

การพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

พฤษภาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏบรจบุรีรัมย์

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ได้พิจารณา การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เรื่อง “การพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่องลำดับและอนุกรม เพื่อ พัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและ สื่อสารการศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพรัตน์ สิทธิวงศ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

พฤษภาคม 2558

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพรัตน์ สิทธิวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้า ผู้ศึกษาค้นคว้ารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่าน ขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนทำให้การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จสมบูรณ์ได้

ขอขอบคุณ ดร.ประยงค์ จันทรแดง ดร.พรพวรรณ จันทรแดง อาจารย์มหาวิทยาลัยพะเยา นางสาวจิตตะกานต์ เทพศิริพันธุ์ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 นายรุ่งเรือง อ้อสถิต ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านเหล่านางกรรณิการ์ อ้อสถิต ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม นายพงศ์ศักดิ์ พลสวัสดิ์ นางวรภาภรณ์ สังข์วรกุล นางอุษา รัตนบุปผา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนปริยาลัยจังหวัดแพร่ ที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไข และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้อำนวยการและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ และให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่ง ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขออุทิศแด่ บิดา มารดา บุรพจารย์ ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ตลอดจนผู้เขียนตำราวิชาการที่ผู้ศึกษาค้นคว้าได้อ้างอิง

ปิยธิดา

โพธิ์ประภา

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้ศึกษาค้นคว้า	ปิยธิดา โพธิ์ประภา
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพัรัตน์ สิทธิวงศ์
ประเภทสารนิพนธ์	การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กศ.ม. สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2558
คำสำคัญ	บทเรียนแบบผสมผสาน ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม 3) เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) บทเรียนผ่านเว็บ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5) แบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ การทดสอบค่า t – test Dependent Sample

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.02/80.58 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม พบว่ามีคะแนนอยู่ในระดับดี

4. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.26$, S.D. = 0.65)



Title THE DEVELOPMENT BLENDED LEARNING WITH SEQUENCES AND SERIES TO DEVELOP MATHEMATICAL SKILLS AND PROCESSES FOR MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS

Authors Piyathida Phoprapha

Advisor Assistant Professor Tipparat Sittiwong, Ph.D.

Academic Paper Independent Study M.Ed. in Educational Technology and Communications, Naresuan University, 2015

Keywords Blended learning, Mathematical skill and Processes

ABSTRACT

The purposes of this research are 1) To create and determine the effectiveness of blended learning with Sequences and Series in order to develop mathematical skills and processes with the efficiency of 80/80 2) To compare learning achievement before and after the development 3) To assess mathematical skills and processes after the development of blended learning with Sequences and Series 4) To study the students' satisfaction of blended learning with sequence and series to develop mathematical skills and processes for Mathayomsuksa 5 students. The samples used in the research were Mathayomsuksa 5 students from Huaimawittakom School, The Secondary Educational Service Area Office 37, Academic Year 2014, for 30 students. The tools used in this research, that is, 1) Lesson plan 2) Blended learning lesson 3) Achievement test 4) Mathematical skill and Process test 5) Satisfaction assessment form. Statistics used to analyze are Percentage, Mean, Standard Deviation and t-test Dependent samples.

According to the research, it was found that

1) The efficiency of blended learning with sequences and series accounted for 81.02/80.58, achieving the target of 80/80

2) The post-learning achievement of students was higher than the pre-learning one, with statistical significance of .05

3) Mathematical skills and Processes post-learning with blended learning lesson was in a good level

4) the students' satisfaction of blended learning with sequences and series was considered high. ($\bar{x} = 4.26$, S.D. = 0.65)



สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	7
กรอบแนวคิดการศึกษาค้นคว้า.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 :	9
สาระคณิตศาสตร์.....	
การพัฒนาและการออกแบบบทเรียนบนเว็บ.....	12
การเรียนแบบผสมผสาน.....	19
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	24
การหาประสิทธิภาพของสื่อ.....	46
ความพึงพอใจ.....	52
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	54
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	54
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	54
วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ.....	55
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	70
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	71

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการศึกษาค้นคว้า.....	75
ขั้นตอนการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
- ผลการศึกษาการหาประสิทธิภาพบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	76
- ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	77
- ผลการประเมินคะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	78
- ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	78
5 บทสรุป.....	80
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	81
อภิปรายผล.....	81
ข้อเสนอแนะ.....	84
บรรณานุกรม.....	85
ภาคผนวก.....	90
ประวัติผู้วิจัย.....	153

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงการออกแบบการจัดการเรียนรู้บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม.....	60
2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน.....	76
3 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30คน.....	76
4 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน.....	77
5 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	77
6 แสดงร้อยละทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	78
7 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	78
8 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับและอนุกรม.....	115
9 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม.....	116
10 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนบนเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม...	118
11 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 และ E_2 ของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 คน.....	120

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
12	แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 และ E_2 ของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน.....	121
13	แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	123
14	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน.....	135
15	แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	137
16	แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม.....	140
17	แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 และ E_2 ของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	142
18	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	144
19	แสดงค่า t – test Dependent sample เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง.....	145
20	แสดงร้อยละของคะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	146

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

- 21 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินความพึงพอใจของ
นักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5..... 147



สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า	
1	แสดงขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้.....	56
2	แสดงหลักการออกแบบ ADDIE MODEL.....	57
3	แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis).....	58
4	แสดงการออกแบบ (Design) โครงสร้างของบทเรียน.....	59
5	แสดงขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเว็บ เรื่องลำดับและอนุกรม.....	64
6	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนบนเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม.....	65
7	แสดงขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	67
8	แสดงขั้นตอนการคัดเลือกแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	68
9	แสดงขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	70
10	แสดงตัวอย่างหน้าแรกของบทเรียนบนเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม.....	150
11	แสดงตัวอย่างเนื้อหาบทเรียน	150
12	แสดงตัวอย่างเนื้อหาบทเรียน	151
13	แสดงตัวอย่างเนื้อหาบทเรียน	151
14	แสดงตัวอย่างแบบฝึกหัด	152
15	แสดงตัวอย่างแบบทดสอบ	152

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

สังคมโลกในทุกวันนี้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และคอมพิวเตอร์นั้น เนื้อหา บทความ ความรู้ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวกับระบบสารสนเทศที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา หากครูผู้สอนยังยึดมั่นกับการสอนตามหลักสูตรที่มีการกำหนดไว้และไม่มีการปรับปรุงแก้ไขให้ก้าวทันกับเทคโนโลยีด้วยแล้วนักเรียนก็อาจจะได้รับความรู้ที่ไม่ทันสมัย ไม่ทันต่อเหตุการณ์ และการเปลี่ยนแปลงทางสังคมปัจจุบันการศึกษาของไทยมีการนำเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาททางการศึกษามากขึ้นเพราะเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการจัดการศึกษาในยุคสังคมสารสนเทศในโลกศตวรรษที่ 21 เป็นอย่างมาก การเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มีคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ามามีส่วนในการจัดการเรียนการสอน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นสมรรถนะที่สำคัญที่ผู้เรียนพึงมีและปฏิบัติได้ โดยผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 7)

การศึกษาไทยต้องเดินหน้าสู่การสร้าง พัฒนา และเตรียมความพร้อมคนไทยให้สอดคล้องกับสังคมในโลกศตวรรษที่ 21 โดยผลจากการปฏิวัติด้านดิจิทัล (Digital Revolution) และความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ทำให้โลกทั้งโลกเชื่อมโยงและสื่อสารถึงกันได้อย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกัน จำเป็นต้องสร้างและพัฒนาให้คนเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสามารถ มีทักษะ ความถนัด ความชำนาญ พร้อมจะขับเคลื่อนและยกระดับการพัฒนาประเทศเข้าสู่การเป็นประเทศพัฒนาในระดับที่สูงขึ้น พร้อมทั้งจำทำให้ประเทศสามารถแข่งขันได้ในเวทีโลก และพร้อมที่จำทำให้ประเทศไทยอยู่อย่างมีศักดิ์ศรีในประชาคมอาเซียนและประชาคมโลก (จาตุรนต์ ฉายแสง, 2556, หน้า 2) นโยบายกระทรวงศึกษาธิการมุ่งพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในปัจจุบันและรองรับหลักสูตรใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง มีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น สอดคล้องกับการเรียนรู้ในโลกยุคใหม่ โดยจะ

