลุ่มและใฝ่รู้ใฝ่เรียน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิติกาญจน์ ไกรสิทธิ์พัฒน์. (2553). ผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- นิภาพรณัฏ์ สิงห์คำ. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับ โปรแกรม *The geometer's sketchpad (GSP)* เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่).
- นิธิวัติ เพ็ชรรักกิจการค้า. (2554). ผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการเรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2540). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). นวัตกรรมการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: เอสอาพรีนติ้ง.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2537). นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- บุญยานุช สุตสาย. (2555). การพัฒนาผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องสถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน MARCE. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย, สาขาหลักสูตรและการนิเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- บุรชัย ศิริมหาสาคร. (2545). การเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. วิชาการ, 6(2), 12-19.
- ประภาศิริ ปราโมทย์. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกม เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่).
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิค ฟรีดิง.
- เปรมจิตต์ จงรักษ์ ลาร์เซ่น. (2551). วิธีการสอนแบบการเรียนรู้ (เอกสารประกอบการบรรยาย). กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พันทิพา ทับเที่ยง. (2550). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียน แบบร่วมมือกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAL). (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร).
- พิชญ์สินี ชมภูคำ. (2555). การใช้สถิติเป็นฐานในการสอนแบบโครงงาน. เชียงใหม่: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- พิชญ์สินี ชมภูคำ. (2553). สถิติเพื่อการวิจัย. เชียงใหม่: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เฮาส์ ออฟ เฮอร์มิสท์.
- พิรุณรัตน์ ขาวไชยมหา. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ภาวिका ตั้งกมลศรี. (2552). การพัฒนาชุดกิจกรรมฝึกเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. (การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- มนตรี วงษ์สะพาน. (2556). การยกระดับการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยกระบวนการคิดวิเคราะห์. วารสาร ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 13(2), น. 125-139.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2546). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: พิพิธการพิมพ์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์จำกัด.
- รจนา ลีประโคน. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).
- รัชณีย์ ธนะวดี. (2544). การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยใช้สิ่งแวดล้อมรอบตัวสำหรับโรงเรียนวัดสวนดอก. (การค้นคว้าแบบอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2539). พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2539. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ไรรยวินท์ บุญสวัสดิ์. (2556). หลักสูตรการพัฒนาศักยภาพการคิดเชิงวิเคราะห์. สืบค้นจาก http://www.entaining.net/in-house_Analytical_Thinking.php
- ลดาวัลย์ ไชยสัตย์. (2554). ทำการศึกษาการปฏิบัติการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเลิงนกทา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 28. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี).
- ลักขณา สรวิวัฒน์. (2549). การคิด. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). การวัดทางจิตวิทยา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณ โรจนะบุรานนท์. (2557). การพัฒนาแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- วรรณ โสมประยูร. (2541). วิธีสอนแบบวรรณ. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.

- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แอลทีเพรส.
- วัชริกาญจน์ กิริติ. (2554). *เทคนิคการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วาโร เฟิงสวัสดิ์. (2546). *การวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2554). *การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้*. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2549). *นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้*. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วีระ สุดสังข์. (2550). *การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ศรินทร วิริยะสิรินันท์. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- ศรีสุดา จริยากุล. (2543). *นวัตกรรมการเรียนการสอน*. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาระบบการเรียนการสอนหน่วยที่ 8-15*. (น. 647-648). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ศศิชา ทรัพย์ล้วน. (2555). *การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ คณะศึกษาศศตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศศิธร พรหมภักดี. (2552). *การจัดการเรียนรู้แบบ TAI เรื่อง เซต ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนมหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *การวัดผลประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้และตัวอย่างข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)*. กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้งกรุ๊ป.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.

สมคิด สร้อยน้ำ. (2542). *หลักการสอน*. อุตรธานี: สถาบันราชภัฏอุตรธานี.

สมชัย อินมียืน. (2553). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์เสริมด้วยแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลและแบบกลุ่มการแข่งขันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี).

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. มหาสารคาม: ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2538). *การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สายไหม โพธิ์ศิริ. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้ชุดการเรียนรู้ร่วมกับวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 3 ประชาอินดี*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร).

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4. (2562). *แผนปฏิบัติการนิเทศ ปี 2562*. เชียงใหม่: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4. (2561). *รายงานผลการจัดการศึกษา ปีงบประมาณ พ.ศ.2561*. เชียงใหม่: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). *แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ระดับ มัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2552). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). *เรียนรู้...บูรณาการ*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาประถมศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษา
แห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). แนวทางการจัดการเรียนรู้ จากแหล่งเรียนรู้. กรุงเทพฯ:
สำนักงานฯ.
- สิทธิพล อาจอินทร์. (2554). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์. วารสาร มข., 16(1), 72-82.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). คู่มือสื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- สิริพัชร เจษฎาวิโรจน์. (2546). การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ: บั๊ค พอยท์.
- สุกัญญา แยมกليب. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ
กลวิธีเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ศึกษา
ศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- สุคนธ์ สินธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร. (2556). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่สู่
ประชาคมอาเซียน. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควิธีคิด.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2553). นวัตกรรมจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน.
กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควิธีคิด.
- สุนทรี วัฒนพันธุ์. (2555). การพัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษา. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการ
สอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์).
- สุมิตร คุณากร. (2550). หลักสูตรและการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ชวนชม.
- สุมานิน รุ่งเรืองธรรม. (2542). กลวิธีการสอน. กรุงเทพฯ: เรื่องธรรม.
- สุรัช จามรเนียม. (2548). ผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์บูรณาการเชิงเนื้อหา เรื่อง พื้นผิวและ
ปริมาตรที่มีต่อความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
(ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร).
- สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ. (2553). 20 วิธีการจัดเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2551). ครบเครื่องเรื่องการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพ
พิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2550). การพัฒนาผลงานทางวิชาการสู่การเลื่อนวิทยฐานะ. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). ครบเครื่องเรื่องการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

- สุวิทย์ มูลคำ. (2546). *การคิดวิเคราะห์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ด้านสุขภาพการพิมพ์.
- สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์. (2551). *ทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: ซี.ซี. นอลลิคส์ลิงค์ส์.
- สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์. (2550). *ทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน*. นนทบุรี: ซีซีโนลลิคส์ลิงค์.
- เสริมศักดิ์ สุรวัตรภ. (2539). *คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ไสว พักขาว. (2539). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างจิต 5 ลักษณะเพื่ออนาคต สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 59-67.
- อัสวชัย ลิ้มเจริญ. (2546). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือแบบ แบ่งกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสอนตามปกติ*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน สถาบันราชภัฏนครสวรรค์).
- อัญญารัตน์ เจริญพุดินาถ. (2546). *การพัฒนาแบบประเมินทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการ วัดและการประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อารีย์ วชิรवारการ. (2542). *การวัดผลและประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏ เพชรบุรี.
- เอมอร สำราญจักร. (2548). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก ลบ จำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้ง ไม่เกิน 100 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร).
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Atkinson, R. C. and Shiffrin, R. M. (1997). *The psychology of learning and motivator : advances in research and theory*. New York: Academic.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives, the classification of educational goals – handbook i: cognitive domain*. New York: McKay.

- Bloom, B. S. (1971). *Hand book on formative and summative evaluation of student learning*. New York: Mc Graw-Hill Book Company.
- Cao, L. (2017). Data science: A comprehensive overview. *ACM Computing Surveys*, 50(3), 43-48.
- Hudgins, B. B. (1977). *Learning and thinking*. Linois: F.E. Peacock Publishers.
- Hossain, A., & Tarmizi, R. A. 3). Effects of cooperative learning on students' achievement and attitudes in secondary mathematics. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 93, 473 – 477. Doi: 10.1016/j.sbspro.2013.09.222. 2013.
- Jebson, S. R. (2012). Impact of cooperative learning approach on senior secondary school students performance in mathematics. *Ife Psycholgia*, 20(2), 107-112.
- Johnson, D. A. and Rising, G. R. (1967). *Guidelines for teaching mathematics*. California: Wadsworth Publishing Company, Inc.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of bloom's taxonomy: an overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218.
- Knapp, J. (2005). *Calculator skills and assessment*. London: Beam Education Maze Workshops.
- Lardizabal, A. S. (1970). *Methods and principles of teaching*. Quezon City: Alemar – Phoenix.
- Marzano, R. J. (2001). *Designing a new taxonomy of educational objectives*. California: Corwin.
- Meyerson, M. J. (1993). Exploring reading instructional decisions though a reflective activity: The first step in the change process. *Journal of Educational and Psychological Consultation*, 4(2), 153 - 168.
- Piaget, J. (1971). *The theory of stages in cognitive development*. In Green, D. R. (Ed.), *Measurement and piaget*. New York: McGraw-Hill.
- Reilly, D. E. and Oermann, M. H. (1999). *Clinical teaching in nursing education*. Bosten: Jones and Bartlett.
- Romberg, T. A. (1992). *Mathematics assessment and evaluation: imperatives for mathematics educators*. New York: State University of New York Press.
- Scottish Government. (2018). *Curriculum for excellence: Mathematics principles and practice*. Scotland.
- Tran, V. D. (2014). *The effects of cooperative learning on the academic achievement and knowledge retention*. (Faculty of Education An Giang University Vietnam).

Watson, G. and Glaser, E. M. (1964). *Watson-glaser critical thinking appraisal manual*. New York: Harcourt Brace and Word Inc.

Zeichner, K. M. & Liston, D. T. (1987). Teaching student teachers to reflect. *Harvard Educational Review*, 57(1), 23-48.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยและ
 ตำนานหนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

1. นางอัญชนา สืบสกุล
 ครูชำนาญการพิเศษ
 ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดศรีสว่าง อำเภอหางดง
 จังหวัดเชียงใหม่
2. นางวราภรณ์ ชัชชัยศรี
 ครูชำนาญการพิเศษ
 ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนแม่วินสามัคคี อำเภอแม่วาง
 จังหวัดเชียงใหม่
3. นางจิราวรรณ กุอ
 ครูชำนาญการพิเศษ
 ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนกรป.กลางอุปถัมภ์ อำเภอดอยหล่อ
 จังหวัดเชียงใหม่

สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ว.๕๖๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๒๒ พฤษภาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางอัญชนา สืบสกุล
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดศรีสว่าง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวมีรันตี จันทร์ดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ฆมภูคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจ และให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙

โทรสาร. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ว.๕๖๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๒๒ พฤษภาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาวกรณีย์ ยศชัยศรี
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนแม่วินสามัคคี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวมิรันตี จันทรัตน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ชมภูคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจ และให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙

โทรสาร. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ว.๕๖๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๒๒ พฤษภาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางจิราวรรณ กุศล
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกรป.กลางอุบลรัตน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวมิรันตี จันทรดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ชมภูคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบ และให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย
โทรศัพท์. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙
โทรสาร. ๐๕๓-๘๘๕๙๙๙

หนังสือขออนุญาตทดลองเครื่องมือ



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ ๖๖๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ. เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๑๔ พฤษภาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุญาตทดลองเครื่องมือเพื่อทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดศรีสว่าง

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวมลิรัตน์ จันทร์ดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต ๔” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี หนูคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จึงขออนุญาตให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อทำวิทยานิพนธ์ โดยกำหนดทดลองเครื่องมือในระหว่างวันที่ ๑ มิถุนายน - ๑๖ กรกฎาคม ๒๕๖๔ ส่วนรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะประสานกับท่านโดยตรงต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐๙๓-๒๖๓-๙๑๔๑



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/๒๕๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ. เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๑๔ พฤษภาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุญาตทดลองเครื่องมือเพื่อทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหัวริน

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวมรินทร์ จันทร์ดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน การทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต ๔” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ฆะภูคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จึงขออนุญาตให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อทำวิทยานิพนธ์ โดยกำหนดทดลองเครื่องมือในระหว่างวันที่ ๑ มิถุนายน - ๑๖ กรกฎาคม ๒๕๖๔ ส่วนรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะประสานกับท่านโดยตรงต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฏฐ์ พงษ์วัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐๙๓๗-๒๖๓-๙๑๘๘๑



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ว.๖๕๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ. เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๑๔ พฤษภาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุญาตทดลองเครื่องมือเพื่อทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสันป่าสัก

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวมิ่งนที จันทร์ดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน การทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต ๔” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ทุมคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จึงขออนุญาตให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อทำวิทยานิพนธ์ โดยกำหนดทดลองเครื่องมือในระหว่างวันที่ ๑ มิถุนายน - ๑๖ กรกฎาคม ๒๕๖๔ ส่วนรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะประสานกับท่านโดยตรงต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐๙๓/-๒๖๓-๙๑๔๑



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/๑๔๗

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง

จ. เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๑๘ พฤษภาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุญาตใช้เครื่องมือเพื่อทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านน้ำแพร่

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวมรินทร์ จันทร์ดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต ๔" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี หนองคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จึงขออนุญาตให้นักศึกษาใช้เครื่องมือเพื่อทำวิทยานิพนธ์ โดยกำหนดใช้เครื่องมือในระหว่างวันที่ ๑ มิถุนายน - ๑๖ กรกฎาคม ๒๕๖๔ ส่วนรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะประสานกับท่านโดยตรงต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

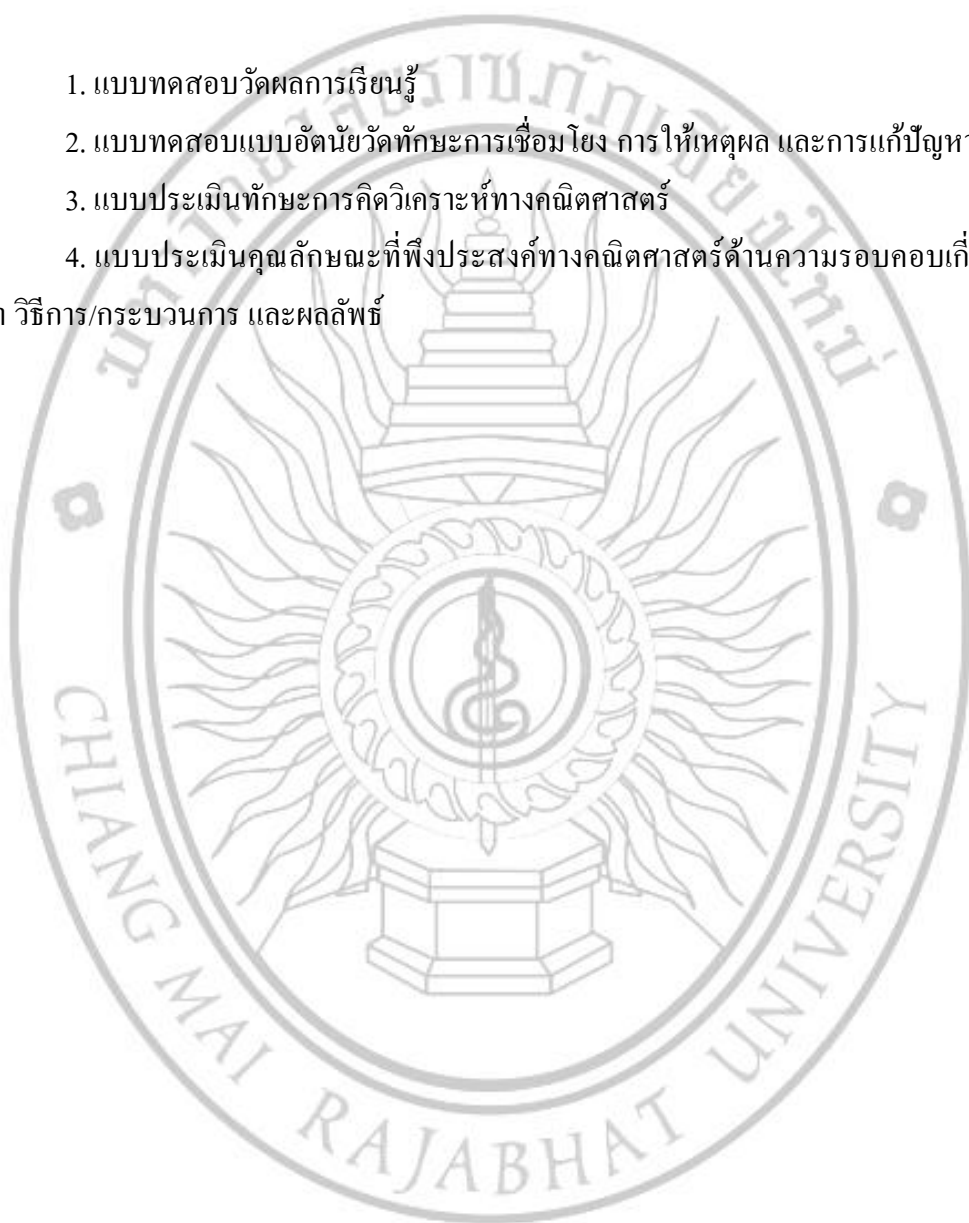
บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐๕๓-๒๖๓-๕๑๔๑