เริ่มจากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ (จาตุรนต์ ฉายแสง, 2556, หน้า 6)

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก เพราะคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดสาระหลัก และตัวชี้วัดที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนไว้ ในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค.6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3) และมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนในการพัฒนาความรู้ความสามารถของตนเองให้เกิดทักษะกระบวนการดังกล่าว ดังนั้น หัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็คือการฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะและกระบวนการ ซึ่งครูคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญโดยตรงในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดไปสู่ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานที่นักเรียนจะต้องเรียนทุกระดับชั้น เพื่อให้นักเรียนมีความรู้บรรลุตามตัวชี้วัด ครูผู้สอนจึงต้องหาวิธีการสอนต่างๆ สื่อการเรียนการสอน และเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน มีนักการศึกษาได้ให้ความสนใจและคิดค้นวิธีสอนแบบต่างๆ เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ ซึ่งการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมีการนำวิธีการต่างๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ มีทักษะและมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับที่ดี

จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านขั้นพื้นฐาน (O – Net) วิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนห้วยม้าวิทยาคมพบว่า มีคะแนนค่อนข้างต่ำ ปี 2554 คะแนนเฉลี่ย 19.86 ปี 2555 คะแนนเฉลี่ย 20.03 ปี 2556 คะแนนเฉลี่ย 17.23 ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระดับโรงเรียน พบว่า ปีการศึกษา 2553 พบว่ามีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ

62.35 (ฝ่ายวิชาการโรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม, 2553) ปีการศึกษา 2554 พบว่ามีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 63.59 (ฝ่ายวิชาการโรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม, 2554) ปีการศึกษา 2555 พบว่ามีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 61.48 (ฝ่ายวิชาการโรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม, 2555) ซึ่งผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนปีการศึกษา 2553 ถึง 2555 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคงที่ ไม่มีการพัฒนาให้สูงขึ้น ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงสนใจที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และมีผลการเรียนอยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์สูงขึ้น โดยเน้นการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในปัจจุบัน ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ทันสมัย ทำให้การพัฒนา ปรับปรุงระบบการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ขึ้น เพื่อที่จะผลานการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเรียนในชั้นเรียน กับการเรียนจากเทคโนโลยีต่างๆ มารวมเข้าด้วยกัน การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) คือ การผสมผสานวิธีการเรียนต่างๆ เทคนิค ทรัพยากรและการประยุกต์สิ่งต่างๆ ในสภาพการเรียน (Learning Environments) ที่มีปฏิสัมพันธ์อย่างมีความหมาย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ความรู้และทักษะที่เรียนรู้ภายใต้การแนะนำ (supervision) และการสนับสนุน (support) จากผู้สอนทั้งภายในและภายนอกชั้นเรียน วิธีนี้จะใช้ร่วมกับการสอนแบบปกติ หรือที่นิยมเรียกกันว่าการเรียนการสอนแบบ face to face (F2F) โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (applied science) หรือกิจกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศ (informational technology หรือ IT) ด้วยการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่ (เช่น Computer, Cellulas, I-phone, sky TV channels) และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผู้เรียนและผู้สอนต่างเรียนรู้ด้วยกันเพื่อเพิ่มคุณภาพการเรียนการสอนโดยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการเรียนแบบผสมผสานเพื่อที่จะจัดโอกาสให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงทั้งทำให้มีอิสระในการเรียนได้ประโยชน์และมีความก้าวหน้าที่ยั่งยืน (Graham, 2005, อ้างอิงใน ประหยัด จิระวรพงศ์, 2552, หน้า 4) เป็นการผสมผสานการจัดการเรียนรู้และเทคโนโลยีสารสนเทศต่างๆ สอดคล้องกับแนวคิดการส่งเสริมพัฒนาการและกระตุ้นศักยภาพผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

จากรูปแบบการสอนเดิมๆที่มีครูบรรยายหน้าห้องเพียงอย่างเดียว อาจทำให้เด็กมีความเข้าใจในบทเรียนที่ดี แต่กลับเป็นรูปแบบการสอนที่น่าเบื่อ ไม่เร้าความสนใจ การสร้างบรรยากาศเร้าความสนใจให้เกิดการตั้งใจเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมาก เพราะหากผู้เรียน ไม่มีความสนใจหรือเกิดการอยากเรียนแล้วการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพคงไม่เกิดผล แต่หากเป็นวิชาที่ต้องการคำแนะนำเพื่อให้เกิดการเข้าใจอย่างถ่องแท้แล้วนั้นการเรียนผ่านเว็บเพียงอย่างเดียวอาจไม่ดีพอ แต่ถ้านำการสอนทั้งสองรูปแบบมาผสมผสานกันโดยนำข้อดีของแต่ละรูปแบบมาปรับใช้น่าจะเกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน ดังเช่น การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันที่นำรูปแบบการผสมผสานมา

ใช้โดยนำจุดเด่นของรูปแบบการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งมาเสริมเพื่อลดจุดอ่อนของรูปแบบการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนการสอน คือ การใช้การเรียนการสอนผ่านเว็บ ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน (ศูนย์ศึกษาต่อเนื่องแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545, หน้า 11-12) คุณสมบัติดังกล่าวจึงเหมาะกับการจัดการศึกษาในปัจจุบัน เพื่อเป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเพิ่มพูนความรู้ มีการเรียนรู้ที่หลากหลาย ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อผู้เรียนพัฒนาเต็มศักยภาพ (สวลี มูลวณิชย์, 2555, หน้า 2) ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงสนใจจะพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสาน โดยหวังว่าผู้เรียนจะได้รับประโยชน์ เป็นแรงจูงใจให้อยากเรียนรู้ และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเมื่อมีความต้องการ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการฝึกฝนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ พบว่าการเรียนแบบผสมผสานช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และมีความพึงพอใจในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธาวลัย สมานหมู่ (2554) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบผสมผสานหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนจากการเรียนแบบผสมผสาน ผลการวิเคราะห์ พบว่าความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก Carnegie Learning (2009, อ้างอิงใน ประหยัด จีระวรพงศ์, 2552, หน้า 13) การเรียนแบบผสมผสานในการแก้ปัญหาการเรียนหลักสูตรคณิตศาสตร์ (Blended Math Curricula Solutions) สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 พบว่า ผู้เรียนสามารถแสดงการคิดและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้ร้อยละ 85 ผู้เรียนมีความถนัดทางการเรียนพีชคณิตสูงขึ้นร้อยละ 15-50 สามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้นร้อยละ 30

ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงสนใจจะพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสานโดยการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บร่วมกับการสอนแบบบรรยายในห้องเรียน โดยหวังว่าผู้เรียนจะได้รับประโยชน์ทั้งด้านความรู้ ด้านเจตคติ ด้านทักษะ เปลี่ยนบรรยากาศการเรียนการสอนให้น่าสนใจขึ้น เป็นแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ อีกทั้งนักเรียนยังสามารถศึกษาค้นคว้าความรู้ทั้งในและนอกเวลาเรียน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเมื่อมีความต้องการ ส่งเสริมให้เกิดการฝึกฝนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยวิธีเลือกแบบเจาะจง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนแบบผสมผสาน หมายถึง บทเรียนที่ผู้ศึกษาค้นคว้าพัฒนาขึ้น โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บผสมผสานกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนแบบปกติโดยการบรรยาย ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้แบ่งเป็นการเรียนการสอนบนเว็บ ร้อยละ 50 ของเวลาเรียนทั้งหมด และเป็นการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ ร้อยละ 50 ของเวลาเรียนทั้งหมด เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ เพื่อตอบปัญหาของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าพัฒนาขึ้น ประกอบด้วยความสามารถ 5 ด้าน ดังนี้

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถใช้ความรู้และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการ ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

2.2 ความสามารถในการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้เหตุผลเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด

2.3 ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมาย และนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าความรู้ พร้อมทั้งเสนอความคิดที่เหมาะสมกับปัญหา

2.4 ความสามารถในการเชื่อมโยง หมายถึง ความสามารถของผู้เรียน ในการเชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ

2.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ความคิด ในการหาคำตอบได้หลายทิศทางจากโจทย์จำนวน และการดำเนินการ

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนแบบผสมผสาน หมายถึง คุณภาพของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 มีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถที่วัดจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่องลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

5. แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบฝึกหัดและแบบทดสอบที่ผู้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมจากแบบทดสอบ O – Net ปี 2549 – 2554 เพื่อใช้วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นข้อสอบอัตนัยแบบแสดงวิธีทำ

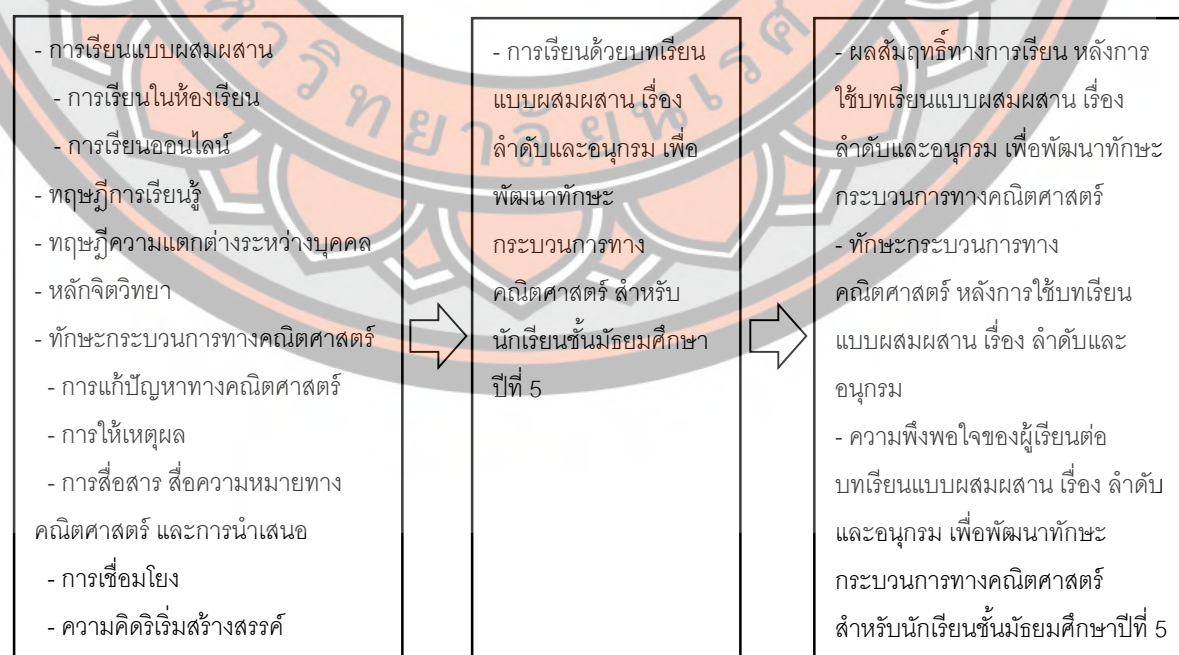
6. ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน หมายถึง ความรู้สึกในทางบวก ความชอบ ความประทับใจในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเว็บและการเรียนในห้องเรียน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

กรอบแนวคิดการศึกษาค้นคว้า



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 : สาระคณิตศาสตร์
2. การพัฒนาและออกแบบบทเรียนบนเว็บ
 - 2.1 ความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บ
 - 2.2 พัฒนาการของบทเรียนบนเว็บ
 - 2.3 ประเภทบทเรียนบนเว็บ
 - 2.4 การออกแบบโครงสร้างบทเรียนบนเว็บ
 - 2.5 การพัฒนาบทเรียนบนเว็บ
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. การเรียนแบบผสมผสาน (Blended Learning)
 - 3.1 ความหมายและความเป็นมา
 - 3.2 คุณลักษณะของการเรียนแบบผสมผสาน
 - 3.3 สัดส่วนการผสมผสาน
 - 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ
 - 4.4 ความสามารถในการเชื่อมโยง
 - 4.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - 4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. การหาประสิทธิภาพของสื่อ
 - 5.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ
 - 5.2 ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

- 5.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ
- 5.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ
- 5.5 การยอมรับประสิทธิภาพ
- 5.6 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ
- 6. ความพึงพอใจ
 - 6.1 ความหมาย
 - 6.2 การวัดความพึงพอใจ
 - 6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 : สารคดีศาสตร์ วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดมุ่งหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติและคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย
ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นเป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัยและรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร

2. ความสามารถในการคิด

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการทักษะชีวิต

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

2. ซื่อสัตย์สุจริต

3. มีวินัย

4. ใฝ่เรียนรู้ อยู่

5. อย่างพอเพียง

6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

การจัดเวลาเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดกรอบโครงสร้างเวลาเรียนพื้นฐาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ดังนี้

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

ให้จัดเวลาเรียนเป็นรายภาค มีเวลาเรียนวันละไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง คำนวณน้ำหนักของรายวิชาที่เรียน เป็นหน่วยกิต ใช้เกณฑ์ 40 ชั่วโมงต่อภาคเรียน มีค่าน้ำหนักวิชาเท่ากับ 1 หน่วยกิต(นก.)

คุณภาพผู้เรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสม และสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้
 2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูงและแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้
 3. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต ใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์ – ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล
 4. เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้
 5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และสามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้
 6. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้
- เข้าใจ

ความหมายของผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและการนำไปใช้

7. เข้าใจการแกสมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

8. เข้าวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้อย่างเหมาะสมกับข้อมูล และวัตถุประสงค์และสามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การพัฒนาและออกแบบบทเรียนบนเว็บ

1. ความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บ

การใช้เว็บเพื่อการเรียนการสอนเป็นการนำเอาคุณสมบัติของอินเทอร์เน็ตมาออกแบบเพื่อใช้ในการศึกษา การเรียนการสอนผ่านเว็บถือเป็นรูปแบบใหม่ของการเรียนการสอนที่เริ่มนำเข้ามาใช้ ทั้งนี้ นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการเรียนการสอนผ่านเว็บไว้ดังนี้

คาน (Khan. 1997, อ้างอิงใน กิมวัจน์ ธรรมใจ, 2548, หน้า 22) ได้ให้คำจำกัดความของการเรียนการสอนโดยใช้เว็บ (Web-Based Instruction) ว่าเป็นการเรียนการสอนที่อาศัยโปรแกรมไฮเปอร์มีเดียที่ช่วยในการสอน โดยการใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรของอินเทอร์เน็ตมาสร้างให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายโดยส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมากมายและสนับสนุนการเรียนรู้ในทุกทาง

คาร์ลสัน (Carlson. 1998, อ้างอิงใน กิมวัจน์ ธรรมใจ, 2548, หน้า 23) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้เว็บเป็นภาพที่ชัดเจนของการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design) ซึ่งก่อให้เกิดโอกาสที่ชัดเจนในการนำการศึกษาไปสู่ที่ด้อยโอกาส เป็นการจัดหาเครื่องมือใหม่ๆ สำหรับส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มเครื่องมืออำนวยความสะดวกที่ช่วยขจัดปัญหาเรื่องสถานที่และเวลา

วารางคณา หอมจันทร์ (2542, หน้า 12) ให้ความหมายว่า เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตมาออกแบบและจัดระบบเพื่อการเรียนการสอนสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา

วิชชุดา รัตนเพียร (2542, หน้า 30) กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการนำเสนอโปรแกรมบทเรียนบนเว็บเพจโดยนำเสนอผ่านบริการเว็ลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งผู้ออกแบบ และสร้างโปรแกรมการสอนผ่านเว็บจะต้องคำนึงถึงความสามารถและบริการที่หลากหลายของอินเทอร์เน็ตและนำคุณสมบัติต่างๆเหล่านั้นมาใช้เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนให้มากที่สุด

กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 42) ให้ความหมายว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการใช้เว็บในการเรียนการสอนโดยอาจใช้เว็บเพื่อนำเสนอบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติของวิชาทั้งหมดตามหลักสูตร หรือใช้เพียงการเสนอข้อมูลบางอย่างเพื่อประกอบการสอนก็ได้ รวมทั้งใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะต่างๆของการสื่อสารที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต เช่น การเขียนโต้ตอบกันทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์และการพูดคุยสดด้วยข้อความและเสียงมาใช้ประกอบด้วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จากนิยามและความคิดเห็นของนักวิชาการดังที่กล่าวมาแล้วนั้นสามารถสรุปได้ว่าการเรียนการสอนผ่านเว็บน่าจะเป็นรูปแบบการเรียนที่ทันสมัย ใช้การเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยผู้เรียนสามารถศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลา ไม่จำกัดเพศและวัย ทั้งยังเป็นรูปแบบที่สนับสนุนให้ค้นหาความรู้ได้สะดวกและรวดเร็ว

2. องค์ประกอบของเว็บ

การออกแบบเว็บเพจที่ดีนั้น จำเป็นต้องทราบองค์ประกอบพื้นฐานของเพื่อที่จะได้นำองค์ประกอบพื้นฐานเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน แล้วกลายเป็นเว็บเพจที่สวยงามดึงดูดความสนใจของผู้ชม ซึ่งองค์ประกอบพื้นฐานที่ดี ปทีป เมธาคุณวุฒิ (2543, หน้า 4 – 5) ได้กล่าวถึงดังนี้

1. ส่วนของโฮมเพจ (Home Page) เป็นเว็บเพจแรกของเว็บไซต์ มีเนื้อหาเกี่ยวกับรายวิชา เช่น ชื่อรายวิชา ชื่อผู้สอน สถานที่ติดต่อ รวมทั้งการแนะนำอื่นๆที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับรายวิชานั้น

2. ส่วนของภาพรวมรายวิชา (Course Overview) แสดงวัตถุประสงค์ของรายวิชา สังเขปรายวิชา คำอธิบายเกี่ยวกับหัวข้อการเรียนหรือหน่วยการเรียน

3. ส่วนของบทบาทและหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้อง

4. ส่วนของกิจกรรมที่มอบหมายให้ทำ การประเมินผลการกำหนดเวลาเรียน การส่งงาน

5. ส่วนของการเสนอแหล่งทรัพยากรที่สนับสนุนการศึกษาค้นคว้า

6. ส่วนของตัวอย่าง เช่น ตัวอย่างรายงาน ตัวอย่างแบบทดสอบ

7. ส่วนของข้อมูลทั่วไป เช่น การลงทะเบียน ค่าใช้จ่าย การติดต่อผู้สอน สถานศึกษา หรือหน่วยงาน เป็นต้น

8. ส่วนแสดงประวัติของผู้สอนและผู้เกี่ยวข้อง

9. ส่วนของการประกาศข่าว (Bulletin Board)

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบๆเหล่านี้เป็นเกณฑ์เพื่อใช้สำหรับการสร้าง บทเรียนผ่านเว็บ

3. การออกแบบเว็บ

ในการออกแบบและพัฒนาเว็บการเรียนการสอนผ่านให้มีประสิทธิภาพนั้น มีนักการศึกษาให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกระบวนการที่จะใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอน ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 23) กล่าวถึงการออกแบบเว็บเพจว่า องค์ประกอบของการออกแบบหน้าเว็บจะเกี่ยวเนื่องถึงขนาดของหน้าเว็บ การจัดหน้าพื้นหลัง ศิลปะการใช้ตัวพิมพ์ และโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ โดยมีแนวทางในการออกแบบดังนี้

1. ขนาดของหน้าเว็บ ควรจำกัดขนาดของแฟ้มแต่ละหน้าไม่ให้มากเกินไปนัก ออกแบบควรละภาพกราฟิกขนาดใหญ่ให้เหลือเพียงภาพง่ายๆ

2. การจัดหน้า กำหนดความยาวของหน้าให้สั้น โดยการกำหนดจำนวนของข้อความที่จะบรรจุในแต่ละหน้า โดยควรมีระหว่าง 200-500 คำ ในแต่ละหน้าควรรีเสาสารสนเทศที่สำคัญที่สุดในส่วนบนของหน้าและใช้ตารางช่วยในการจัดระเบียบหน้า เช่น การแบ่งแยกภาพกราฟิก หรือ เครื่องมือนำทางออกจากข้อความหรือการแบ่งข้อความออกเป็นคอลัมน์ดังนี้ เป็นต้น

3. พื้นหลัง พื้นหลังที่มีลวดลายและใช้สีร้อนมาก จะทำให้หน้าเว็บมีความยากลำบากในการอ่านและทำให้ไม่สบายตาในการอ่านเช่นกัน ดังนั้น จึงไม่ควรใช้พื้นหลังที่มีลวดลายเกินความจำเป็น และควรใช้สีเย็นเป็นพื้นหลังจะทำให้หน้าเว็บนั้นน่าอ่านมากกว่า ควรทดสอบการอ่านก่อนด้วย

4. ศิลปะการใช้ตัวพิมพ์ เว็บจะถูกจำกัดในเรื่องของศิลปะการใช้ตัวพิมพ์มากกว่าในสื่อสิ่งพิมพ์ แต่โปรแกรมค้นผ่าน (Search engine) รุ่นใหม่จะสามารถใช้แบบอักษรอื่นๆได้มากขึ้น

แต่อาจให้การแสดงผลหน้าจอไม่เหมือนกันนัก เช่น ขนาดตัวอักษร ดังนั้น สิ่งนี้นักออกแบบสามารถทำได้คือ ดูว่าโปรแกรมและระบบใดที่ผู้อ่านใช้มากที่สุดแล้วออกแบบให้เข้ากับระบบนั้น

5. ซอฟต์แวร์ โปรแกรมที่ออกแบบสามารถใช้ซอฟต์แวร์ โปรแกรมในการสร้างหน้าเว็บได้ โดยขึ้นอยู่กับลักษณะของงานว่าจะง่ายหรือซับซ้อนมากน้อยเพียงใด เช่น โปรแกรมฟรอนท์เพจ (Front Page) โปรแกรมตกแต่งภาพโฟโต้ช็อป (Photo Shop) หรือโปรแกรมวาดภาพ (Illustrator) หรือโปรแกรมจัดหน้า (Page Maker)

6. รูปแบบหน้าเว็บ ลักษณะสำคัญยิ่งที่สุดอย่างหนึ่ง การออกแบบหน้าเว็บ คือการวางหน้าเว็บในแนวนอนจะเป็นสิ่งที่เหมาะสมและสมเหตุสมผลมากกว่า เนื่องจากจอคอมพิวเตอร์มีส่วนกว้างมากกว่าส่วนสูง นอกจากนี้ เนื้อที่เสนอเนื้อหาบางส่วนยังบรรจุแถบเครื่องมือของโปรแกรมค้นหา (Search Engine) ซึ่งจะปรากฏอยู่ตลอดเวลาในเนื้อที่แนวนอนของหน้าเว็บ

7. การสำรวจขนาดเดียว ถ้าให้หน้าโฮมเพจเป็นแบบการสำรวจขนาดเดียว โดยไม่ต้องใช้แถบเลื่อนได้จะเป็นการช่วยให้ผู้ชมไม่เบื่อที่จะใช้แถบเลื่อนดูรายละเอียดหน้าอื่น และควรออกแบบหน้าเว็บให้เป็นมาตรฐานเท่ากันทุกหน้า

4. ข้อดี และข้อจำกัดของการเรียนการสอนผ่านเว็บ

ข้อดีของการเรียนการสอนผ่านเว็บ

กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 350) ได้กล่าวถึงข้อดีของการเรียนการสอนผ่านเว็บ ดังนี้

1. ขยายขอบเขตของการเรียนรู้ของผู้เรียนในทุกหนทุกแห่งจากห้องเรียนปกติไปยังบ้านและที่ทำงาน ทำให้ไม่เสียเวลาในการทำงาน

2. ขยายโอกาสทางการศึกษาให้ผู้เรียนรอบโลกในสถานศึกษาต่าง ๆ ที่ร่วมมือกันได้มีโอกาสได้เรียนรู้ได้พร้อมกัน

3. ผู้เรียนควบคุมการเรียนตามความต้องการและความสามารถของตนเอง

4. การสื่อสารโดยใช้อีเมลล์ กระดานข่าว การพูดคุยสด ทำให้การเรียนรู้มีชีวิตชีวาขึ้นกว่าเดิม ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมช่วยกันในการเรียน

5. กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักการสื่อสารในสังคมและก่อให้เกิดการเรียนแบบร่วมมือซึ่งที่จริงแล้วการเรียนแบบร่วมมือสามารถขยายขอบเขตจากห้องเรียนหนึ่งไปยังห้องเรียนอื่น ๆ ได้โดยการเชื่อมต่อทางอินเทอร์เน็ต

6. การเรียนด้วยสื่อหลายมิติ ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกเนื้อหาได้ตามความสะดวกโดยไม่ต้องเรียงลำดับกัน

7. การสอนบนเว็บเป็นวิธีการที่ดีเยี่ยมในการให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ของสถานการณ์จำลอง ทั้งนี้เพราะสามารถใช้กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพสามมิติ ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงได้

8. การเรียนการสอนมีให้เลือกทั้งแบบประสานเวลา คือเรียนและพบกับผู้สอน เพื่อปรึกษาหรือถามปัญหาได้ในเวลาเดียวกันและแบบไม่ประสานเวลา คือเรียนจากเนื้อหาในเว็บเพจ และติดต่อผู้สอนทางอีเมลล์

ศูนย์ศึกษาต่อเนื่องแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2545, หน้า 3-5) ได้กล่าวถึงข้อดีของการเรียนการสอนผ่านเว็บ มีดังนี้

1. การสอนผ่านเว็บ รองรับยุทธศาสตร์การสอน (Instruction Strategy) ได้หลากหลายและมีประสิทธิภาพการเรียนการสอนผ่านเว็บ เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่รับรองยุทธศาสตร์การสอนที่หลากหลาย เนื่องจากเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ครอบคลุมทั้งเทคโนโลยี และบุคคล (Technology Based and Human Based) เป็นทั้งสื่อในการนำเสนอที่นำเสนอได้ทั้งข้อความธรรมดาถึงสื่อประสม มีเครื่องมือช่วยการสื่อสารระหว่างการเรียนการสอนทั้งแบบระหว่างบุคคลและระหว่างบุคคลกับกลุ่ม ทั้งการสื่อสารในเวลาเดียวกันและต่างเวลา ตัวอย่างยุทธศาสตร์การสอนที่ใช้การเรียนการสอนผ่านเว็บ ได้ คือ Resource Based Learning , Self -Paced Learning , Collaborative – Cooperative Learning, Individualized Instruction เป็นต้น

2. การสอนผ่านเว็บ ลดเวลาในการบริหารจัดการการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นระบบการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ มีระบบคอมพิวเตอร์ ระบบฐานข้อมูล รองรับการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติม ดังนั้น ผู้พัฒนาการเรียนการสอนผ่านเว็บสามารถพัฒนาให้การเรียนการสอนผ่านเว็บ ช่วยให้ลดภาระการบริหารจัดการการเรียนการสอน เช่น ช่วยบันทึกเวลา ความถี่ในการเข้าใช้บทเรียน เก็บคะแนน สรุปคะแนนหาค่าสถิติต่าง ๆ บริหารคลังข้อสอบ เป็นต้น

3. การสอนผ่านเว็บช่วยรับรองผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ที่หลากหลาย ผู้สอนสามารถออกแบบให้การเรียนการสอนผ่านเว็บ รองรับผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ในบทเรียนมีทั้งที่เป็นข้อความ กราฟิก ให้ผู้เรียนที่เป็น Visual Learning และออกแบบให้ผู้เรียนจะต้องได้ตอบกับบทเรียนค่อนข้างบ่อยสำหรับผู้เรียนที่เป็น Verbal Learning เป็นต้น

4. การสอนผ่านเว็บในที่อยู่ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะเปิดให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงกับแหล่งข้อมูลมากมายที่ค่อนข้างจะเป็นปัจจุบัน (Updated) หรือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลที่เป็นผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาในด้านนั้นจริง ๆ ขึ้นอยู่กับการออกแบบการเรียนการสอนและความพร้อมในการดำเนินงาน

5. การสอนผ่านเว็บ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนได้อย่างเท่าเทียมกัน เนื่องจากกิจกรรมที่จัดในการเรียนการสอนผ่านเว็บไม่ถูกจำกัดด้วยเวลาในการเรียนของห้องเรียน ไม่ถูกจำกัดความเร็วในการคิดในการโต้ตอบกิจกรรม การเรียนการสอนตามความสามารถ และศักยภาพของตน

6. การสอนผ่านเว็บ เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้าถึง ชักถาม และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน และเพื่อนร่วมเรียนได้มากกว่ารูปแบบการสอนอย่างอื่นและเป็นระบบที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายรูปแบบ เนื่องจากการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอนผ่านเว็บ (WBI) สามารถสื่อสารได้ทั้งในเวลาเดียวกันและคนละเวลา ทั้งแบบระบบระหว่างบุคคลและกลุ่ม

7. การสอนผ่านเว็บ เอื้อต่อการสร้างแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียน ในลักษณะการเสนอผลการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อเกิดความภูมิใจ และจูงใจในการใช้ความพยายามทำงานตามกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนอาจจะออกแบบให้ผู้เรียนสามารถเสนอผลงานผ่านเครือข่ายผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ได้

8. ผู้สอนสามารถติดตามกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างใกล้ชิด ได้ข้อมูลหลายด้าน เช่น คะแนนผู้เรียน คำถามผู้เรียน เป็นต้น และสิ่งสำคัญที่สุดคือ ผู้สอนสามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ใกล้ชิดในระดับบุคคล

9. ผู้สอนสามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งความรู้ หรือข้อมูลที่ทันสมัยที่มีประโยชน์ในระบบเครือข่ายมาสนับสนุนการเรียนการสอน นอกจากนี้ทำให้เนื้อหาการสอนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และอาจจะช่วยลดเวลาในการเตรียมการสอนลงได้

10. ผู้สอนสามารถปรับการเรียนการสอน และกิจกรรมการสอนได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากระบบการผลิต การแก้ไขสื่อการเรียนการสอนเป็นแบบออนไลน์ รวมทั้งผู้สอนสามารถนำข้อมูลข่าวสาร และเหตุการณ์ที่ทันสมัย เข้าเสริมกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตลอดเวลา ซึ่งไม่สามารถกระทำได้ในสื่อการเรียนรูปแบบอื่น ๆ โดยรวมแล้วข้อดีของการเรียนการสอนผ่านเว็บคือทำให้ผู้เรียนเข้าถึงสื่อการสอนได้สะดวกรวดเร็วและมีความหลากหลายมากขึ้น ผู้เรียนสามารถเรียนจากที่ไหนก็ได้ เวลาใดก็ได้ ไม่จำกัดและยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางอีกด้วย ผู้เรียนจะได้

มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้อื่นได้ทำให้ไม่เบื่อและยังสามารถทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา โดยผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจของตนเอง

ข้อจำกัดของการเรียนการสอนผ่านเว็บ

กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 351) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการเรียนการสอนผ่านเว็บพอสรุป ได้ดังนี้

1. ในการศึกษาทางไกล ผู้สอนและผู้เรียนอาจจะไม่พบหน้ากันเลย รวมทั้งการพบกันระหว่างผู้เรียนคนอื่นๆด้วย วิธีการนี้อาจทำให้ผู้เรียนบางคนรู้สึกอึดอัดและไม่สะดวกในการเรียน
2. เพื่อให้ได้ประโยชน์ในการสอนมากที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องใช้เวลามากในการเตรียมการสอนทั้งในด้านเนื้อหา การใช้โปรแกรมและคอมพิวเตอร์ และในส่วนของผู้เรียนก็จำเป็นต้องเรียนรู้การใช้โปรแกรมและคอมพิวเตอร์เช่นกัน
3. การถามและตอบปัญหาบางครั้งไม่เกิดขึ้นในทันที อาจทำให้เกิดความไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ได้
4. ผู้สอนไม่สามารถควบคุมการเรียนได้เหมือนชั้นเรียนปกติ
5. ผู้เรียนต้องรู้จักควบคุมตนเองในการเรียนได้อย่างดีจึงจะประสบความสำเร็จในการเรียนได้

ศูนย์ศึกษาต่อเนื่องแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2545, หน้า 5-6) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการเรียนการสอนผ่านเว็บมีดังนี้