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
2. แบบทดสอบแบบอัตนัยวัดทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา
3. แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์
4. แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ
เนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์



แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จงกา X ทับตัวอักษร ตรงกับตัวเลือกที่ต้องการลงในกระดาษคำตอบ

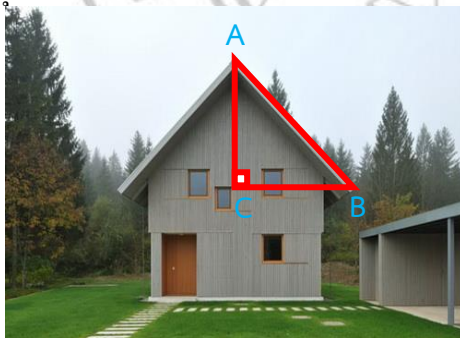
1. จากรูปข้อใดถูกต้อง



- ก. $\overline{AB}$ เป็นด้านประกอบมุมฉาก
- ข. $\overline{BC}$ เป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก
- ค. $\overline{AC}$ เป็นด้านประกอบมุมฉาก
- ง. $\overline{AB}$ เป็นด้านตรงข้ามมุม

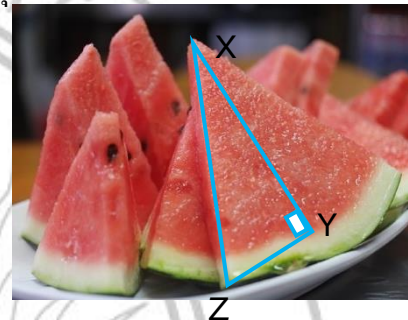
ฉาก

2. จากรูปสามเหลี่ยม ABC ด้านใดคือด้านตรงข้ามมุมฉาก



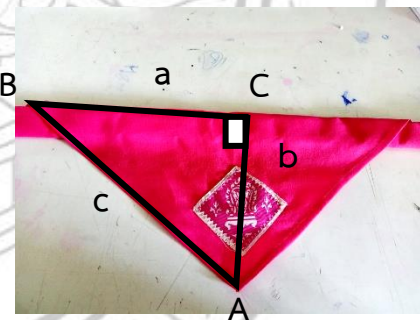
- ก. $\overline{AC}$
- ข. $\overline{BC}$
- ค. $\overline{AB}$
- ง. $\overline{AC}$ และ $\overline{BC}$

3. จากรูปสามเหลี่ยม XYZ ด้านใดคือด้านประกอบมุมฉาก



- ก. $\overline{XY}$
- ข. $\overline{YZ}$
- ค. $\overline{XZ}$
- ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

4. จากรูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4-5



ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากคือข้อใด

- ก. c
- ข. b
- ค. a
- ง. a และ b

5. จากรูป ข้อใดคือความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยม ABC

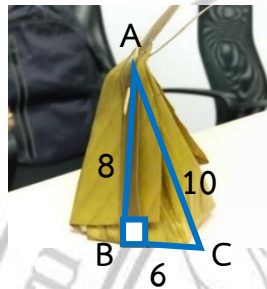
ก. $c^2 = a^2 - b^2$

ข. $a^2 = c^2 + b^2$

ค. $b^2 = a^2 + c^2$

ง. $c^2 = a^2 + b^2$

ใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6-7



6. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม ABC

ก. ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับ 8 หน่วย

ข. ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับ 6 หน่วย

ค. ผลบวกของความยาวด้านประกอบมุมฉากเท่ากับ 16 หน่วย

ง. ผลบวกของความยาวด้านประกอบมุมฉากเท่ากับ 14 หน่วย

7. จากรูปสามเหลี่ยม ABC นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของความยาวด้านตามข้อใด

ก. $8 + 6 < 10$

ข. $10^2 = 8^2 + 6^2$

ค. $10^2 > 8^2 + 6^2$

ง. $10^2 = 8 + 6$

8. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ก. ผลบวกมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเท่ากับ 180 องศา

ข. ด้านประกอบมุมฉากเป็นด้านที่ยาวที่สุด

ค. ด้านประกอบมุมฉากเป็นด้านที่สั้นกว่าด้านตรงข้ามมุมฉาก

ง. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากมีมุมๆหนึ่งขนาด 90 องศา

9. จงหาความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก



ก. 13 เมตร

ข. 65 นิ้ว

ค. $\sqrt{65}$ นิ้ว

ง. $\sqrt{13}$ นิ้ว

10. ต้นมะพร้าวต้นหนึ่งถูกพายุพัดเอนไปพาดระเบียงบ้านหลังหนึ่ง ถ้าต้นมะพร้าวอยู่ห่างจากระเบียงบ้าน 5 เมตร และระยะจากโคนต้นถึงส่วนที่พาดระเบียงบ้านยาว 8 เมตร จงหาว่าส่วนบนของระเบียงห่างจากพื้นกี่เมตร



ก. $\sqrt{39}$ เมตร

ข. 9 เมตร

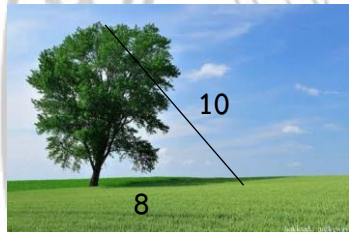
ค. 3 เมตร

ง. 13 เมตร

11. ความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งเป็น 3, 4, 5 ตามลำดับ รูปสามเหลี่ยมนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่ เพราะเหตุใด

- ก. เป็น เพราะความยาวด้านมีค่าต่างกัน 1 หน่วย
 ข. ไม่เป็น เพราะ อาจเป็นรูปสามเหลี่ยมใด ๆ ก็ได้
 ค. บอกไม่ได้จนกว่าจะมีการวาดรูป
 ง. เป็น เพราะอยู่ในรูป $5^2 = 3^2 + 4^2$

12. ต้นไม้ต้นหนึ่งใช้ลวดผูกที่จุดกลางต้น แล้วดึงมาผูกหลัก ซึ่งห่างจากโคนต้น 8 เมตร ถ้าลวดยาว 10 เมตร ต้นไม้จะสูงกี่เมตร



- ก. 3 เมตร ข. 5 เมตร
 ค. 6 เมตร ง. 8 เมตร

13. ลูกเสือโรงเรียนบ้านน้ำแพร่เดินทางไกลจากค่ายพักแรมอุทยานแห่งชาติออบขาน ด.น้ำแพร่ อ.หางดง ไปทางทิศเหนือ 18 กิโลเมตร แล้วเลี้ยวไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร แล้วขึ้นไปทางเหนืออีก 6 กิโลเมตร แล้วไปทางทิศตะวันออกอีก 28 กิโลเมตร อยากทราบว่าขณะนี้ลูกเสืออยู่ห่างจากค่ายพักแรมอุทยานแห่งชาติออบขานเป็นแนวเส้นตรงเป็นระยะทางเท่าใด

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

14. รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งมีฐานยาว 32 เซนติเมตร มีด้านประกอบมุมยอดยาว 20 เซนติเมตร จะมีพื้นที่ที่ก่อดารางเซนติเมตร

- ก. 162 ตารางเซนติเมตร
 ข. 192 ตารางเซนติเมตร
 ค. 200 ตารางเซนติเมตร
 ง. 220 ตารางเซนติเมตร

15. ครูสุรดีขับรถออกจากโรงเรียนบ้านน้ำแพร่ไปทางทิศตะวันตก 30 กิโลเมตร เลี้ยวไปทางทิศใต้ 20 กิโลเมตร แล้วไปทางทิศตะวันออกอีก 51 กิโลเมตร อยากทราบว่าครูสุรดีอยู่ทางจากจุดเริ่มต้นเท่าใดเมื่อวัดในแนวเส้นตรง

- ก. 29 กิโลเมตร ข. 32 กิโลเมตร
 ค. 35 กิโลเมตร ง. 39 กิโลเมตร

16. เสาธงของโรงเรียนบ้านน้ำแพร่ สูง 28 เมตร ใช้เชือกยาว 35 เมตร โยงจากยอดเสาถึงพื้นดิน เมื่อเชือกขึงขึ้นสู่ยอดเสา นักเรียนจะต้องยืนห่างจากเสาธงเท่าไร จึงจะทำให้เชือกตึงพอดี



- ก. 11 เมตร ข. 15 เมตร
 ค. 21 เมตร ง. 24 เมตร

17. รูปสามเหลี่ยมที่มีความยาวของด้านทั้งสามในข้อใดไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

- ก. 2.5, 3.6 และ 6.5 หน่วย
- ข. 3, 4 และ 5 หน่วย
- ค. 5, 12 และ 13 หน่วย
- ง. 6, 8 และ 10 หน่วย

18. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ มีเส้นรอบรูปยาวเท่าไร



- ก. 24 หน่วย
- ข. 32 หน่วย
- ค. 56 หน่วย
- ง. 60 หน่วย

19. บ้านไผ่ยาว 10 เมตร วางพาดกำแพงตึกอยู่ โดยปลายบนของบันไดอยู่สูงจากพื้นดิน 6 เมตร โคนบันไดจะอยู่ห่างจากผนังตึกกี่เมตร



- ก. 4 เมตร
- ข. 5 เมตร
- ค. 8 เมตร
- ง. 9 เมตร

20. เด็กชายจ่อซื้อขนมและเดินทางออกจากโรงอาหารของโรงเรียนไปทางทิศเหนือ 6 เมตร แล้วไปทางตะวันออกอีก 12 เมตร หลังจากนั้นเดินต่อไปทางเหนืออีก 10 เมตร จึงพักรับประทานอาหารขณะนี้เด็กชายจ่ออยู่ห่างจากโรงอาหารกี่เมตร

- ก. 20 เมตร
- ข. 28 เมตร
- ค. 40 เมตร
- ง. 64 เมตร

แบบทดสอบแบบอัตนัยวัดทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผลและการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำพร้อมทั้งตรวจคำตอบ

1. ขนาดหน้าจอคอมพิวเตอร์ใช้การวัดความยาวของเส้นทแยงมุมของหน้าจอเพื่อบอกขนาด ถ้าหน้าจอคอมพิวเตอร์ขนาด 25 นิ้ว มีความยาว 20 นิ้ว อยากทราบว่าหน้าจอคอมพิวเตอร์มีความกว้างเท่าไร



แสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจคำตอบ

.....

.....

2. ครูมานิจักรถออกจากโรงเรียนบ้านน้ำแพร่ไปทางเหนือ 9 กิโลเมตร แล้วเลี้ยวไปทางทิศตะวันออก 2 กิโลเมตร แล้วขึ้นไปทางทิศเหนืออีก 3 กิโลเมตร แล้วไปทางทิศตะวันออกอีก 14 กิโลเมตร ขณะนี้ครูมานิจู่ห่างจากโรงเรียนบ้านน้ำแพร่กี่กิโลเมตร

แสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจคำตอบ

.....

.....



แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

[illegible]

แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ภาคผนวก ค

การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผลประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ
สิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นรายชื่อของ
แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
3. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ และด้าน
การสังเคราะห์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบอัตนัย โดยหาค่าความ
เชื่อมั่นของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน หรือ KR -20
5. ผลการหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบอัตนัย
6. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบปรนัย โดยใช้วิธีของฮอยท์
7. ผลการหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบปรนัย
8. ผลการประเมินความสอดคล้องของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินที่แสดงถึงคุณลักษณะ
ที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
9. ผลการประเมินความสอดคล้องของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินที่แสดงถึงทักษะการ
คิดวิเคราะห์

1. ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ
สิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ

สิ่งแวดล้อม ชุดที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่า ชุดกิจกรรมนี้มีความเหมาะสมและตรงกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
ร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านต่าง ๆ ตามที่
กำหนดไว้เพียงใด แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็น
ของท่าน ซึ่งมีระดับคะแนนความเหมาะสม ดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านองค์ประกอบ					
1.1 ชุดกิจกรรมประกอบด้วย					
1.1 ชื่อกิจกรรม					
1.2 คำชี้แจง					
1.3 จุดประสงค์					
1.4 กิจกรรมการเรียนรู้					
1.5 ใบความรู้					
1.6 ใบกิจกรรม					
1.7 แบบตรวจสอบวัดผลการเรียนรู้					
1.8 แบบฝึกหัด					
1.9 ใบเฉลย					
1.10 การประเมินผล					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1.2 ชุดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร					
1.3 จำนวนกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้					
1.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.5 คำชี้แจง อธิบายข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เข้าใจง่าย ชัดเจน					
ด้านกิจกรรมและเนื้อหา					
1.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา					
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้					
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ ได้แก่ - การคิดจำแนกแยกแยะ - การคิดเปรียบเทียบ - การเชื่อมโยง - การแก้ปัญหา					
1.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านความรอบคอบได้ครอบคลุม					
1.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีการกระตุ้นความสนใจผู้เรียน					
1.6 เนื้อหากำหนดมาตรฐาน/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้					
1.7 เนื้อหามีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/สาระสำคัญและกิจกรรมการเรียนรู้					
1.8 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่ เทคนิคการต่อภาพ เทคนิคคู่ตรวจสอบ เทคนิคโตะกลม เทคนิคคู่ตรวจสอบ เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน และเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมพันธ์ ร่วมกับ การบูรณาการสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติและอยู่ใกล้ตัว					
1.9 เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน					
1.10 เนื้อหามีการลำดับเป็นไปตามขั้นตอน					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านสื่อการเรียนรู้					
1.1 กิจกรรม ปฏิบัติตามสภาพจริงได้					
1.2 เนื้อหามีการเรียงลำดับความยากง่าย					
1.3 กิจกรรม นักเรียนได้ปฏิบัติแบบมีส่วนร่วมที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ					
1.4 เนื้อหาตัวอย่างสิ่งของของ /สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เน้น สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้เรียน					
1.5 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามศตวรรษที่ 21					
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
1.1 เครื่องมือที่ใช้วัดผลและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.2 เกณฑ์วัดผลและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.3 เครื่องมือวัดสามารถประเมินทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ได้					
1.4 เครื่องมือวัดสามารถประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทาง คณิตศาสตร์ได้อย่างครอบคลุม					
1.5 สามารถวัดและประเมินผลเน้นการประเมินตามสภาพจริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

วัน / เดือน / ปี.....

**แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ
สิ่งแวดล้อม ชุดที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการพิสูจน์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่า ชุดกิจกรรมนี้มีความเหมาะสมและตรงกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้เพียงใด แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีระดับคะแนนความเหมาะสม ดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านองค์ประกอบ					
1.1 ชุดกิจกรรมประกอบด้วย					
1.1 ชื่อกิจกรรม					
1.2 คำชี้แจง					
1.3 จุดประสงค์					
1.4 กิจกรรมการเรียนรู้					
1.5 ใบความรู้					
1.6 ใบกิจกรรม					
1.7 แบบตรวจสอบวัดผลการเรียนรู้					
1.8 แบบฝึกหัด					
1.9 ใบเฉลย					
1.10 การประเมินผล					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1.2 ชุดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร					
1.3 จำนวนกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้					
1.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.5 คำชี้แจง อธิบายข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เข้าใจง่าย ชัดเจน					
ด้านกิจกรรมและเนื้อหา					
1.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา					
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้					
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ได้แก่ - การคิดจำแนกแยกแยะ - การคิดเปรียบเทียบ - การเชื่อมโยง - การแก้ปัญหา					
1.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านความรอบคอบได้ครอบคลุม					
1.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีการกระตุ้นความสนใจผู้เรียน					
1.6 เนื้อหากำหนดมาตรฐาน/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้					
1.7 เนื้อหามีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/สาระสำคัญและกิจกรรมการเรียนรู้					
1.8 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่ เทคนิคการต่อภาพ เทคนิคคู่ตรวจสอบ เทคนิคโต๊ะกลม เทคนิคคู่ตรวจสอบ เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน และเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน					
1.9 เนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน					
1.10 เนื้อหามีการลำดับเป็นไปตามขั้นตอน					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านสื่อการเรียนรู้					
1.1 กิจกรรม ปฏิบัติตามสภาพจริงได้					
1.2 เนื้อหามีการเรียงลำดับความยากง่าย					
1.3 กิจกรรม นักเรียนได้ปฏิบัติแบบมีส่วนร่วมที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ					
1.4 เนื้อหา มีตัวอย่างสิ่งของของ /สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เน้นสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้เรียน					
1.5 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามศตวรรษที่ 21					
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
1.1 เครื่องมือที่ใช้วัดผลและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.2 เกณฑ์วัดผลและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.3 เครื่องมือวัดสามารถประเมินทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ได้					
1.4 เครื่องมือวัดสามารถประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างครอบคลุม					
1.5 สามารถวัดและประเมินผลเน้นการประเมินตามสภาพจริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

วัน / เดือน / ปี.....

**แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ
สิ่งแวดล้อม ชุดที่ 3 เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่า ชุดกิจกรรมนี้มีความเหมาะสมและตรงกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้เพียงใด แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีระดับคะแนนความเหมาะสม ดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านองค์ประกอบ					
1.1 ชุดกิจกรรมประกอบด้วย					
1.1 ชื่อกิจกรรม					
1.2 คำชี้แจง					
1.3 จุดประสงค์					
1.4 กิจกรรมการเรียนรู้					
1.5 ใบความรู้					
1.6 ใบกิจกรรม					
1.7 แบบตรวจสอบวัดผลการเรียนรู้					
1.8 แบบฝึกหัด					
1.9 ใบเฉลย					
1.10 การประเมินผล					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1.2 ชุดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร					
1.3 จำนวนกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้					
1.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.5 คำชี้แจง อธิบายข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เข้าใจง่าย ชัดเจน					
ด้านกิจกรรมและเนื้อหา					
1.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา					
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้					
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ได้แก่ - การคิดจำแนกแยกแยะ - การคิดเปรียบเทียบ - การเชื่อมโยง - การแก้ปัญหา					
1.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านความรอบคอบได้ครอบคลุม					
1.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีการกระตุ้นความสนใจผู้เรียน					
1.6 เนื้อหากำหนดมาตรฐาน/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้					
1.7 เนื้อหามีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/สาระสำคัญและกิจกรรมการเรียนรู้					
1.8 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่ เทคนิคการต่อภาพ เทคนิคคู่ตรวจสอบ เทคนิคโต๊ะกลม เทคนิคคู่ตรวจสอบ เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน และเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมพันธ์ ร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติและอยู่ใกล้ตัว					
1.9 เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน					
1.10 เนื้อหามีการลำดับเป็นไปตามขั้นตอน					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านสื่อการเรียนรู้					
1.1 กิจกรรม ปฏิบัติตามสภาพจริงได้					
1.2 เนื้อหามีการเรียงลำดับความยากง่าย					
1.3 กิจกรรม นักเรียนได้ปฏิบัติแบบมีส่วนร่วมที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ					
1.4 เนื้อหา มีตัวอย่างสิ่งของของ /สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เน้นสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้เรียน					
1.5 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามศตวรรษที่ 21					
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
1.1 เครื่องมือที่ใช้วัดผลและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.2 เกณฑ์วัดผลและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.3 เครื่องมือวัดสามารถประเมินทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ได้					
1.4 เครื่องมือวัดสามารถประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างครอบคลุม					
1.5 สามารถวัดและประเมินผลเน้นการประเมินตามสภาพจริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

วัน / เดือน / ปี.....

**แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการ
สิ่งแวดล้อม ชุดที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่า ชุดกิจกรรมนี้มีความเหมาะสมและตรงกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้เพียงใด แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีระดับคะแนนความเหมาะสม ดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านองค์ประกอบ					
1.1 ชุดกิจกรรมประกอบด้วย					
1.1 ชื่อกิจกรรม					
1.2 คำชี้แจง					
1.3 จุดประสงค์					
1.4 กิจกรรมการเรียนรู้					
1.5 ใบความรู้					
1.6 ใบกิจกรรม					
1.7 แบบตรวจสอบวัดผลการเรียนรู้					
1.8 แบบฝึกหัด					
1.9 ใบเฉลย					
1.10 การประเมินผล					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1.2 ชุดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร					
1.3 จำนวนกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้					
1.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.5 คำชี้แจง อธิบายข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เข้าใจง่าย ชัดเจน					
ด้านกิจกรรมและเนื้อหา					
1.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา					
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้					
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ได้แก่ - การคิดจำแนกแยกแยะ - การคิดเปรียบเทียบ - การเชื่อมโยง - การแก้ปัญหา					
1.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านความรอบคอบได้ครอบคลุม					
1.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีการกระตุ้นความสนใจผู้เรียน					
1.6 เนื้อหากำหนดมาตรฐาน/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้					
1.7 เนื้อหามีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/สาระสำคัญและกิจกรรมการเรียนรู้					
1.8 เนื้อหาสอดคล้องกับกิจกรรมเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่ เทคนิคการต่อภาพ เทคนิคคู่ตรวจสอบ เทคนิคโต๊ะกลม เทคนิคคู่ตรวจสอบ เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน และเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมพันธ์ที่ร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติและอยู่ใกล้ตัว					
1.9 เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน					
1.10 เนื้อหามีการลำดับเป็นไปตามขั้นตอน					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านสื่อการเรียนรู้					
1.1 กิจกรรม ปฏิบัติตามสภาพจริงได้					
1.2 เนื้อหามีการเรียงลำดับความยากง่าย					
1.3 กิจกรรม นักเรียนได้ปฏิบัติแบบมีส่วนร่วมที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ					
1.4 เนื้อหา มีตัวอย่างสิ่งของของ /สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เน้นสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้เรียน					
1.5 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามศตวรรษที่ 21					
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
1.1 เครื่องมือที่ใช้วัดผลและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.2 เกณฑ์วัดผลและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.3 เครื่องมือวัดสามารถประเมินทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ได้					
1.4 เครื่องมือวัดสามารถประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างครอบคลุม					
1.5 สามารถวัดและประเมินผลเน้นการประเมินตามสภาพจริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

วัน / เดือน / ปี.....

ชุดที่ 1			ชุดที่ 2			ชุดที่ 3			ชุดที่ 4		
คน ที่ 1	คน ที่ 2	คน ที่ 3	คน ที่ 1	คน ที่ 2	คน ที่ 3	คน ที่ 1	คน ที่ 2	คน ที่ 3	คน ที่ 1	คน ที่ 2	คน ที่ 3

องค์ประกอบ										
5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5
4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5
4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5
สรุปผลการประเมิน										
กิจกรรมและเนื้อหา										
5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5
4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5
4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4
4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5
5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5
5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4
5	5	4	5	5	5	3	4	5	4	4
5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	4
สรุปผลการประเมิน										
สื่อการเรียนรู้										
5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5
5	5	5	5	3	4	5	4	4	4	5
5	4	5	5	4	5	4	5	4	3	5
สรุปผลการประเมิน										

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อ ที่	ชุดที่ 1			ชุดที่ 2			ชุดที่ 3			ชุดที่ 4			ค่าเฉลี่ย	S.D
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล														
4.1	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4.67	0.47
4.2	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	3	5	4.42	0.64
4.3	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4.75	0.43
4.4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4.58	0.49
4.5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4.83	0.37
สรุปผลการประเมิน													4.67	0.48
สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรม													4.67	0.46

จากข้อมูลตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมโดยภาพรวม อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.67 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ ด้านกิจกรรมและเนื้อหา รองลงมาคือ ด้านองค์ประกอบ ด้านสื่อการเรียนรู้และด้านการวัดผลและประเมินผล

2. ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เป็นรายข้อของแบบทดสอบ วัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC)

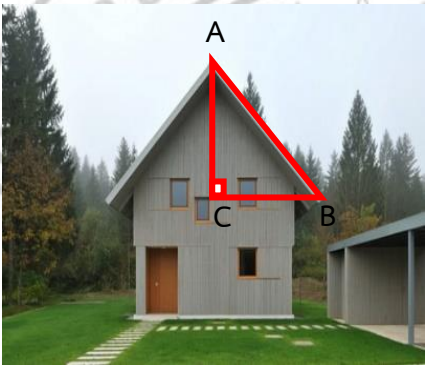
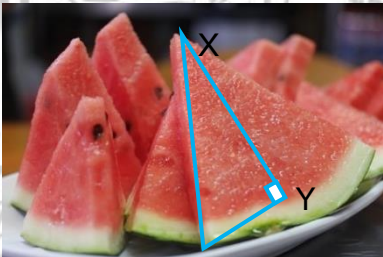
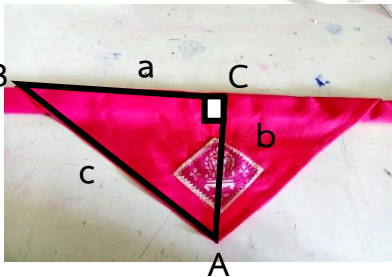
คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม ใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องระดับตามเกณฑ์ตามความคิดเห็นของท่าน พร้อมทั้งแสดงข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป
เกณฑ์มีดังนี้

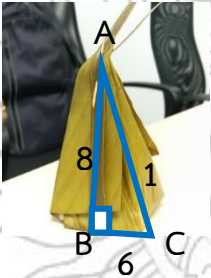
+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

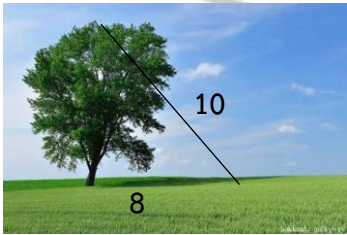
ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ข้อสอบปรนัย					
1	ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ก. ด้านประกอบมุมฉากเป็นด้านที่ยาวกว่าด้านตรงข้ามมุมฉาก ข. ด้านประกอบมุมฉากเป็นด้านที่ยาวที่สุด ค. มุมฉากเป็นมุมที่กว้างที่สุดในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ง. มีมุม ๆ หนึ่งขนาดมากกว่า 90 องศา				ความเข้าใจ
2	จากรูปข้อใดถูกต้อง 				ความเข้าใจ

ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	ก. $\overline{AC}$ ข. $\overline{BC}$ ค. $\overline{AB}$ ง. $\overline{AC}$ และ $\overline{BC}$				
3	จากรูปสามเหลี่ยม ABC ด้านใดคือด้านตรงข้ามมุมฉาก 				ความเข้าใจ
4	จากรูปสามเหลี่ยม XYZ ด้านใดคือด้านประกอบมุมฉาก  ก. $\overline{XY}$ ข. $\overline{YZ}$ ค. $\overline{XZ}$ ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข				ความเข้าใจ
5	ใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 5 – 6 				ความเข้าใจ

ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากคือข้อใด ก. c ข. b ค. a ง. a และ b				
6	จากรูป ข้อใดคือความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยม ABC ก. $c^2 = a^2 - b^2$ ข. $a^2 = c^2 + b^2$ ค. $b^2 = a^2 + c^2$ ง. $c^2 = a^2 + b^2$				ความเข้าใจ
	ใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 7 – 8 				
7	ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม ABC ก. ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับ 8 หน่วย ข. ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับ 6 หน่วย ค. ผลบวกของความยาวด้านประกอบมุมฉากเท่ากับ 16 หน่วย ง. ผลบวกของความยาวด้านประกอบมุมฉากเท่ากับ 14 หน่วย				ความเข้าใจ
8	จากรูปสามเหลี่ยม ABC นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของ ความยาวด้านตามข้อใด ก. $8 + 6 < 10$ ข. $10^2 = 8^2 + 6^2$ ค. $10^2 > 8^2 + 6^2$ ง. $10^2 = 8 + 6$				ความเข้าใจ

ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
9	ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ก. ผลบวกมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเท่ากับ 180 องศา ข. ด้านประกอบมุมฉากเป็นด้านที่ยาวที่สุด ค. ด้านประกอบมุมฉากเป็นด้านที่สั้นกว่าด้านตรงข้ามมุมฉาก ง. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากมีมุมๆหนึ่งขนาด 90 องศา				ความเข้าใจ
10	ถ้ากำหนดให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากมีด้านยาว 70, 240 หน่วย แล้วอีกด้านหนึ่งจะยาวเท่าใด ก. 240 หน่วย ข. 245 หน่วย ค. 250 หน่วย ง. 255 หน่วย				การประยุกต์ใช้
11	ถ้ากำหนดด้าน 3 ด้านของรูปสามเหลี่ยมคือ 16, 30 และ 34 หน่วย อยากทราบว่ารูปสามเหลี่ยมที่ได้เป็นรูปสามเหลี่ยมใด ก. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ข. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ค. รูปสามเหลี่ยมมุมแหลม ง. รูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า				การประยุกต์ใช้
12	รูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีด้านประกอบมุมฉากยาว 5 และ 12 หน่วย เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมนี้ยาวเท่าไร ก. 25 หน่วย ข. 27 หน่วย ค. 28 หน่วย ง. 30 หน่วย				การประยุกต์ใช้

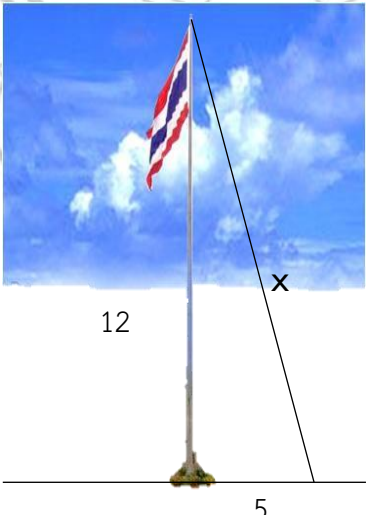
ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
13	จงหาความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก  4 เมตร 7 เมตร ก. 13 เมตร ข. 65 นิ้ว ค. $\sqrt{65}$ นิ้ว ง. $\sqrt{13}$ นิ้ว				การ ประยุกต์ใช้
14	ต้นมะพร้าวต้นหนึ่งถูกพายุพัดเอนไปพาดระเบียงบ้าน หลังหนึ่ง ถ้าต้นมะพร้าวอยู่ห่างจากระเบียงบ้าน 5 เมตร และระยะจากโคนต้นถึงส่วนที่พาดระเบียงบ้านยาว 8 เมตร จงหาว่าส่วนบนของระเบียงห่างจากพื้นกี่เมตร  8 เมตร 5 เมตร ก. $\sqrt{39}$ เมตร ข. 9 เมตร ค. 3 เมตร ง. 13 เมตร				การ สังเคราะห์
15	ความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งเป็น 3, 4, 5 ตามลำดับ รูปสามเหลี่ยมนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก หรือไม่ เพราะเหตุใด				ความเข้าใจ

ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	ก. เป็น เพราะความยาวด้านมีค่าต่างกัน 1 หน่วย ข. ไม่เป็น เพราะ อาจเป็นรูปสามเหลี่ยมใด ๆ ก็ได้ ค. บอกไม่ได้จนกว่าจะมีการวาดรูป ง. เป็น เพราะอยู่ในรูป $5^2 = 3^2 + 4^2$				
16	ข้อใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อด้านทั้งสามต่อไปนี้ เป็นด้านของรูปสามเหลี่ยม ก. 4, 5, 7 หน่วย ข. 6, 8, 10 หน่วย ค. 1, 1, 2 หน่วย ง. 1, 2, 3 หน่วย				การ ประยุกต์ใช้
17	จากรูป จงหาค่า a  ก. 1.0 หน่วย ข. 1.5 หน่วย ค. 1.8 หน่วย ง. 2.0 หน่วย				การ ประยุกต์ใช้
18	ต้นไม้ต้นหนึ่งใช้ลวดผูกที่จุดกลางต้น แล้วดึงมาผูกหลัก ซึ่งห่างจากโคนต้น 8 เมตร ถ้าวลดยาว 10 เมตร ต้นไม้จะ สูงกี่เมตร 				การ ประยุกต์ใช้

ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	ก. 12 เมตร ข. 15 เมตร ค. 16 เมตร ง. 18 เมตร				
19	ลูกเสือโรงเรียนบ้านน้ำแพร่เดินทางไกลจากค่ายพักแรมอุทยานแห่งชาติออบขาน ค.น้ำแพร่ อ.หางดง ไปทางทิศเหนือ 18 กิโลเมตร แล้วเลี้ยวไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร แล้วขึ้นไปทางเหนืออีก 6 กิโลเมตร แล้วไปทางทิศตะวันออกอีก 28 กิโลเมตร อยากทราบว่าขณะนี้ลูกเสืออยู่ห่างจากค่ายพักแรมอุทยานแห่งชาติออบขานเป็นแนวเส้นตรงเป็นระยะทางเท่าใด ก. 20 กม. ข. 30 กม. ค. 40 กม. ง. 50 กม.				การ สังเคราะห์
20	รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งมีฐานยาว 32 เซนติเมตร มีด้านประกอบมุมยอดยาว 20 เซนติเมตร จะมีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร ก. 162 ตารางเซนติเมตร ข. 192 ตารางเซนติเมตร ค. 200 ตารางเซนติเมตร ง. 220 ตารางเซนติเมตร				การ สังเคราะห์
21	ครูสุรดิษฐ์รถออกจากโรงเรียนบ้านน้ำแพร่ไปทางทิศตะวันตก 30 กิโลเมตร เลี้ยวไปทางทิศใต้ 20 กิโลเมตร แล้วไปทางทิศตะวันออกอีก 51 กิโลเมตร อยากทราบว่าครูสุรดิษฐ์อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นเท่าใดเมื่อวัดในแนวเส้นตรง ก. 29 กิโลเมตร ข. 32 กิโลเมตร				การ สังเคราะห์

ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	ค. 35 กิโลเมตร ง. 39 กิโลเมตร				
22	เสาธงของโรงเรียนบ้านน้ำแพร่ สูง 28 เมตร ใช้เชือกยาว 35 เมตร โยงจากยอดเสาถึงพื้นดิน เมื่อเชือกขึงขึ้นสู่ยอดเสา นักเรียนจะต้องยืนห่างจากเสาธงเท่าไร จึงจะทำให้เชือกตึงพอดี  ก. 11 เมตร ข. 15 เมตร ค. 21 เมตร ง. 24 เมตร				การประยุกต์ใช้
23	รูปสามเหลี่ยมที่มีความยาวของด้านทั้งสามในข้อใด ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ก. 2.5, 3.6 และ 6.5 หน่วย ข. 3, 4 และ 5 หน่วย ค. 5, 12 และ 13 หน่วย ง. 7, 9 และ 12 หน่วย				การสังเคราะห์
24	รูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่ง มีด้านประกอบมุมฉากยาว 12 และ 16 เซนติเมตร มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาวเท่าไร ก. 18 เซนติเมตร ข. 19 เซนติเมตร ค. 20 เซนติเมตร ง. 21 เซนติเมตร				การประยุกต์ใช้

ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
25	รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ มีเส้นรอบรูปยาวเท่าไร  7 ก. 24 หน่วย ข. 32 หน่วย ค. 56 หน่วย ง. 60 หน่วย				การ ตั้งเคราะห์
26	บันไดยาว 10 เมตร วางพาดกำแพงตึกอยู่โดยปลายบนของบันไดอยู่สูงจากพื้นดิน 6 เมตร โคนบันไดจะอยู่ห่างจากผนังตึกกี่เมตร  A B				การ นำไปใช้

ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	ก. 4 เมตร ข. 5 เมตร ค. 8 เมตร ง. 9 เมตร				
27	รูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีด้านประกอบมุมฉาก ยาว 5 และ 12 หน่วย เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมนี้ยาวเท่าไร ก. 25 ข. 28 ค. 27 ง. 30				การสังเคราะห์
28	ความยาวของด้านที่กำหนดให้ในข้อใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ก. 6, 8, 11 ข. 13, 12, 7 ค. 17, 15, 8 ง. 3, 4, 6				การประยุกต์ใช้
29	เสาธงสูง 12 เมตร ต้องการโยงเชือกจากยอดเสาธงลงมาผูกติดกับพื้นดินห่างจากฐานเสาธง 5 เมตร ต้องใช้เชือกยาวกี่เมตร 				การประยุกต์ใช้

ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	ก. 13 ข. 17 ค. 84.5 ง. 169				
30	เด็กชายจ๋อซื้อขนมและเดินทางออกจากโรงอาหารของโรงเรียนไปทางทิศเหนือ 6 เมตร แล้วไปทางตะวันออกอีก 12 เมตร หลังจากนั้นเดินต่อไปทางเหนืออีก 10 เมตร จึงพบกับประธานชมรมขณะนี้เด็กชายจ๋ออยู่ห่างจากโรงอาหารกี่เมตร ก. 20 ข. 28 ค. 40 ง. 64				การสังเคราะห์
ข้อสอบอัตนัย					
1	จงแสดงว่าความยาวด้านที่กำหนดให้เป็น 0.7 , 2.4 และ 2.5 เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก				การเชื่อมโยง การให้ เหตุผล
2	รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่กว้าง 10 เซนติเมตร และยาว 24 เซนติเมตร จะมีเส้นทแยงมุมยาวเท่าไร				การเชื่อมโยง การให้ เหตุผล การแก้ปัญหา
3	ขนาดหน้าจอกอมพิวเตอร์ใช้การวัดความยาวของเส้นทแยงมุมของหน้าจอเพื่อบอกขนาด ถ้าหน้าจอคอมพิวเตอร์ขนาด 25 นิ้ว มีความยาว 20 นิ้ว ยากทราบ ว่าหน้าจอกอมพิวเตอร์มีความกว้างเท่าไร				การเชื่อมโยง การให้ เหตุผล การแก้ปัญหา

ข้อ	ข้อสอบ	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
					
4	เด็กชายไกรภพเดินทางออกจากบ้านไปทางทิศตะวันตกพอได้ 25 เมตร เลี้ยวไปทางทิศเหนือ 60 เมตร แล้วไปทางทิศตะวันออก 80 เมตร แล้วเลี้ยวไปทางทิศใต้ อีก 12 เมตร ไกรภพอยู่ห่างจากบ้านของเขากี่เมตร				การเชื่อมโยง การให้ เหตุผล การแก้ปัญหา
5	ครูมานิขับรถออกจากโรงเรียนบ้านน้ำแพร่ไปทางเหนือ 9 กิโลเมตร แล้วเลี้ยวไปทางทิศตะวันออก 2 กิโลเมตร แล้วขึ้นไปทางทิศเหนืออีก 3 กิโลเมตร แล้วไปทางทิศตะวันออกอีก 14 กิโลเมตร ขณะนี้ครูมานิอยู่ห่างจากโรงเรียนบ้านน้ำแพร่กี่กิโลเมตร				การเชื่อมโยง การให้ เหตุผล การแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบปรนัยกับวัตถุประสงค์เป็นรายข้อของ
แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถาม ข้อที่	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่			คะแนนเฉลี่ย (IOC)	ผลการ พิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อสอบปรนัย					
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	0	1	0.67	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	0	0.67	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	0.67	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	0	1	0.67	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	0	1	0.67	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	0	1	1	0.67	ใช้ได้
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	0	0.67	ใช้ได้
20	0	1	1	0.67	ใช้ได้
21	1	1	1	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	1.00	ใช้ได้
23	1	1	0	0.67	ใช้ได้
24	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

ข้อคำถาม	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่			คะแนนเฉลี่ย	ผลการ
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	(IOC)	พิจารณา
ข้อสอบปรนัย					
25	1	1	1	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1.00	ใช้ได้
27	1	0	1	0.67	ใช้ได้
28	0	1	1	0.67	ใช้ได้
29	1	1	1	1	ใช้ได้
30	1	1	1	1	ใช้ได้
ข้อสอบอัตนัย					
1	1	0	1	0.67	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้

จากข้อมูลตารางที่ ค.2 พบว่า ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบปรนัยกับ
วัตถุประสงค์ ด้านความรู้ความคิด ทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 - 1.00 ซึ่งที่
คัดเลือกมีจำนวน 30 ข้อ โดยประเมินระดับความเข้าใจ จำนวน 10 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
8, 9 และ 15 การประยุกต์ใช้ จำนวน 14 ข้อ ได้แก่ ข้อ 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 24, 25,
26, 27, 28 และ 26 และการสังเคราะห์ จำนวน 6 ข้อ ได้แก่ ข้อ 16, 19, 20, 21, 23, 24 และข้อสอบ
อัตนัยจำนวน 5 ข้อ โดยประเมินทักษะการเชื่อมโยง จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, และ 5 ทักษะ
การให้เหตุผล จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, และ 5 และทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 5 ข้อ ได้แก่
ข้อ 2, 3, 4, และ 5

3. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความรู้ ความคิด ระดับความเข้าใจ การประยุกต์ใช้และการสังเคราะห์ ทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผลและการแก้ปัญหา เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน

ตารางที่ ค.3 คะแนนการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความรู้ ความคิด ระดับความเข้าใจ การประยุกต์ใช้และการสังเคราะห์ ทักษะคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผลและการแก้ปัญหา เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แบบทดสอบปรนัยจำนวน 30 ข้อ และแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ที่ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน

เลขที่	ด้านความรู้ ความคิด	ทักษะคณิตศาสตร์	รวม
	ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้	การเชื่อมโยง การให้เหตุผล	
	การสังเคราะห์	การแก้ปัญหา	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนเต็ม 25 คะแนน	55 คะแนน
1	8	25	33
2	16	7	23
3	14	13	27
4	10	14	24
5	11	9	20
6	10	12	22
7	14	10	24
8	9	15	27
9	14	20	34
10	15	9	24
11	9	12	21
12	9	13	22
13	11	7	18
14	13	10	23
15	6	12	18
16	8	5	13
17	10	11	21

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

เลขที่	ด้านความรู้ ความคิด	ทักษะคณิตศาสตร์	รวม
	ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้	การเชื่อมโยง การให้เหตุผล	
	การสังเคราะห์	การแก้ปัญหา	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนเต็ม 25 คะแนน	55 คะแนน
18	9	9	18
19	7	17	24
20	6	5	11
21	10	10	20
22	12	12	24
23	9	8	17
24	11	13	24
25	10	12	22
26	14	6	20
27	12	14	26
28	10	7	17
29	5	8	13
30	8	11	19

4. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แบบปรนัย โดยหาค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน หรือ KR -20

ตารางที่ ค.4 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แบบปรนัย โดยหาค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน หรือ KR -20

จำนวนข้อสอบ (k)	30 ข้อ
จำนวนกระดาษคำตอบ	30
คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$)	16.40
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	2.80
ผลรวม pq	6.26
ความแปรปรวน (S^2)	38.64
ค่าความเชื่อมั่น KR -20	0.86

$$\begin{aligned}
 \text{K. R. -20 } r_u &= \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\frac{\sum_{i=1}^k p_i q_i}{s^2} \right] \\
 &= \left(\frac{30}{30-1} \right) \left[1 - \frac{6.26}{38.64} \right] \\
 &= (1.0344)(1 - 0.1620) \\
 &= (1.0344)(0.8380) \\
 &= 0.86
 \end{aligned}$$

จากข้อมูลตารางที่ ค.4 พบว่า ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ได้ค่าความเชื่อมั่น (KR - 20) เท่ากับ 0.86

5. ผลการหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบปรนัย
ตารางที่ ค.5 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบปรนัย

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	สรุปคุณภาพข้อสอบ		ผลการพิจารณา
			ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	
1	0.54	0.53	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
2	0.37	0.61	ยาก	พอใช้	เหมาะสม
3	0.43	0.50	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
4	0.57	0.56	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
5	0.50	0.49	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
6	0.63	0.59	ค่อนข้างง่าย	ดี	เหมาะสม
7	0.50	0.42	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
8	0.53	0.48	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
9	0.53	0.45	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
10	0.50	0.41	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
11	0.67	0.59	ค่อนข้างง่าย	ดี	เหมาะสม
12	0.57	0.52	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
13	0.60	0.40	ค่อนข้างง่าย	ดี	เหมาะสม
14	0.50	0.42	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
15	0.50	0.48	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
16	0.50	0.34	ปานกลาง	พอใช้	เหมาะสม
17	0.58	0.46	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
18	0.37	0.41	ยาก	ดี	เหมาะสม
19	0.63	0.58	ค่อนข้างง่าย	ดี	เหมาะสม
20	0.40	0.44	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
21	0.48	0.59	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
22	0.40	0.44	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
23	0.53	0.63	ปานกลาง	ดีมาก	เหมาะสม
24	0.50	0.59	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	สรุปคุณภาพข้อสอบ		ผลการพิจารณา
			ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	
25	0.63	0.57	ค่อนข้างง่าย	ดี	เหมาะสม
26	0.52	0.38	ปานกลาง	พอใช้	เหมาะสม
27	0.53	0.41	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
28	0.48	0.49	ปานกลาง	ดี	เหมาะสม
29	0.53	0.63	ปานกลาง	ดีมาก	เหมาะสม
30	0.37	0.49	ยาก	ดี	เหมาะสม

จากข้อมูลตารางที่ ค.5 พบว่า ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ ที่มีความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.37 – 0.67 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.34 – 0.63 ซึ่งข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีความเหมาะสมในเกณฑ์ที่สามารถจำแนกนักเรียนตามความสามารถ โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ (p) ระหว่าง 0.2-0.8 และอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

6. ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แบบอัตนัย โดยใช้วิธีของสอยท์

ตารางที่ ค.6 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยใช้วิธีของสอยท์ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

ANOVA						
<i>Source of</i>						
<i>Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Rows	110.9333	29	3.825287	1.977742	4.38E-42	1.565322
Columns	10	4	2.5	1.292335	0.277118	2.44988
Error	224.4	116	0.934483			
Total	345.333	149				

หาค่าความเชื่อมั่นจากสูตรของสอยท์
$$r_u = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

จะได้
$$r_u = 1 - \frac{0.934483}{3.825287}$$

$$r_u = 1 - 0.24429$$

$$r_u = 0.75571$$

จากข้อมูลตารางที่ ค.6 พบว่า ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยใช้วิธีของสอยท์ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.76

7. ผลการหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบปรนัย

ตารางที่ ค.7 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แบบปรนัย

ใช้สูตร

$$\text{ดัชนีความยาก (Index of Difficulty)} = \frac{(S_H + S_L) - (N_T)(X_{Min})}{(N_T)(X_{Max} - X_{Min})}$$

$$\text{ดัชนีอำนาจจำแนก (Index of Discrimination)} = \frac{(S_H - S_L)}{N_H (X_{Max} - X_{Min})}$$

ข้อที่	S _H	S _L	X _{max}	X _{min}	r	p	ผลการพิจารณา
1	67	33	5	1	0.45	0.66	ใช้ได้
2	53	25	5	0	0.37	0.52	ใช้ได้
3	63	32	5	0	0.63	0.41	ใช้ได้
4	50	23	5	0	0.36	0.48	ใช้ได้
5	61	28	5	0	0.44	0.59	ใช้ได้

จากข้อมูลตารางที่ ค.7 พบว่า ผลการหาความยากง่าย (P) โดยเลือกข้อสอบจำนวน 3 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.48 – 0.66 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.36 – 0.60

8. ผลการประเมินความสอดคล้องของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินที่แสดงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าความสอดคล้องของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินที่แสดงถึงคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้เรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับตามเกณฑ์ ดังนี้

+1 เมื่อ แน่ใจว่า รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์ที่กำหนด

0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่า รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์ที่กำหนด

-1 เมื่อ ไม่แน่ใจว่า รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์ที่กำหนด

รายการประเมิน	คะแนน			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
1. ด้านเนื้อหา				
1.1 เลือกเนื้อหาได้เหมาะสม				
1.2 นำเนื้อหาในเรื่องมาใช้ได้ถูกต้อง				
1.3 มีรายละเอียดของเนื้อหาชัดเจนและครบถ้วน				
2. ด้านวิธีการ/กระบวนการ				
2.1 ลำดับกระบวนการได้ชัดเจน				
2.2 แสดงขั้นตอนวิธีการได้ถูกต้อง				
2.3 อธิบายกระบวนการที่ใช้ได้ครบถ้วน				

รายการประเมิน	คะแนน			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
3. ด้านผลลัพธ์				
3.1 สามารถหาคำตอบได้ทุกข้อ				
3.2 สามารถตรวจสอบคำตอบได้ครบถ้วน				
3.3 คำตอบทุกข้อมีความถูกต้อง ชัดเจน				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ตารางที่ ค.8 การประเมินความสอดคล้องของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ เนื้อหา กระบวนการและผลลัพธ์

รายการประเมิน	ข้อที่	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่			คะแนนเฉลี่ย (IOC)	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. เนื้อหา	1.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1.3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. วิธีการ / กระบวนการ	2.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2.3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. ผลลัพธ์	3.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3.3	1	1	1	1.00	ใช้ได้

จากข้อมูลตารางที่ ค.8 พบว่า ผลการประเมินความสอดคล้องของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินที่แสดงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้เรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ด้านความรอบคอบ เกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการ/กระบวนการและผลลัพธ์ และข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เป็นรายชื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญ มีความสอดคล้องกัน

9. ผลการประเมินความสอดคล้องของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินที่แสดงถึงทักษะการคิดวิเคราะห์

แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าความสอดคล้องของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินที่แสดงถึงทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ที่ได้เรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับตามเกณฑ์ ดังนี้

+1 เมื่อ แน่ใจว่า รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์ที่กำหนด

0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่า รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์ที่กำหนด

-1 เมื่อ ไม่แน่ใจว่า รายการประเมินและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับประเด็นตามทักษะการคิดวิเคราะห์ที่กำหนด

รายการประเมิน	คะแนน			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
ทักษะการคิดวิเคราะห์				
1. การคิดจำแนกแยกแยะ 1.1 แยกแยะความเกี่ยวข้องและความสำคัญของสิ่งของและสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้ตัว 1.2 จำแนกความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งของและสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้ตัว 1.3 แยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องของสิ่งของสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้ตัว				
2. การคิดเปรียบเทียบ 2.1 เปรียบเทียบความเหมือนของสิ่งของและสิ่งแวดล้อม				

รายการประเมิน	คะแนน			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งของและสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้ตัว				
2.3 เปรียบเทียบสิ่งที่ได้ศึกษาและสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ว่าผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างกันหรือไม่				
3.3. การคิดเชื่อมโยง				
3.1 นำความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจและความคิดมาเชื่อมโยงในการหาคำตอบ				
3.2 นำเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้มาเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่				
3.3 นำเนื้อหาทั้งหมดมาเชื่อมโยงกันเพื่อสรุปสาระสำคัญซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหา				
4. การคิดแก้ปัญหา				
4.1 มีความเข้าใจปัญหา สามารถระบุประเด็นปัญหาได้				
4.2 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาด้วยความเข้าใจ				
4.3 แสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา อธิบายเหตุผลผลการแก้ปัญหา				
4.4 ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา				

ตารางที่ ค.9 การประเมินความสอดคล้องของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินที่แสดงถึงทักษะการคิดวิเคราะห์

รายการประเมิน	ข้อที่	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่			คะแนนเฉลี่ย (IOC)	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. การคิดจำแนกแยกแยะ	1.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1.3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. การคิดเปรียบเทียบ	2.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2.3	1	1	1	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ข้อที่	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่			คะแนนเฉลี่ย (IOC)	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
3. การคิดเชื่อมโยง	1.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1.3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. การคิดแก้ปัญหา	2.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2.3	1	1	1	1.00	ใช้ได้

จากข้อมูลตารางที่ ค.9 พบว่า ผลการประเมินความสอดคล้องของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินที่แสดงถึงทักษะการคิดวิเคราะห์ ที่ได้เรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นรายชื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญ มีความสอดคล้องกัน

ภาคผนวก ง**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

1. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E1/E2 ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ผลการศึกษาผลการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. ผลการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



1. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E_1/E_2 ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E_1/E_2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 9 คน

ตารางที่ ง.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E_1 ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ตารางที่ 4.3)

ที่	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	รวม
เต็ม	50	70	50	70	240
1	38	54	34	51	177
2	41	53	40	61	195
3	42	54	36	55	187
4	39	58	32	57	186
5	43	53	42	47	185
6	37	52	31	62	185
7	41	58	34	60	193
8	38	56	33	59	186
9	36	52	38	58	184
รวม	355	490	320	510	1675

จะได้

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

$$= \frac{1675}{9} \times 100$$

$$= 77.54$$

จากข้อมูลตารางที่ ง.1 พบว่า ผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของชุดกิจกรรม E_1 ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 77.54

ตารางที่ ง.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E_2 ของชุดกิจกรรม E_1 ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ตารางที่ 4.3)

ที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	คะแนนสอบ หลังเรียน
เต็ม	30	30
1	11	21
2	12	22
3	10	21
4	9	19
5	12	24
6	11	20
7	10	21
8	9	23
9	8	21
รวม	92	212

จากสูตร

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{B} \times 100$$

$$= \frac{212}{9} \times 100$$

$$= 78.51$$

จากข้อมูลตารางที่ ง.2 พบว่า ผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E_2 ของชุดกิจกรรม E_1 ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 78.51

จากข้อมูลตารางที่ ง.1 และ ง.2 สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 77.34 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 78.51 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

2. ผลการศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 ผลการศึกษาผลการเรียนรู้ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

2.1.2 ผลการประเมินความรู้ระหว่างเรียน

ตารางที่ ง.3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ระหว่างเรียนที่ได้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ตารางที่ 4.4)

ที่	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	$\bar{X}$	S.D.
	10	10	10	10		
1	7	8	8	8	7.75	0.50
2	9	9	7	7	8.00	1.15
3	9	9	8	8	8.50	0.58
4	8	7	9	9	8.25	0.96
5	8	9	9	8	8.50	0.58
6	8	8	9	7	8.00	0.82
7	8	9	8	8	8.25	0.50
8	8	8	8	9	8.25	0.50
9	9	9	7	8	8.25	0.96
10	8	8	7	7	7.50	0.58
11	8	8	8	7	7.75	0.50

ตารางที่ ๓.3 (ต่อ)

ที่	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	$\bar{X}$	S.D.
	10	10	10	10		
12	8	9	8	9	8.50	0.58
13	8	8	7	8	7.75	0.50
14	9	8	9	8	8.75	0.50
15	8	7	7	8	7.50	0.58
16	9	8	8	9	8.50	0.58
17	8	9	9	8	8.50	0.58
18	9	9	7	8	8.25	0.96
19	8	7	8	7	7.50	0.58
20	9	8	9	9	8.75	0.50
21	8	8	7	9	8.00	0.82
22	9	8	8	8	8.25	0.50
23	8	8	9	9	8.50	0.58
24	9	9	8	7	8.25	0.96
25	8	7	8	8	7.75	0.50
26	9	8	7	9	8.25	0.96
27	8	9	8	7	8.00	0.82
28	9	7	8	8	8.00	0.82
29	8	8	9	9	8.50	0.58
30	8	9	7	8	8.00	0.82
ค่าเฉลี่ย	8.33	8.23	7.97	8.07		
S.D.	0.55	0.73	0.76	0.73		
สรุปผลการประเมินระหว่างเรียน					8.15	0.69

จากข้อมูลตารางที่ ๓.3 พบว่า ผลประเมินความรู้ระหว่างเรียนทุกชุดกิจกรรม ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 8.18 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.69

2.1.2 ผลการประเมินความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ง.4 คะแนนผลการเรียนรู้ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ และด้านการสังเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ตารางที่ 4.5)

ที่	ด้านความเข้าใจ		ด้านการประยุกต์ใช้		ด้านการสังเคราะห์	
	เต็ม 7 คะแนน		เต็ม 6 คะแนน		เต็ม 7 คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2	5	2	5	4	6
2	3	6	2	5	3	4
3	3	6	2	5	4	6
4	2	5	3	5	2	5
5	3	6	3	4	3	4
6	2	5	2	5	3	6
7	3	6	2	5	3	6
8	3	6	2	4	2	6
9	2	5	2	5	2	4
10	2	4	3	5	3	6
11	3	6	2	5	1	4
12	2	5	2	4	2	5
13	3	6	2	5	3	6
14	3	6	2	5	2	4
15	2	5	3	5	3	6
16	2	4	3	5	3	5
17	3	6	2	4	2	4
18	3	6	2	5	2	5
19	3	6	2	5	3	6
20	3	5	3	6	2	5

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ที่	ด้านความเข้าใจ		ด้านการประยุกต์ใช้		ด้านการสังเคราะห์	
	เต็ม 7 คะแนน		เต็ม 6 คะแนน		เต็ม 7 คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
21	3	6	2	5	3	6
22	1	5	2	5	3	6
23	2	4	3	5	2	5
24	3	6	2	5	3	6
25	3	6	2	5	3	6
26	2	5	3	6	3	6
27	2	4	2	5	3	6
28	3	6	2	5	3	6
29	2	5	2	5	2	5
30	3	6	2	4	4	6
$\bar{X}$	2.53	5.40	2.27	4.90	2.70	5.37
S.D.	0.57	0.72	0.45	0.48	0.70	0.81
C.V.	0.23	0.13	0.19	0.09	0.26	0.15

t – Test: Paired Two Sample for Means ของคะแนนผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความรู้ (ตารางที่ 4.5)

	ด้านความเข้าใจ		ด้านการประยุกต์ใช้		ด้านการสังเคราะห์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
Mean	5.4	2.53	4.9	2.27	4.90	2.53
Variance	0.53	0.33	0.23	0.20	0.23	0.33
Observations	30	30	30	30	30	30
Pearson Correlation	0.80		0.28		0.28	
Hypothesized Mean Difference	0		0		0	
df	29		29		29	
t Stat	36.16		25.93		22.10	
P(T<=t) one-tail	5.59E-26		6.44E-22		5.39E-20	
t Critical one-tail	2.462021		2.46		2.46	
P(T<=t) two-tail	1.12E-25		1.29E-21		1.29E-21	
t Critical two-tail	2.76		2.76		2.76	

จากข้อมูลตารางที่ 4.4 พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้และด้านการสังเคราะห์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ ๓.5 วิเคราะห์คะแนนผลการเรียนรู้ทั้งฉบับก่อนและหลังเรียน จากแบบทดสอบวัดความรู้
ด้วยการทดสอบค่าสถิติ $t - test$ (ตารางที่ 4.5)

ที่	ข้อสอบ		ผลต่าง (d)	(d ²)
	20 คะแนน			
	ก่อน	หลัง		
1	8	16	8	64
2	8	15	7	49
3	9	17	8	64
4	7	15	8	64
5	9	14	5	25
6	7	16	9	81
7	8	17	9	81
8	7	16	9	81
9	6	14	8	64
10	8	15	7	49
11	6	15	9	81
12	6	14	8	64
13	8	17	9	81
14	7	15	8	64
15	8	16	8	64
16	8	14	6	36
17	7	14	7	49
18	7	16	9	81
19	8	17	9	81
20	8	16	8	64
21	8	17	9	81
22	6	16	10	100
23	7	14	7	49
24	8	17	9	81

ตารางที่ ๓.5 (ต่อ)

ที่	ข้อสอบ		ผลต่าง (d)	(d ²)
	20 คะแนน			
	ก่อน	หลัง		
25	8	17	9	81
26	8	17	9	81
27	7	15	8	64
28	8	17	9	81
29	6	15	9	81
30	9	16	7	49
รวมทั้งหมด	225	470	245	2035
เฉลี่ย	7.50	15.67		
S.D.	0.90	1.12		
C.V.	0.12	0.07		

t – test: Paired Two Sample for Means คะแนนผลการเรียนรู้ทั้งฉบับก่อนและหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดความรู้ (ตารางที่ 4.5)

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	15.67	7.5
Variance	1.26	0.81
Observations	30	30
Pearson Correlation	0.44	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	29	

t – test: Paired Two Sample for Means คะแนนผลการเรียนรู้ทั้งฉบับก่อนและหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดความรู้ (ตารางที่ 4.5) ต่อ

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
df	29	
t Stat	41.21	
P(T<=t) one-tail	1.35662E-27	
t Critical one-tail	2.46	
P(T<=t) two-tail	2.71325E-27	
t Critical two-tail	2.76	

จากข้อมูลตารางที่ ๔.5 พบว่า ผลการทดสอบทางสถิติโดยใช้สถิติ t-test ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ และด้านการสังเคราะห์ทั้งฉบับของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ ๔.6 ผลการประเมินทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา จากแบบทดสอบแบบปรนัย (ตารางที่ 4.6)

ที่	การเชื่อมโยง		การให้เหตุผล		การแก้ปัญหา	
	เต็ม 3 คะแนน		เต็ม 3 คะแนน		เต็ม 4 คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	1	2	1	2	1	3
2	1	3	1	2	0	3
3	2	3	2	3	1	4
4	1	3	2	3	2	4
5	1	2	1	2	1	3
6	2	3	2	3	0	4

ตารางที่ ๖.6 (ต่อ)

ที่	ด้านความเข้าใจ		ด้านการประยุกต์ใช้		ด้านการสังเคราะห์	
	เต็ม 3 คะแนน		เต็ม 3 คะแนน		เต็ม 4 คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
7	1	2	1	2	2	4
8	1	2	2	2	1	3
9	1	3	1	3	0	3
10	1	3	1	3	2	4
11	2	3	2	3	1	3
12	1	2	1	2	1	3
13	1	3	1	2	0	3
14	0	3	0	2	2	4
15	1	3	1	3	1	3
16	0	2	0	2	2	4
17	1	3	1	3	1	3
18	0	2	0	2	2	3
19	1	3	1	3	2	3
20	2	3	1	3	1	4
21	1	2	1	2	1	3
22	0	2	0	2	1	3
23	2	3	2	3	0	3
24	1	2	1	2	0	4
25	2	3	0	3	2	3
26	1	3	1	3	2	3
27	1	3	2	3	1	4
28	1	3	1	3	2	3
29	0	3	2	3	1	4
30	1	3	1	3	2	3

ตารางที่ ๓.6 (ต่อ)

ที่	ด้านความเข้าใจ		ด้านการประยุกต์ใช้		ด้านการสังเคราะห์	
	เต็ม 3 คะแนน		เต็ม 3 คะแนน		เต็ม 4 คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
$\bar{X}$	1.03	2.67	1.10	2.57	1.17	3.37
S.D.	0.61	0.48	0.66	0.50	0.75	0.49
C.V.	0.59	0.18	0.60	0.19	0.65	0.15

t – test: Paired Two Sample for Means เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนประเมินด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ และด้านการสังเคราะห์ จากแบบทดสอบแบบอัตนัย (ตารางที่ 4.6)

	ด้านความเข้าใจ		ด้านการประยุกต์ใช้		ด้านการสังเคราะห์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
Mean	1.03	2.67	1.10	2.57	1.17	3.37
Variance	0.37	0.22	0.44	0.25	0.55	0.24
Observations	30	30	30	30	30	30
Pearson Correlation	0.38		0.44		0.10	
Hypothesized Mean Difference	0		0		0	
df	29		29		29	
t Stat	14.54		12.77		14.23	
P(T<=t) one-tail	3.69E-15		9.75E-14		6.51E-15	
t Critical one-tail	1.699127		1.699127		1.699127	
P(T<=t) two-tail	7.38E-15		1.95E-13		1.3E-14	
t Critical two-tail	2.04		2.05		2.04	

จากข้อมูลตารางที่ ๔.6 พบว่า คะแนนด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ ด้านความเข้าใจ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน แสดงว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนใกล้เคียงกันกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่า ทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผลและการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ ๔.7 วิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยง การให้เหตุผลและการแก้ปัญหาทั้งฉบับก่อนและหลังเรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการทดสอบค่าสถิติ t-test (ตารางที่ 4.6)

ที่	ข้อสอบ		ผลต่าง (d)	(d ²)
	20 คะแนน			
	ก่อน	หลัง		
1	8	16	8	64
2	8	15	7	49
3	9	17	8	64
4	7	15	8	64
5	9	14	5	25
6	7	16	9	81
7	8	17	9	81
8	7	16	9	81
9	6	14	8	64
10	8	15	7	49
11	6	15	9	81
12	6	14	8	64
13	8	17	9	81
14	7	15	8	64
15	8	16	8	64
16	8	14	6	36

ตารางที่ ง.7 (ต่อ)