1. ผู้สอนและผู้เรียนจะต้องคุ้นเคยกับเทคโนโลยีโดยเฉพาะการใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์และการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เนื่องจากการเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเว็บต้องกระทำผ่านเว็บเหล่านี้
2. การเรียนการสอนผ่านเว็บต้องพึ่งพาเทคโนโลยี ซึ่งมีปัญหาทางเทคนิคจะทำให้การเรียนการสอนชะงักได้ ต่างจากการเรียนการสอนในชั้นเรียน ซึ่งสามารถดำเนินการไปได้โดยไม่ต้องขึ้นกับเทคโนโลยี
3. ผู้เรียนและผู้สอนควรจะสามารรถเข้าใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่เป็นสื่อกลางในการเรียนการสอนผ่านเว็บได้ทุกเวลาที่ต้องการ หากมีข้อจำกัดที่จำนวนเครื่องที่ใช้ได้ หรือต้องคอยเวลาไม่สามารถเข้าได้อย่างสะดวกจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอนได้
4. ผู้สอนต้องใช้เวลามากขึ้นในกระบวนการเรียนการสอน เนื่องจากผู้เรียนทุกคนสามารถสอบถามได้ตลอดเวลา ไม่จำกัดแค่เวลาในชั้นเรียน หรือช่วงเวลาทำงานของผู้สอนและ

ผู้สอนจำเป็นต้องติดตามการดำเนินงานไปของกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างใกล้ชิดหากต้องการทราบปัญหาของการเรียนการสอน หรือต้องการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

5. ผู้เรียนต้องใช้เวลามากขึ้น เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนจะเปลี่ยนจาก Passive Learning เป็น Active Learning มากขึ้น ขณะเดียวกันการสื่อสารด้วยการเขียน ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องผ่านกระบวนการคิด และแปลงเป็นข้อความ จำเป็นต้องเรียบเรียงซึ่งใช้เวลามากกว่าการพูด ขณะเดียวกันแหล่งข้อมูล ความรู้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีมากและเชื่อมโยงต่อเนื่อง การติดตามอ่านเพื่อนำมาร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนต้องใช้เวลา

โดยสรุปข้อจำกัดจะมีในส่วนของ การติดต่อกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนซึ่งบางครั้งไม่เกิดขึ้นในทันทีทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจในเนื้อหา หรือขาดคำแนะนำที่ดี และหากผู้เรียนไม่ขยันไม่ใฝ่รู้ก็จะยากที่จะประสบความสำเร็จ

การเรียนแบบผสมผสาน (Blended Learning)

1. ความหมายของการเรียนแบบผสมผสาน

ได้มีผู้ให้ความหมายของการเรียนแบบผสมผสาน ไว้ดังนี้

มนต์ชัย (2549, หน้า 48) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) หมายถึง การบูรณาการระหว่างการเรียนรู้แบบเผชิญหน้าในชั้นเรียนโดยมีผู้สอนเป็นผู้นำ กับการเรียนรู้แบบออนไลน์ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสาร เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงสุด ภายใต้สภาพแวดล้อมของชุมชนแห่งการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เป็นช่องทางในการส่งผ่านความรู้และติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกันในระยะไกล

Graham (อ้างอิงใน ประหยัด จิระวรพงศ์, 2552, หน้า 4) กล่าวว่า การเรียนแบบผสมผสาน (Blended Learning) คือการผสมผสานวิธีการเรียนต่าง ๆ เทคนิคทรัพยากรและการประยุกต์สิ่งต่าง ๆ ในสภาพการณ์เรียน (learning environments) ที่มีปฏิสัมพันธ์อย่างมีความหมาย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ความรู้และทักษะที่เรียนรู้ภายใต้การแนะนำ (supervision) และการสนับสนุน (support) จากผู้สอนทั้งภายในและภายนอกชั้นเรียน วิธีนี้จะใช้ร่วมกับการสอนแบบปกติ หรือที่นิยมเรียกกันว่าการเรียนการสอนแบบ face to face (F2F) โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (applied science) หรือกิจกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศ (informational technology หรือ IT) ด้วยการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่ (เช่น Computer, Cellulas, I-phone, sky TV channels) และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

ผู้เรียนและผู้สอนต่างเรียนรู้ด้วยกันเพื่อเพิ่มคุณภาพการเรียนการสอนโดยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการเรียนแบบผสมผสานเพื่อที่จะจัดโอกาสให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงทั้งทำให้มีอิสระในการเรียนได้ประโยชน์และมีความก้าวหน้าที่ยั่งยืน

ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี (2555, หน้า 1) ได้กล่าวว่า การเรียนแบบผสมผสาน (Blended Learning: BL) หมายถึง การผสมผสานระหว่างการเรียนในชั้นเรียน กับการเรียนจากเทคโนโลยีต่างๆ เข้าด้วยกัน

University of Wolverhampton (อ้างอิงใน ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี, 2555, หน้า 1) กล่าวว่า การเรียนแบบผสมผสาน คือ การใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ด้วยการกำหนดภาระงานต่างๆ (tasks) พร้อมทั้งวัสดุการเรียนรู้ที่มีความหมาย เพื่อให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนในชั้นเรียน

Pennsylvania State University (อ้างอิงใน ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี, 2555, หน้า 1) นิยามว่า การเรียนแบบผสมผสาน เป็นวิธีการที่ผสมระหว่างการเรียนแบบเผชิญหน้าในห้องเรียน กับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อกลางกิจกรรม (Computer-Mediated Activities) เพื่อผนวกเข้าในวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งในอดีตสื่อดิจิทัลใช้เป็นเพียงสื่อเสริมการเรียนในชั้นเรียนเท่านั้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบผสมผสาน คือ บทเรียนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บผสมผสานกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนแบบปกติ ซึ่งเป็นการนำข้อดีของรูปแบบทั้งสองมาใช้ร่วมกันให้เกิดประโยชน์

2. องค์ประกอบของการเรียนแบบผสมผสาน

Carman (อ้างอิงใน ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี, 2555, หน้า 2) ได้กล่าวถึงแนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยบูรณาการทฤษฎีต่างๆ เข้าด้วยกัน ได้แก่ ทฤษฎีด้านแรงจูงใจของ Keller ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne', Bloom, Merrill, Clark และ Gery ไว้ดังนี้

1. เหตุการณ์สด (Live Events) ได้แก่ บรรยายสดหรือการบรรยายในชั้นเรียนร่วมกับผู้เรียนคนอื่น หลายคน คนหรือจะเป็นลักษณะของห้องเรียนเสมือนที่นำเสนอแบบประสานเวลา (synchronous) เพื่อสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามแนวคิดของ ARCS Model ของ John Keller คือผู้สอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึก ทั้ง 4 อย่างคือ ความตั้งใจ ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง ความมั่นใจ และความพึงพอใจ

2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-paced Learning) ได้แก่ การศึกษาทเรียนด้วยตนเอง จาก ซีดีรอม หรือจากบทเรียนบนเครือข่าย ตามอัตราความเร็วหรือความพร้อมของผู้เรียนเอง จะทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นภายในตัวบุคคลตามหลักการ หรือทฤษฎีการออกแบบการเรียนรู้ เช่น หลัก 9 ขั้น ของ Gagne'

3. การร่วมมือ (Collaboration) ได้แก่การสร้างสภาพแวดล้อมให้แก่ผู้เรียน มีการสื่อสารกับบุคคลอื่นๆ ทั้งกับกลุ่มผู้เรียนด้วยกันและกลุ่มผู้สอน รวมทั้งผู้เกี่ยวข้องกับหลักสูตร ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ ทั้งในรูปแบบประสานเวลา และไม่ประสานเวลา โดยใช้ Chat room, Web board, e-Mail ตามหลักการของ Carman กำหนดความร่วมมือไว้ 2 ประการได้แก่

1. ความร่วมมือระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน
2. ความร่วมมือระหว่างผู้เรียนกับพี่เลี้ยง

4. การประเมินผล (Assessment) ได้แก่ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งก่อนการเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เพื่อประเมินผลการถ่ายโยงความรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในชั้นต่างๆ ดังเช่น Benjamin S. Blooms ได้จำแนกไว้เป็น 6 ขั้นของการวัดระดับความสามารถของผู้เรียน