ที่	ข้อสอบ		ผลต่าง (d)	(d ²)
	20 คะแนน			
	ก่อน	หลัง		
17	7	14	7	49
18	7	16	9	81
19	8	17	9	81
20	8	16	8	64
21	8	17	9	81
22	6	16	10	100
23	8	16	8	64
24	8	15	7	49
25	9	17	8	64
26	7	15	8	64
27	9	14	5	25
28	7	16	9	81
29	8	17	9	81
30	7	16	9	81
รวมทั้งหมด	225	470	245	2035
— X	7.50	15.67		
S.D.	0.90	1.12		
C.V.	0.12	0.07		

t – Test: Paired Two Sample for Means เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนประเมินทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา จากแบบทดสอบแบบปรนัยทั้งฉบับ (ตารางที่ 4.6)

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	15.67	7.50
Variance	1.26	0.82
Observations	30	30
Pearson Correlation	0.44	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	29	
t Stat	41.21	
P(T<=t) one-tail	135662E-27	
t Critical one-tail	2.46	
P(T<=t) two-tail	2.71325E-27	
t Critical two-tail	2.76	

จากข้อมูลตารางที่ 4.7 พบว่า ผลการทดสอบทางสถิติโดยใช้สถิติ t-test ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการให้เหตุผลและทักษะการแก้ปัญหาทั้งฉบับก่อนและหลังเรียนนั้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

เนื้อหา วิธีการ/กระบวนการ และผลลัพธ์

ผลการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
จำนวน 30 คน

ตารางที่ ง.8 ผลการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ตารางที่ 4.7-4.10)

[illegible]

ตารางที่ ๓.8 (ต่อ)

ร- ลำดับ	ชุดที่ 1			ชุดที่ 2			ชุดที่ 3			ชุดที่ 4			ฐานนิยม			ร ะ ด ะ บ คุณภาพ
	เนื้อหา	วิธีการ/กระบวนการ	ผลลัพธ์	เนื้อหา	วิธีการ/กระบวนการ	ผลลัพธ์	เนื้อหา	วิธีการ/กระบวนการ	ผลลัพธ์	เนื้อหา	วิธีการ/กระบวนการ	ผลลัพธ์	เนื้อหา	วิธีการ/กระบวนการ	ผลลัพธ์	
17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
19	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
22	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
25	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
26	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
29	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
สรุปโดยภาพรวม																ดีมาก

จากข้อมูลตารางที่ ๓.8 พบว่า คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้านความรอบคอบเกี่ยวกับ เนื้อหา วิธีการ/กระบวนการและผลลัพธ์ มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ดังนั้นโดยภาพรวมจากฐานนิยมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

การวิเคราะห์ค่าสัดส่วนและ Z – test ของคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับเนื้อหา

ภาพหน้าจอโปรแกรม Microsoft Excel แสดงการคำนวณ Z-test และ P-value สำหรับข้อมูลต่อไปนี้:

จุดที่	ร้อยละของนักเรียน	ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด	Z-test	P-value
1	90	75	75	1.50000	0.4332
2	90	75	75	1.50000	0.4332
3	90	75	75	1.50000	0.4332
4	96.67	75	75	2.20000	0.4861
รวม	91.67	75	75	1.67500	0.4464

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ Z-test: $Z = \frac{(15 - 0.75) / \sqrt{0.75 * 0.4 / 30}}$

การวิเคราะห์ค่าสัดส่วนและ Z – test ของคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับวิธีการ/กระบวนการ

ภาพหน้าจอโปรแกรม Microsoft Excel แสดงการคำนวณ Z-test และ P-value สำหรับข้อมูลต่อไปนี้:

จุดที่	ร้อยละของนักเรียน	ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด	Z-test	P-value
1	90	75	75	1.50000	0.4332
2	90	75	75	1.50000	0.4332
3	90	75	75	1.50000	0.4332
4	96.67	75	75	2.20000	0.4861
รวม	91.67	75	75	1.67500	0.4464

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ Z-test: $Z = \frac{(18 - 0.75) / \sqrt{0.75 * 0.4 / 30}}$

การวิเคราะห์ค่าสัดส่วนและ Z – test ของคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความรอบคอบเกี่ยวกับผลลัพธ์

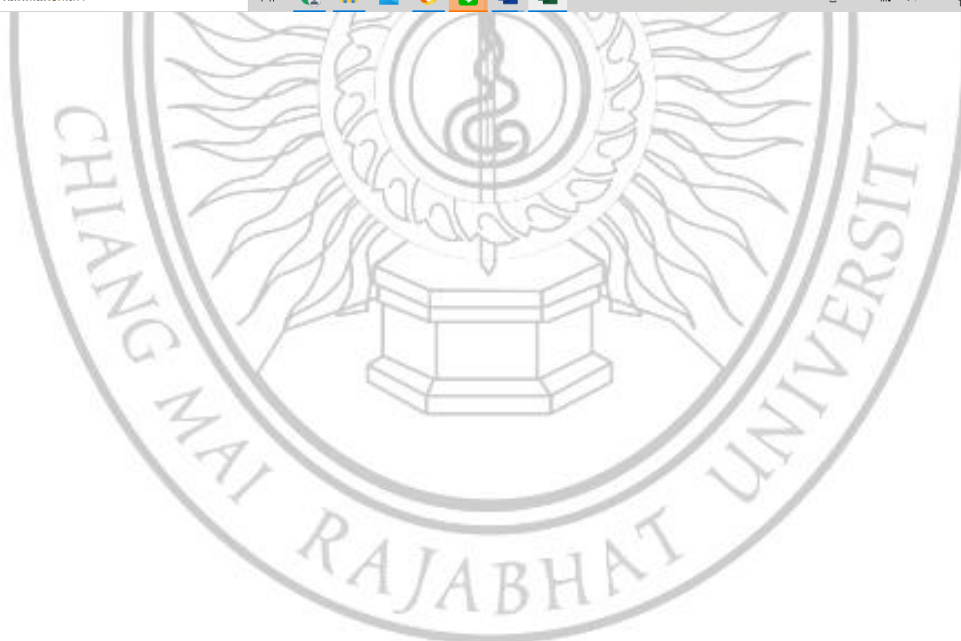
ภาพหน้าจอของ Microsoft Excel แสดงการคำนวณ Z-test และ P-value สำหรับข้อมูลต่อไปนี้:

จุดที่	ร้อยละของนักเรียน	ค่าเฉลี่ยที่กำหนด	Z-test	P-value	จุดที่	Po
1	90	75	1.50000	0.4332	1	0.90
2	90	75	1.50000	0.4332	2	0.90
3	90	75	1.50000	0.4332	3	0.90
4	90	75	1.50000	0.4332	4	0.90
รวม	90	75	1.50000	0.4332	รวม	0.90

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ Z-test และ P-value:

$$Z = \frac{(16 - 0.75) / \sqrt{0.75 * 0.4 / 30}}$$

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ P-value:

$$P = \text{SQRT}(\text{number})$$


3. ผลการศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ 4 ด้าน ได้แก่ การคิดจำแนกแยกแยะ คิดเปรียบเทียบ การเชื่อมโยงและการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

ตารางที่ ๙.9 ผลการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ตารางที่ 4.11 – 4.12)

ร.ว.	ชุดที่ 1				ชุดที่ 2				ชุดที่ 3				ชุดที่ 4				ฐานนิยม			ระดับคุณภาพ
	เกณฑ์คิด	เกณฑ์เปรียบเทียบ	เงื่อนไขข้อ	เงื่อนไข	เกณฑ์คิด	เกณฑ์เปรียบเทียบ	เงื่อนไขข้อ	เงื่อนไข	เกณฑ์คิด	เกณฑ์เปรียบเทียบ	เงื่อนไขข้อ	เงื่อนไข	เกณฑ์คิด	เกณฑ์เปรียบเทียบ	เงื่อนไขข้อ	เงื่อนไข	เกณฑ์คิด	เกณฑ์เปรียบเทียบ	เงื่อนไขข้อ	
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ดี
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ดี
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก

ตารางที่ ๙.๑ (ต่อ)

ร.น.	ชุดที่ 1				ชุดที่ 2				ชุดที่ 3				ชุดที่ 4				ฐานนิยม			ระดับ คุณภาพ
	คิดจำแนก	คิดเปรียบเทียบ	เชื่อมโยง	แก้ปัญหา	คิดจำแนก	คิดเปรียบเทียบ	เชื่อมโยง	แก้ปัญหา	คิดจำแนก	คิดเปรียบเทียบ	เชื่อมโยง	แก้ปัญหา	คิดจำแนก	คิดเปรียบเทียบ	เชื่อมโยง	แก้ปัญหา	คิดเปรียบเทียบ	เชื่อมโยง	แก้ปัญหา	
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดี
13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
22	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก

ตารางที่ ง.9 (ต่อ)

ที่	ชุดที่ 1				ชุดที่ 2				ชุดที่ 3				ชุดที่ 4				ฐานนิยม				ระดับ คุณภาพ
	คิดจำแนก	คิดเปรียบเทียบ	เชื่อมโยง	แก้ปัญหา	คิดจำแนก	คิดเปรียบเทียบ	เชื่อมโยง	แก้ปัญหา	คิดจำแนก	คิดเปรียบเทียบ	เชื่อมโยง	แก้ปัญหา	คิดจำแนก	คิดเปรียบเทียบ	เชื่อมโยง	แก้ปัญหา	คิดจำแนก	คิดเปรียบเทียบ	เชื่อมโยง	แก้ปัญหา	
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ดีมาก
26	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
29	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	ดีมาก
สรุปโดยภาพรวม																					ดีมาก

จากข้อมูลตารางที่ ง.9 พบว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านคิดจำแนกแยกแยะ ด้านคิดเปรียบเทียบ ด้านการเชื่อมโยงและด้านการแก้ปัญหา มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ดังนั้นโดยภาพรวมจากฐานนิยมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

การวิเคราะห์ค่าสัดส่วนและ Z – test ของทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

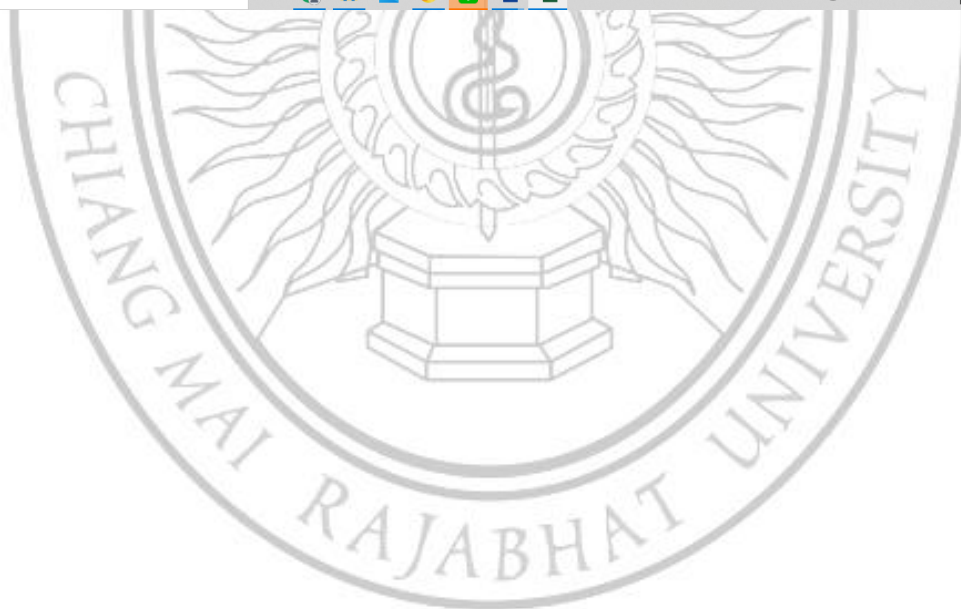
ภาพหน้าจอโปรแกรม Microsoft Excel แสดงการคำนวณ Z-test และ P-value

สูตรในเซลล์ E5: $Z = \frac{(17-0.75)}{\sqrt{0.75*0.4/30}}$

ชุดที่	ร้อยละของนักเรียน	ปฏิบัติจริง	เกณฑ์กำหนด	Z-test	P-value	ชุดที่	Po
1	90	75		1.50000	0.4332	2	0.90
2	90	75		1.50000	0.4332	3	0.90
3	90					4	0.90
4	90	75		1.50000	0.4332	รวม	0.90

สูตรในเซลล์ E5: $Z = \frac{(17-0.75)}{\sqrt{0.75*0.4/30}}$

สูตรในเซลล์ E6: $\text{SQRT}(\text{number})$



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ชุดที่ 1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จัดทำโดย นางสาวมินต์ จันทร์ดี

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
 โรงเรียน.....

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ชุดที่ 2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จัดทำโดย นางสาวมินต์ จันทร์ดี

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
 โรงเรียน.....

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ชุดที่ 3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จัดทำโดย นางสาวมินต์ จันทร์ดี

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
 โรงเรียน.....

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ชุดที่ 4 โจทย์ปัญหาและการนำไปใช้

จัดทำโดย นางสาวมินต์ จันทร์ดี

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
 โรงเรียน.....

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



จัดทำโดย นางสาวมิ่งนติ จันทร์ดี

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

โรงเรียน.....

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจำนวน 4 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ชุดที่ 2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ชุดที่ 3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ชุดที่ 4 โจทย์ปัญหาและการนำไปใช้

สำหรับชุดกิจกรรม ชุดที่ 2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เล่มนี้ประกอบด้วย ชื่อชุดกิจกรรม คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ ใบความรู้ ใบกิจกรรม วัสดุ/อุปกรณ์ต่างๆ แบบตรวจสอบวัดผลการเรียนรู้และทักษะ แบบฝึกหัด และเฉลยแบบฝึกหัด โดยใช้ควบคู่กับชุดกิจกรรม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครูผู้สอน และผู้เกี่ยวข้อง ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพต่อไป

มิรินตี จันทร์ดี

ผู้จัดทำ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม



เรื่อง	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ข
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน.....	ค
จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้.....	4
ใบความรู้ที่ 2.1	1
ใบกิจกรรมที่ 2.1.1	2
ใบความรู้ที่ 2.2	5
ใบกิจกรรมที่ 2.2.1	8
ใบกิจกรรมที่ 2.3.1	9
ใบกิจกรรมที่ 2.4.1	13
ใบความรู้ที่ 2.3	15
ใบกิจกรรมที่ 2.4.2	16
แบบตรวจสอบวัดผลการเรียนรู้และทักษะ	18
แบบฝึกหัด	19
เฉลยแบบฝึกหัด	20



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม



คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทั้งหมด 4 ชุด โดยชุดที่ 2 เป็นเรื่องเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส ใช้เวลาจำนวน 4 ชั่วโมง แบ่งออกเป็น

- ผู้ค้นพบทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการพิสูจน์ 1 ชั่วโมง
- ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยมกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส 2 ชั่วโมง
- ตรวจสอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 1 ชั่วโมง

ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาคำชี้แจงและคำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนและฟังการอธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์นี้จากครูให้เข้าใจ
2. เมื่อรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากครูแล้ว ควรศึกษาจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้เข้าใจเพื่อให้รู้เป้าหมายในการเรียนรู้
3. นักเรียนศึกษาใบความรู้และตัวอย่างให้เข้าใจก่อนการทำใบกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แต่ละชุด
4. นักเรียนทำใบกิจกรรมทุกข้ออย่างรอบคอบ ตั้งใจ มีสมาธิ และเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด
5. ชักถามข้อสงสัย ขอคำแนะนำจากครูผู้สอนในกรณีที่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับใบกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
6. เมื่อทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เสร็จสิ้นในแต่ละชุดแล้ว เก็บส่งคืนครูผู้สอนเพื่อตรวจให้คะแนน



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถเขียนความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้
2. สามารถหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวของด้านสองด้านให้โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้
3. สามารถตรวจสอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้

สาระการเรียนรู้

1. ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการพิสูจน์
2. ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยมกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส
3. ตรวจสอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมชุดที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	6. ปากกา
2. กระดาษสี	7. หนังสือ
3. กรรไกร	8. ไม้บรรทัด
4. ไม้บรรทัด	9. กล่องใส่เอกสาร
5. กระดาษ A4	10. ไม้แขวนเสื้อ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