5. การใช้วัสดุสนับสนุนการเรียนการสอน (Performance Support Materials) ได้แก่ PDA คอมพิวเตอร์ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต เป็นต้น วัสดุอุปกรณ์เหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอน และเป็นส่วนส่งเสริมความคงทน และการถ่ายโยงของผู้เรียน (Enhance retention and transfer) ตามแนวคิดของ Gagne

ปณิตา วรณพิรุณ (2554, หน้า 45) กล่าวว่า องค์ประกอบของการจัดการเรียนแบบผสมผสาน แบ่งองค์ประกอบออกเป็น 12 กลุ่ม โดยจัดเป็น 2 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ องค์ประกอบออฟไลน์ 6 กลุ่ม และองค์ประกอบออนไลน์ 6 กลุ่ม ดังนี้

1. องค์ประกอบออฟไลน์ (offline) ประกอบด้วย 6 กลุ่ม ได้แก่
 - 1.1 การเรียนในที่ทำงาน (workplace learning)
 - 1.2 ผู้สอน ผู้ชี้แนะ หรือที่ปรึกษาในห้องเรียนแบบเผชิญหน้า (face-to-face tutoring, coaching or mentoring)
 - 1.3 ห้องเรียนแบบดั้งเดิม (classroom)
 - 1.4 สื่อสิ่งพิมพ์ (distributable print media)
 - 1.5 สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (distributable electronic media)
 - 1.6 สื่อวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ (broadcast media)

2. องค์ประกอบออนไลน์ (online) ประกอบด้วย 6 กลุ่ม ได้แก่

2.1 เนื้อหาการเรียนบนเครือข่าย (online learning content)

2.2 ผู้สอนอิเล็กทรอนิกส์, ผู้ชี้แนะอิเล็กทรอนิกส์หรือที่ปรึกษาอิเล็กทรอนิกส์ (e-tutoring, e-coaching or e-mentoring)

2.3 การเรียนรู้ร่วมกันแบบออนไลน์ (online collaborative learning)

2.4 การจัดการความรู้แบบออนไลน์ (online knowledge management)

2.5 เว็บไซต์ (the web)

2.6 การเรียนผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบไร้สาย (mobile learning)

3. สัดส่วนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning Ratio)

ปรัชญนันท์ นิลสุข และ ปณิตา วรรณพิรุณ กล่าวถึง ระดับและสัดส่วนของการผสมผสาน ระหว่างการเรียนการสอนแบบออนไลน์และการเรียนการสอนในชั้นเรียนแบบปกติ ไว้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน มีวิธีการจัดการอยู่ 2 วิธี คือ การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานแนวตั้งกับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานแนวนอน โดยมีเงื่อนไขการจัดการอยู่ที่เวลาและเนื้อหาการสอน วิธีการจัดการดังกล่าวอาจเรียกว่า สัดส่วนของการจัดการแบบผสมผสาน โดยมีวิธีการจัดการดังนี้

1. การผสมผสานแบบ 50:50 เป็นการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ร้อยละ และแบบปกติร้อยละ แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานแนวตั้ง (Vertical Blended Learning)

หมายถึง การเรียนรู้ที่ประกอบด้วย การเรียนปกติกับการเรียนแบบออนไลน์ ที่จัดในช่วงเวลาเดียวกันแต่จัดการเรียนรู้ผสมกันทั้งสองแบบ เช่น วิชาเรียน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ ในการสอนหนึ่งครั้ง ผู้สอนจะเจอนักศึกษาก่อนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบเผชิญหน้า 2 ชั่วโมง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ บรรยาย ทำความเข้าใจในการเรียน หลังจากนั้นให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเองบนเว็บอีก 2 ชั่วโมง ให้นักศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ทำแบบฝึกหัด ส่งงาน และเรียนรู้เพิ่มเติมจากเว็บไซต์ที่ผู้สอนจัดให้ หรือในสถาบันการศึกษาที่จัดการศึกษานอกที่ตั้งในศูนย์การเรียนต่างจังหวัดที่ผู้สอนและผู้เรียนห่างไกลกันผู้สอนใช้กิจกรรมการเรียนแบบเผชิญหน้าในช่วงแรก หลังจากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ผู้สอนกำหนดไว้ ถือว่ามีสัดส่วนการผสมผสานร้อยละ 50:50 ซึ่งรวมถึง เนื้อหาของรายวิชาแบ่งออกในสัดส่วนที่เท่ากัน ระหว่างเรียนปกติกับเนื้อหาออนไลน์ หรือการจัดการเรียนแบบปกติเป็นบรรยาย ชั่วโมง และเป็น การเรียนจากกิจกรรมออนไลน์ ชั่วโมง เป็นต้น

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานแนวนอน (Horizontal Blended Learning)

หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยการเรียนรู้ปกติกับการเรียนแบบออนไลน์ โดยการจัดช่วงเวลาในการเรียนรู้แตกต่างกันโดยใช้ทั้ง 2 วิธีการ แต่คนละช่วงเวลากัน เช่น การจัดการเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง 10 สัปดาห์ จัดให้มีการเรียนปกติ 5 สัปดาห์ จากนั้นจัดให้มีการเรียนออนไลน์ 5 สัปดาห์ถือว่าเป็นการเรียนแบบผสมผสานร้อยละ 50:50 โดยเนื้อหาการสอนแบบปกติกับการสอนออนไลน์ จะเป็นเนื้อหาคนละส่วนกัน

2. การผสมผสานแบบ 70:30 เป็นการจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ร้อยละ 70 และแบบปกติร้อยละ 30 คือ จัดกิจกรรมในห้องเรียนแบบเผชิญหน้าก่อน เช่น การปฐมนิเทศ การฝึกใช้เครื่องมือ ประมาณร้อยละ 10 จากนั้นเรียนด้วยตนเองบนเว็บประมาณร้อยละ 60 จากนั้นจึงมีการสอบกลางภาคเพื่อทดสอบเนื้อหาบทเรียนที่ได้เรียนมาแล้ว ประมาณร้อยละ 10 และให้ผู้เรียนเรียนต้นตนเองต่ออีกร้อยละ 30 จากนั้นจึงให้ผู้เรียนมาสรุปผลเรียน นำเสนอผลงานหรือทำแบบทดสอบหลังเรียน อีกประมาณร้อยละ 10

3. การผสมผสานแบบ 80:20 เป็นการจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ร้อยละ 80 และแบบปกติร้อยละ 20 คือ จัดกิจกรรมในห้องเรียนแบบเผชิญหน้าก่อน เช่น การปฐมนิเทศ การฝึกใช้เครื่องมือ ประมาณร้อยละ 10 จากนั้นให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองแบบออนไลน์ประมาณร้อยละ 70 เมื่อสิ้นสุดการเรียนจะให้ผู้เรียนมาสรุปผลเรียน นำเสนอผลงาน หรือทำแบบทดสอบหลังเรียน อีกประมาณร้อยละ 10 ประเด็นที่ควรพิจารณาในการออกแบบสัดส่วนการเรียนแบบผสมผสานคือ ต้องจัดให้มีการเรียนการสอนออนไลน์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานระหว่างการเรียนปกติกับการเรียนออนไลน์ ควรมีสัดส่วนเท่าๆกัน เป็นคำถามที่ต้องมาพิจารณาใน ลักษณะ คือ ลักษณะของรายวิชา กับลักษณะของสื่อออนไลน์ ซึ่งลักษณะของรายวิชาต้องพิจารณาว่าเป็นวิชาทฤษฎีอย่างเดียว ทฤษฎีร่วมกับปฏิบัติ หรือวิชาปฏิบัติอย่างเดียว และลักษณะของสื่อออนไลน์จะใช้เป็นสื่อหลักหรือสื่อเสริม

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนแบบผสมผสานนั้นจะพบว่าเป็นรูปแบบที่ส่งผลต่อผู้เรียนไปในทางที่ดีขึ้นในด้านต่างๆ ดังเช่น

กนกพร ฉันทนารุ่งภักดิ์ (2548, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานด้วยการเรียนการสอนแบบร่วมมือในกลุ่มการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้าน