1



ใบความรู้ที่ 2.1 เรื่อง ผู้ค้นพบทฤษฎีบทพีทาโกรัส

กิจกรรมกลุ่ม

1. นักเรียนเข้ากลุ่มตามลักษณะของรูป $\triangle$ ที่จับได้
2. นักเรียนในกลุ่มศึกษาเนื้อหาใบความรู้ที่ 2.1 ร่วมกัน โดยแต่ละคนมีหน้าที่ช่วยเหลือกลุ่มในการเรียนรู้
3. สมาชิกในกลุ่มสรุปความรู้ร่วมกันโดยเขียนลงในกระดาษที่ครูแจกให้ ส่งเป็นผลงานกลุ่ม



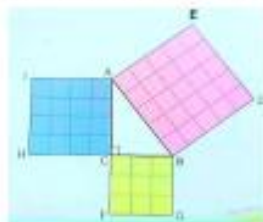
จากใบความรู้ที่ 1.3 ตามรูป



พบว่า รูปสามเหลี่ยมฉากใดๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก หรือเขียนได้เป็น $c^2 = a^2 + b^2$ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมฉากได้มีการค้นพบมาแล้วร่วม 4,000

ปี ตั้งแต่ยุคสมัยแห่งอารยธรรมของอียิปต์และบาบิโลเนีย โดยเชื่อว่าผู้คนในอดีตใช้ความสัมพันธ์นี้มาช่วยในการออกแบบและสร้างพีระมิด และสิ่งก่อสร้างอื่นๆ โดยพีทาโกรัสแห่งซามอส (Pythagoras of Samos, ประมาณ 580 - 496 ปีก่อนคริสต์ศักราช) นักปราชญ์และนักคณิตศาสตร์ชาวกรีก ได้พิสูจน์ความสัมพันธ์ดังกล่าวจนเป็นที่ยอมรับเป็นคนแรก ความสัมพันธ์นี้จึงได้รับการขนานนามว่า “ทฤษฎีบทพีทาโกรัส” แต่คนในสมัยนั้นสังเกตเห็นความสัมพันธ์นี้ในลักษณะที่เป็นความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่อยู่บนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมฉาก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมฉากที่มี $\angle C$ เป็นมุมฉาก มี $AB = 5$ หน่วย $BC = 3$ หน่วย และ $AC = 4$ หน่วย สร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $BCFG$ และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ACHI$ บนด้าน AB ด้าน BC และด้าน AC ตามลำดับ ดังรูป



จะได้ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ เท่ากับ $5^2 = 25$ ตารางหน่วย
พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $BCFG$ เท่ากับ $3^2 = 9$ ตารางหน่วย
พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ACHI$ เท่ากับ $4^2 = 16$ ตารางหน่วย
ซึ่ง $25 = 9 + 16$

ดังนั้น พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ เท่ากับ ผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $BCFG$ และพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ACHI$



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

2

ใบกิจกรรมที่ 2.1.1

กิจกรรมกลุ่ม

1. นักเรียนเข้ากลุ่มตามลักษณะของรูป $\triangle$ ที่จับได้ (กลุ่มเดิมใบความรู้ที่ 2.1)
2. นักเรียนในกลุ่มศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมที่ 2.1.1 ร่วมกัน โดยแต่ละคนมีหน้าที่ช่วยเหลือกลุ่มในการเรียนรู้
3. สมาชิกในกลุ่มตอบคำถามท้ายกิจกรรมร่วมกัน
4. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานที่ดีที่สุดของกลุ่มหน้าชั้นเรียน

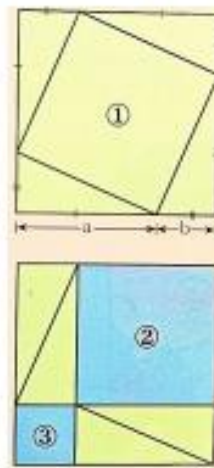


อุปกรณ์

- กระดาษสี
- กรรไกร
- ไม้บรรทัด

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

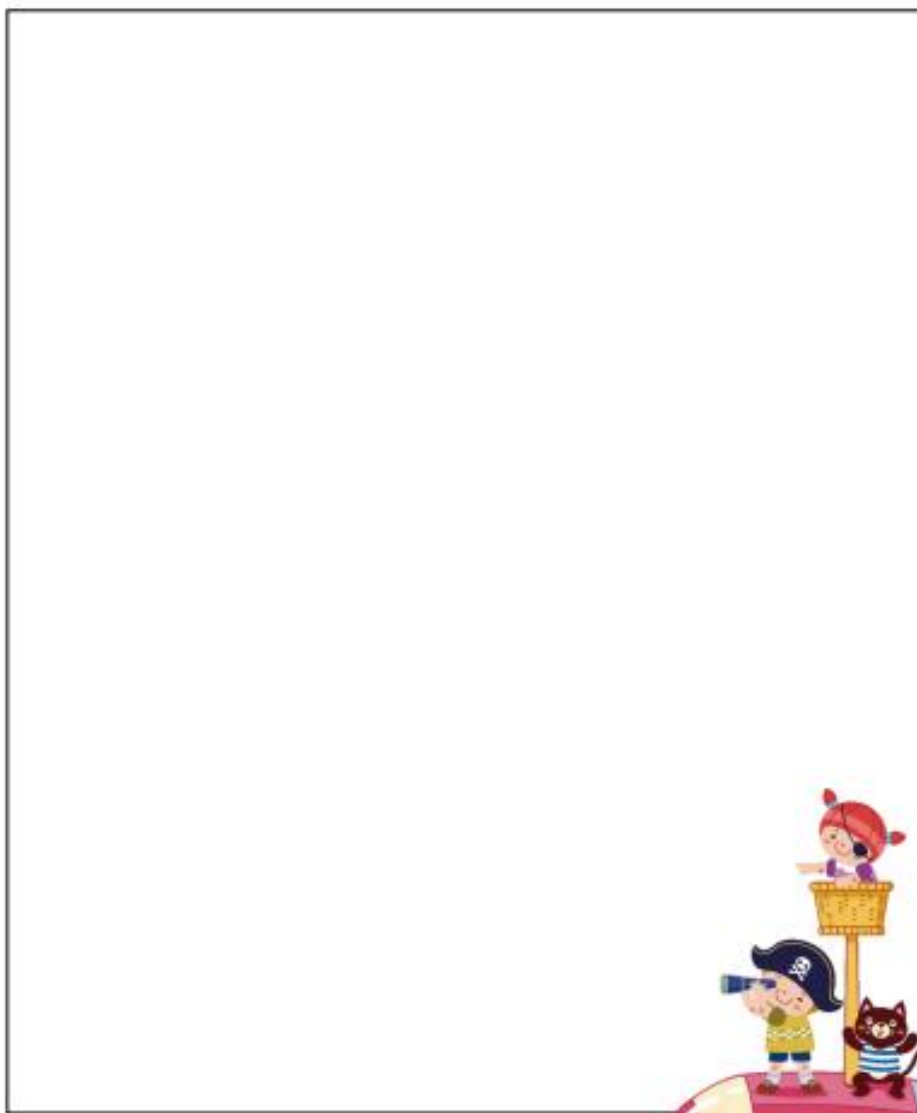
1. ตัดกระดาษสีให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดเท่ากันจำนวน 2 ชิ้น โดยให้ความยาวของด้านอย่างน้อยด้านละ 10 เซนติเมตร
2. นำกระดาษสีที่ตัดไว้มาหนึ่งชิ้น แล้วตัดกระดาษนั้นให้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 4 ชิ้น โดยให้แต่ละชิ้นมีความยาวของด้านประกอบมุมฉากเป็น a หน่วย และ b หน่วย เมื่อกำหนดค่าของ a และ b ตามต้องการ ดังรูป
เมื่อตัดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากออกไป 4 ชิ้นแล้วจะเหลือกระดาษรูปสี่เหลี่ยม ①
3. นำกระดาษรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่ตัดได้ในข้อ 2 มาประกอบใหม่ โดยวางบนกระดาษสีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ตัดไว้อีกหนึ่งชิ้นหนึ่งในข้อ 1 ดังรูป
เมื่อประกอบกันแล้ว จะปรากฏบริเวณของรูปสี่เหลี่ยม ② และรูปสี่เหลี่ยม ③
4. ตัดกระดาษที่โค้งในที่ว่างที่กำหนดให้



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม



ให้นักเรียนวาดกระดาษที่ได้จากการปฏิบัติตามขั้นตอนข้างต้น



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม



ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



คำถามท้ายกิจกรรม

- จากขั้นตอนที่ 2 ถ้าให้ด้านตรงข้ามมุมฉากของกระดาษรูปสามเหลี่ยมมุมฉากยาว c หน่วย นักเรียนคิดว่ารูปสี่เหลี่ยม ① เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด เพราะเหตุใด และรูปสี่เหลี่ยมนี้มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย

ตอบ

- จากขั้นตอนที่ 3 นักเรียนคิดว่า รูปสี่เหลี่ยม ② และ ③ เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด เพราะเหตุใด และรูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปมีพื้นที่กี่ตารางหน่วย

ตอบ

- นักเรียนคิดว่า พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ① , ② และ ③ สัมพันธ์กันอย่างไร

ตอบ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม



ใบความรู้ที่ 2.2

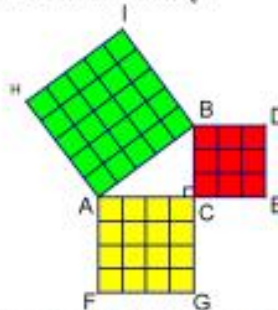
เรื่อง ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยม กับทฤษฎีบทพีทาโกรัส

กิจกรรมกลุ่ม

1. นักเรียนเข้ากลุ่มตามกระดานสีที่จับได้
2. นักเรียนในกลุ่มศึกษาเนื้อหาใบความรู้ที่ 2.2 ร่วมกัน โดยแต่ละคนมีหน้าที่ช่วยเหลือกลุ่มในการเรียนรู้
3. สมาชิกในกลุ่มสรุปความรู้ร่วมกันโดยเขียนลงในกระดาษที่ครูแจกให้ ส่งเป็นผลงานกลุ่ม

นักเรียนทราบมาแล้วว่า ความสัมพันธ์ของความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากมีความสัมพันธ์กัน ดังนี้ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

ให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มี $\angle C$ เป็นมุมฉาก มี $BC = 3$ หน่วย, $AC = 4$ หน่วย และ $AB = 5$ หน่วย สร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABIH$ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $BCED$ และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ACGF$ บนด้าน AB ด้าน BC และด้าน AC ตามลำดับ ดังรูป



จะได้ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABHI$ เท่ากับ $5^2 = 25$ ตารางหน่วย

พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $BCED$ เท่ากับ $4^2 = 16$ ตารางหน่วย

พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ACGF$ เท่ากับ $3^2 = 9$ ตารางหน่วย

ทำให้ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ACGF$ + พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $BCED$ = พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABHI$

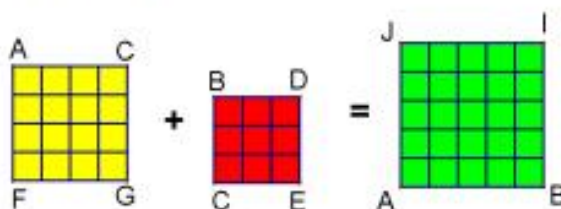


ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

6

จะได้ $16 + 9 = 25$

ดังรูป



ดังนั้น พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABHI เท่ากับ ผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส BCED และพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ACGF

ตัวอย่างข้างต้นเป็นการแสดงความสัมพันธ์ตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสที่กล่าวอีกนัยหนึ่ง ดังนี้

สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉาก



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการอิงแนวลัคน



ตัวอย่างที่ 1 จากรูปที่กำหนดให้ จงหาความยาวของด้านที่เหลือ



วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า $a=4$, $b=3$

หาค่าของ c

$$\begin{aligned} c^2 &= a^2 + b^2 \\ c^2 &= 4^2 + 3^2 \\ c^2 &= 16 + 9 \\ c^2 &= 25 \\ c^2 &= 5^2 \\ c &= 5 \end{aligned}$$

ดังนั้น ความยาวของด้านที่เหลือ คือ 5

ตอบ c ยาว 5 หน่วย

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปที่กำหนดให้ จงหาความยาวของด้านที่เหลือ



วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า $b=21$, $c=29$

หาค่าของ a

$$\begin{aligned} c^2 &= a^2 + b^2 \\ 29^2 &= a^2 + 21^2 \\ a^2 &= 29^2 - 21^2 \\ a^2 &= 841 - 441 \\ a^2 &= 400 \\ a^2 &= 20^2 \\ a &= 20 \end{aligned}$$

ดังนั้น ความยาวของด้านที่เหลือ คือ 20

ตอบ 20 หน่วย

เพื่อนๆคนเก่งมีความ
เข้าใจเพิ่มขึ้นหรือยังคะ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

8

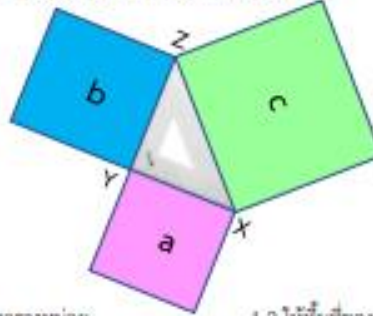


ใบกิจกรรมที่ 2.2.1

กิจกรรมกลุ่ม

1. นักเรียนเข้ากลุ่มตามกระดาษสีที่จับได้ (กลุ่มเดิมใบความรู้ที่ 2.2)
2. นักเรียนในกลุ่มศึกษาและทำกิจกรรมที่ 2.1.1 ร่วมกัน โดยแต่ละคนมีหน้าที่ช่วยเหลือกลุ่มในการเรียนรู้
3. สมาชิกในกลุ่มร่วมตรวจสอบคำตอบที่ได้
4. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอคำตอบของกลุ่มหน้าชั้นเรียน

ให้นักเรียนใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสช่วยในการหาคำตอบต่อไปนี้



1.1 ให้พื้นที่ของ $a = 144$ ตารางหน่วย

พื้นที่ของ $c = 169$ ตารางหน่วย

แล้วความยาวของด้าน YZ ยาวเท่ากับ.....หน่วย

1.2 ให้พื้นที่ของ $a = 49$ ตารางหน่วย

พื้นที่ของ $b = 576$ ตารางหน่วย

แล้วความยาวของด้าน XZ ยาวเท่ากับ.....หน่วย

1.3 ให้ ด้าน XY ยาว 3 หน่วย ด้าน XZ ยาว 5 หน่วย

แล้วพื้นที่ของ b มีพื้นที่เท่าไร

1.4 ให้ ด้าน YZ ยาว 35 หน่วย

ด้าน XY ยาว 12 หน่วย แล้วพื้นที่ของ c มีพื้นที่เท่าไร

1.5 ให้พื้นที่ของ $b = 196$ ตารางหน่วย

พื้นที่ของ $c = 2,500$ ตารางหน่วย

แล้วพื้นที่ของ a มีพื้นที่เท่ากับ.....

1.6 ให้ ด้าน XY ยาว $\sqrt{6}$ หน่วย

ด้าน YZ ยาว $\sqrt{3}$ หน่วย แล้ว ด้าน XZ ยาวเท่าไร

1.7 ให้พื้นที่ของ $a = 4$ ตารางหน่วย

พื้นที่ของ $b = 225$ ตารางหน่วย

แล้วความยาวของด้าน XZ ยาวเท่ากับ.....หน่วย

1.8 ให้ ด้าน XY ยาว $\sqrt{64}$ หน่วย ด้าน YZ

ยาว $\sqrt{36}$ หน่วย แล้วพื้นที่ของ c มีพื้นที่เท่าไร



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

9

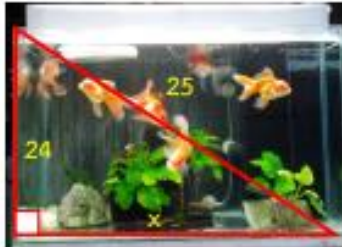


ใบกิจกรรมที่ 2.3.1

กิจกรรมกลุ่ม

1. นักเรียนเข้ากลุ่มตามการหาคำตอบของพื้นที่ □ จัตุรัสที่ได้ เรียก กลุ่มบ้านของเรา
2. นักเรียนในกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการรับผิดชอบในการหาคำตอบคนละ 2 ชื่อ ได้แก่ คนที่ 1 ทำข้อ 1-2 คนที่ 2 ทำข้อ 3-4 คนที่ 3 ทำข้อ 5-6 คนที่ 4 ทำข้อ 7-8 และคนที่ 5 ทำข้อ 9-10
3. ให้คนที่ 1 ของแต่ละกลุ่มรวมตัวกันและหาคำตอบร่วมกันในข้อ 1-2 โดยตัวแทนในแต่ละกลุ่มปฏิบัติเช่นเดียวกันสำหรับผู้ที่ได้รับผิดชอบในแต่ละข้อ
4. หลังจากได้คำตอบแล้วให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มกลับไปยังบ้านของตนเองเพื่อไปเผยแพร่ความรู้ที่ตนเองได้รับให้กับสมาชิกในบ้านของเรา

กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและความยาวของด้านสองด้าน ให้นักเรียนหาความยาวของด้านที่เหลือ โดยใช้ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยมกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส

รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้	วิธีการหาความยาวของด้านที่เหลือโดยใช้ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยมกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส
1. 	<u>วิธีทำ</u>



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

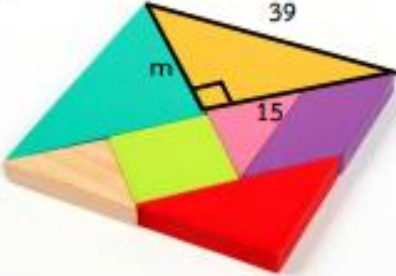
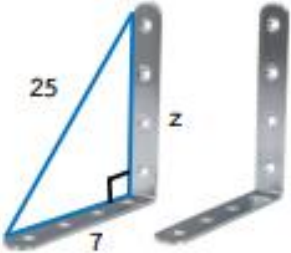
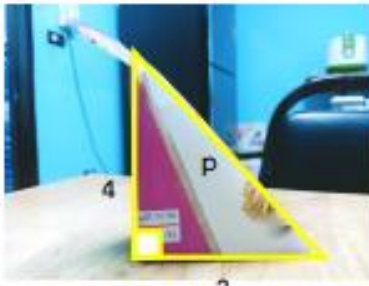
10

รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้	วิธีการหาความยาวของด้านที่เหลือโดยใช้ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยมกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส
2. 	<u>วิธีทำ</u>
3. 	<u>วิธีทำ</u>
4. 	<u>วิธีทำ</u>



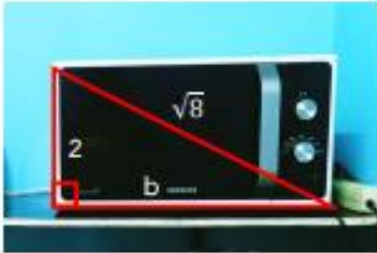
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

11

รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้	วิธีการหาความยาวของด้านที่เหลือโดยใช้ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยมกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส
5. 	<u>วิธีทำ</u>
6. 	<u>วิธีทำ</u>
7. 	<u>วิธีทำ</u>

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดลอม

12

รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้	วิธีการหาความยาวของด้านที่เหลือโดยใช้ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยมกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส
8. 	<u>วิธีทำ</u>
9. 	<u>วิธีทำ</u>
10. 	<u>วิธีทำ</u>



เอ๊ะ...เพื่อนๆจะทำถูก
กันหรือเปล่านะ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

13



ใบกิจกรรมที่ 2.4.1

กิจกรรมคู่

1. นักเรียนจับคู่กันตามรูปสิ่งของที่จับได้
2. นักเรียนแต่ละคู่ศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมที่ 2.4.1 ให้เข้าใจ
3. นักเรียนคนหนึ่งจะเป็นคนทำและอีกคนหนึ่งทำหน้าที่เสนอแนะ หลังจากคนที่ 1 ทำเสร็จเรียบร้อยแล้วให้สลับหน้าที่กัน
4. เมื่อทำเสร็จทั้ง 2 คนแล้ว ให้แต่ละคู่จะนำคำตอบไปแลกเปลี่ยนและตรวจคำตอบกับคู่อื่นๆ

อุปกรณ์



1. กระดาษ A4	2. ปากกา	3. หนังสือ
4. ไม้ขีด	5. กล่องใส่เอกสาร	6. ไหมแขวนเสื้อ

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. นำกระดาษที่ครูแจกให้ทำตามขั้นตอน ดังรูป



พับครั้งที่ 1



พับครั้งที่ 2



ทำเครื่องหมายกำกับมุม

หมายเหตุ มุมที่ได้เป็นมุมฉาก และมุมใดๆ ที่ทำกับมุมนี้ก็เป็นมุมฉากเช่นกัน

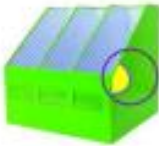
2. นำกระดาษที่เป็นมุมฉากไปวางทับกับมุมที่ต้องการวัด เช่น มุมหนังสือ มุมโต๊ะ กล่องใส่เอกสาร และไม้แขวนเสื้อ เป็นต้น และบันทึกลงในช่องว่างที่กำหนดให้



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

14

ให้นักเรียนทำการวัดมุมจากรายการที่กำหนดให้และบันทึกผล โดยทำเครื่องหมาย ✓
ลงในช่องว่างที่ตรงกับการสำรวจ

รายการสำรวจ	มุมที่ได้	
	เป็นมุมฉาก	ไม่เป็นมุมฉาก
1. มุมหนังสือ 		
2. มุมโต๊ะ 		
3. กล่องใส่เอกสาร 		
4. ไม้แขวนเสื้อ 		



สรุป จากการสำรวจพบว่า สิ่งของที่เป็นมุมฉาก ได้แก่
และสิ่งของ

ที่ไม่เป็นมุมฉาก ได้แก่



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

15

ใบความรู้ที่ 2.3 เรื่อง ตรวจสอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก



กิจกรรมคู่

1. นักเรียนจับคู่กันตามรูปสิ่งของที่จับได้(ดูตามใบกิจกรรมที่ 2.4.1)
2. นักเรียนแต่ละคนศึกษาใบความรู้ที่ 2.3 ด้วยตนเอง
3. นักเรียนสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้กับคู่ของตนเอง

“ในรูปสามเหลี่ยมใดๆ ถ้าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านที่ยาวที่สุด เท่ากับผลบวกของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านอีกสองด้านแล้ว รูปสามเหลี่ยมนั้นย่อมเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และมีด้านยาวที่สุดเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก”

จากบทพิสูจน์ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส เราสามารถนำไปหาว่ารูปสามเหลี่ยมใด ๆ ที่เป็นสามเหลี่ยมมุมแหลม, มุมฉาก หรือ มุมป้าน ได้ เมื่อกำหนดให้ c เป็นความยาวของด้านที่ยาวที่สุดในรูปสามเหลี่ยม ดังนี้

ถ้า $a^2 + b^2 = c^2$ สามเหลี่ยมนั้นจะเป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก

ถ้า $a^2 + b^2 > c^2$ สามเหลี่ยมนั้นจะเป็นสามเหลี่ยมมุมแหลม

ถ้า $a^2 + b^2 < c^2$ สามเหลี่ยมนั้นจะเป็นสามเหลี่ยมมุมป้าน



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

16

ใบกิจกรรมที่ 2.4.2



กิจกรรมคู่

1. นักเรียนจับคู่กันตามรูปสีของที่จับได้(คู่ตามใบความรู้ที่ 2.3) เพื่อทำกิจกรรมที่ 2.4.2
2. นักเรียนคนหนึ่งจะเป็นคนทำและอีกคนหนึ่งทำหน้าที่เสนอแนะ หลังจากคนที่ 1 ทำเสร็จเรียบร้อยแล้วให้สลับหน้าที่กัน
3. เมื่อทำเสร็จทั้ง 2 คนแล้ว ให้แต่ละคู่จะนำคำตอบไปแลกเปลี่ยนและตรวจคำตอบกับคู่อื่นๆ

ชุดที่	a	b	c	$a^2 + b^2$	c^2	$a^2 + b^2 = c^2$ หรือไม่		$\triangle ABC$ เป็นรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก หรือไม่	
						เท่า	ไม่เท่า	เป็น	ไม่เป็น
1	12	9	15	$144+81=225$	225	✓		✓	
2	12	6	13						
3	4	7.5	8.5						
4	12	12	18						
5	16.5	7.5	18						
6	3.5	12	12.5						



ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



คำถามท้าทายกิจกรรม

1. นักเรียนคิดว่า รูปสามเหลี่ยมทุกรูปที่มีความสัมพันธ์ของความยาวของด้านเป็น $c^2 = a^2 + b^2$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่
ตอบ _____
2. รูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์ของความยาวของด้านเป็น $c^2 = a^2 + b^2$ มีด้านใด ยาวที่สุด
ตอบ _____
3. นักเรียนคิดว่า รูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์ของความยาวของด้านเป็น $c^2 = a^2 + b^2$ มุมที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่ยาวที่สุด จะเป็นมุมฉากเสมอหรือไม่
ตอบ _____

โอโห...เพื่อนๆคงจะงุนงงนะคะ
เรียนมาถึงตรงนี้ก็แล้ว



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม

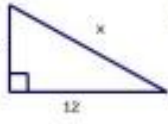
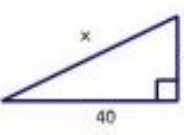
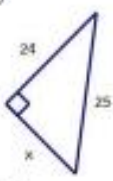
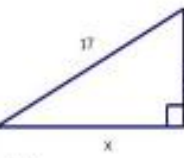
18

แบบตรวจสอบวัดผลการเรียนรู้และทักษะ



คำชี้แจง แบบตรวจสอบวัดผลการเรียนรู้และทักษะ มี 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 จงแสดงวิธีทำเพื่อหาความยาวของด้านที่เหลือ โดยใช้ความสัมพันธ์ของด้านของรูปสามเหลี่ยมกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1)  วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ _____ _____ _____ ตอบ _____	2)  วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ _____ _____ _____ ตอบ _____
3)  วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ _____ _____ _____ ตอบ _____	4)  วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ _____ _____ _____ ตอบ _____

ตอนที่ 2 จากความยาวที่กำหนดให้ จงหาว่ารูปสามเหลี่ยมที่ได้นี้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่

1) $a = 11$ หน่วย $b = 60$ หน่วย $c = 61$ หน่วย
ตอบ _____

2) $d = 20$ หน่วย $e = 10$ หน่วย $f = 12$ หน่วย
ตอบ _____



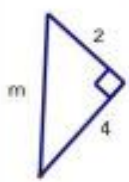
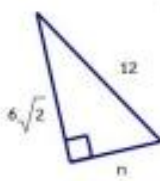
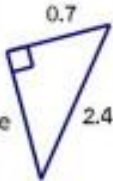
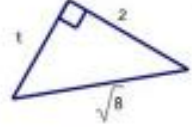
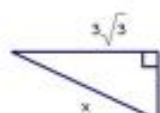
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม



แบบฝึกหัด

19

กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและความยาวของด้านสองด้าน ให้หาความยาวของด้านที่เหลือ

ตัวอย่าง  <u>วิธีทำ</u> จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ $m^2 = 4^2 + 2^2$ $m^2 = 16 + 4$ $m^2 = 20$ $m = \sqrt{20}$ $m = \sqrt{4 \times 5}$ หรือ $m = 2\sqrt{5}$ <u>ตอบ</u> ด้านที่เหลือยาว $\sqrt{20}$ หรือ $2\sqrt{5}$	1)  <u>วิธีทำ</u> จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ _____ _____ _____ _____ <u>ตอบ</u> _____
2)  <u>วิธีทำ</u> จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ _____ _____ _____ _____ <u>ตอบ</u> _____	3)  <u>วิธีทำ</u> จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ _____ _____ _____ _____ <u>ตอบ</u> _____
4)  <u>วิธีทำ</u> จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ _____ _____ _____ _____ <u>ตอบ</u> _____	5)  <u>วิธีทำ</u> จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ _____ _____ _____ _____ <u>ตอบ</u> _____



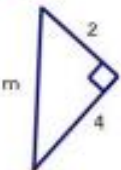
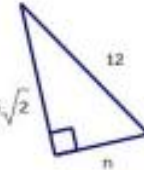
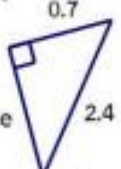
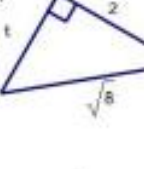
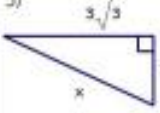
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม



เฉลยแบบฝึกหัด

20

กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและความยาวของด้านสองด้าน ให้หาความยาวของด้านที่เหลือ

ตัวอย่าง  วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ $m^2 = 4^2 + 2^2$ $m^2 = 16 + 4$ $m^2 = 20$ $m = \sqrt{20}$ $m = \sqrt{4 \times 5}$ หรือ $m = 2\sqrt{5}$ ตอบ ด้านที่เหลือยาว $\sqrt{20}$ หรือ $4\sqrt{5}$	1)  วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ $n^2 = 12^2 - (6\sqrt{2})^2$ $n^2 = 144 - 72$ $n^2 = 72$ $n = \sqrt{72}$ $n = \sqrt{2 \times 6 \times 6}$ หรือ $n = 6\sqrt{2}$ ตอบ ด้านที่เหลือยาว $\sqrt{72}$ หรือ $6\sqrt{2}$
2)  วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ $e^2 = 2.4^2 - 0.7^2$ $e^2 = 5.76 - 0.49$ $e^2 = 5.27$ $e = \sqrt{5.27}$ ตอบ ด้านที่เหลือยาว $\sqrt{5.27}$	3)  วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ $t^2 = (\sqrt{8})^2 - 2^2$ $t^2 = 8 - 4$ $t^2 = 4$ $t = 2$ ตอบ ด้านที่เหลือยาว 2
4)  วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ $a^2 = (4\sqrt{3})^2 - 4^2$ $a^2 = 48 - 16$ $a^2 = 32$ $a = \sqrt{32}$ $a = \sqrt{2 \times 4 \times 4}$ หรือ $a = 4\sqrt{2}$ ตอบ ด้านที่เหลือยาว $\sqrt{32}$ หรือ $4\sqrt{2}$	5)  วิธีทำ จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ $x^2 = (3\sqrt{3})^2 - 3^2$ $x^2 = 27 + 9$ $x^2 = 36$ $x = 6$ ตอบ ด้านที่เหลือยาว 6

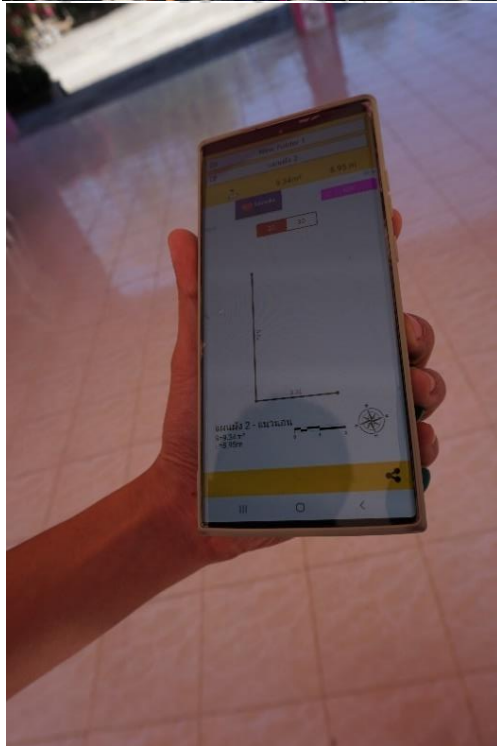


ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการบูรณาการสิ่งแวดล้อม
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2







ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล

นางสาวมิรันตี จันทร์ดี

วัน เดือน ปีเกิด

17 ธันวาคม 2530

ที่อยู่ปัจจุบัน

169/2 หมู่ 7 ตำบลหนองควาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ 50230

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546 - พ.ศ. 2548 มัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนหางดงรัฐราษฎร์อุปถัมภ์

อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ. 2549 - พ.ศ. 2552 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พ.ศ. 2553- พ.ศ. 2554 ประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2559 – พ.ศ. 2560 ข้าราชการครู ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย

โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่

เขต 4

พ.ศ. 2561 – ปัจจุบัน ข้าราชการครู ตำแหน่ง ครู คศ. 1

โรงเรียนบ้านน้ำแพร่ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่

เขต 4