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนบนเว็บ รวม 10 ท่าน กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการเรียนการสอนแบบผสมผสาน จำนวน 3 ท่าน และกลุ่มสุดท้ายคือ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถมจำนวน 20 คน พบว่าหลังการเรียนการสอนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เจษฎา เมฆะสุวรรณโรจน์ (2549, บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่องการพัฒนาเว็บอีเลิร์นนิง (e-learning) แบบผสมผสาน : กรณีศึกษาโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ผลการวิจัยได้ข้อสรุปว่าระบบการเรียนแบบผสมผสาน (Blended Learning) ที่ได้พัฒนาขึ้นได้ผ่านการทดสอบจากทั้งจากครูและนักเรียนโดยได้รับการยอมรับว่าทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

สายชล จินใจ (2550, บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน รายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ 1 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ผลที่ได้คือ กลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนแบบผสมผสาน ประกอบด้วยการสอนแบบบรรยายปฏิสัมพันธ์ การสอนแบบชี้แนะ การสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการสอนแบบมีส่วนร่วมผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อยู่ในระดับมากและความคงทนทางการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด

สุไลมาน ยะโกะ (2554, บทคัดย่อ) ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสานที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดยะลา พบว่านักเรียนที่เรียนโดยบทเรียนแบบผสมผสานที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นไป ซึ่งในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดตัวชี้วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 -6 ไว้ดังนี้ ได้แก่ ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะ และ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552ข, หน้า 91) ซึ่งในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ผู้สอนจะต้องให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยการจัดสถานการณ์หรือปัญหาให้เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนหรือผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งอาจจะเริ่มต้นด้วยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ก่อน ต่อจากนั้นจึงเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตัวชี้วัดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดสร้างสรรค์

1. ความหมายทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องสอดแทรกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ากับการเรียนการสอนด้านเนื้อหา ด้วยการให้นักเรียนทำกิจกรรม หรือตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด อธิบาย และให้เหตุผล เช่น ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วหรือให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางพีชคณิตในการแก้ปัญหาหรืออธิบายเหตุผลทางเรขาคณิต ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน หรือกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างสรรค์ผลงานที่หลากหลายและแตกต่างจากคนอื่น รวมทั้งการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากคนอื่นด้วยทักษะ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 18-19)

2. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ทักษะด้วยกันคือ

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหา ระบุประเด็นปัญหาสร้างตัวแบบ เจริญคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ตรวจสอบความถูกต้อง และความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

2.1.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กาเย่ (Gagne, 1970, อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 10) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหว่าเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยหลักการที่มีความสัมพันธ์กันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการเหล่านี้ผนวกรวมกันจนเรียกว่า เป็น ความสามารถในการแก้ปัญหา

สตีเฟน และ รูดนิค (Stephen & Rudnick, 1993, อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 10) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหว่าเป็นความสามารถในการ นำความรู้ ทักษะ และความเข้าใจที่มีอยู่ไปใช้ในการประยุกต์กับสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปจาก เดิม

ครูลิก และ เรย์ (Krulik & Reys, 1980, อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 10) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ 3 ประการ ได้แก่

1. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem Solving as a Goal) ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเหตุผลหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียน คณิตศาสตร์ ดังนั้น การแก้ปัญหาจึงเป็นอิสระ จากคำถามหรือปัญหาเฉพาะเจาะจงใด ๆ หรือ วิธีการและเนื้อหาสาระใด ๆ

2. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process) สิ่งที่สำคัญเมื่อการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ คือ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิคเฉพาะต่าง ๆ ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ กระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้ จึงเป็น สาระสำคัญและเป็นเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill) เมื่อการแก้ปัญหาถูกจัดเป็นทักษะพื้นฐาน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหา แบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ควรใช้ จุดเน้นอยู่

เทิดเกียรติ วงศ์สมบุรณ์ (2547, หน้า 6) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหานักเรียนตามกระบวนการแก้ปัญหา

วันฐิษา ไชยลา (2550, หน้า 13) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการหาคำตอบซึ่งต้องอาศัยกระบวนการความเข้าใจ ประสบการณ์และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งเกิดจากการฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่องโดยมีการประยุกต์องค์ความรู้ต่าง ๆ มาใช้เมื่อต้องเผชิญกับปัญหาที่ยุ่งยากและซับซ้อน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถใช้ความรู้ และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการ ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

2.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya, 1969, อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 11-12) ได้กล่าวว่าการแก้ปัญหทั้งธรรมดาและปัญหาแปลกใหม่ต่างก็มีความสำคัญ แต่มีจุดมุ่งหมายที่ต่างกัน คือ ปัญหาธรรมดามีจุดมุ่งหมายที่เฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับการใช้กฎต่าง ๆ เป็นการมุ่งฝึกกระบวนการ

ขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) นั่นคือ เข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูล มีเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้โดยใช้บทนิยาม สมบัติและทฤษฎีบทต่าง ๆ ที่ได้ศึกษามาก่อนหน้านี้ การพิจารณาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้ เช่น การวาดรูป การสร้างตารางวิเคราะห์หรืออื่น ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา (Carrying out the Plan) เป็นขั้นตอนของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และมีการตรวจสอบว่าแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ (Looking Back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่หรืออาจตรวจสอบโดยการแก้ปัญหาวีธีอื่น ๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงกันหรือไม่

กาเย่ (Gagne, 1985, อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 12 – 13) กล่าวถึงสาระสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) เป็นความสามารถในการนำรูปแบบของ กฎ สูตร หรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาจะเป็นความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาก่อน

2. แบบของปัญหา (Problem Schemata) เป็นตัวแทนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น ในการที่จะเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับแต่ละชนิดของปัญหา หรือไม่ก็ใช้ การเปรียบเทียบ การแปลง การรวบรวม

3. ยุทธวิธีการวางแผน (Planning Strategies) เป็นส่วนหนึ่งของทักษะทางปัญญา โดยเป็นความสามารถของผู้แก้ปัญหที่จะเลือกยุทธวิธีในการกระทำที่เหมาะสมและใช้ให้เป็นประโยชน์ เพื่อความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating the Answer) เพื่อแสดงความสามารถในการตรวจสอบคำตอบเพื่อความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหโดยเป็นความสามารถที่แท้จริงในการกำจัดคำตอบที่ผิดพลาดออกไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์จะต้องอาศัยความรู้ความสามารถเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหในการหาคำตอบจากสถานการณ์ของปัญหาที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งโพลยา (Polya) ได้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหไว้ 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญห ขั้นดำเนินการแก้ปัญห และขั้นตรวจสอบ นั่นคือ การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องมีกระบวนการในการแก้ปัญหเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น ๆ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดข้อค้นพบทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ เกิดขึ้น

2.1.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหไว้ ดังนี้

บาร์ดูดี (Baroody, 1993, อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 13) ได้กล่าวว่าการสอนการแก้ปัญหามี 3 ทาง ได้แก่

1. การสอนโดยใช้การแก้ปัญห (Teaching Via Problem Solving) เป็นการสอนที่จะมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เช่นกัน แนวทางนี้จะใช้ปัญหาเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่เชื่อมโยง

แนวคิดพัฒนาทักษะและสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ใช้ปัญหาในการศึกษาเนื้อหา คณิตศาสตร์ โดยการแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหากับโลกที่เป็นจริง และใช้ปัญหาในการแนะนำ ทำความเข้าใจเนื้อหา บางครั้งใช้ปัญหาในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย การใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา

2. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Teaching about Problem Solving) เป็นการสอนที่เน้นยุทธวิธีการแก้ปัญหาโดยทั่วไป โดยปกติแล้วมักใช้รูปแบบการแก้ปัญหของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน

3. การสอนการแก้ปัญหา (Teaching for Problem Solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้ มักใช้กับปัญหาในชีวิตจริง และสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนสามารถประยุกต์ และฝึกใช้มนมตี และทักษะที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นการสอนเนื้อหาสาระหรือทักษะต่าง ๆ ก่อน

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991, p. 57 อ้างอิงใน วรณัฐยา ไชยลา, 2550, หน้า 15) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อให้เกิดการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนไว้ดังนี้

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิด และความรู้สึกของนักเรียน

2. ให้อเวลาในการสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์

3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานทั้งส่วนบุคคล และร่วมมือกัน

4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลองใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหา และสร้างข้อาคัดเดา

5. ให้นักเรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

คณะกรรมการการศึกษาแห่งแคลิฟอร์เนีย (California State Department of Education, 1985, p. 14 อ้างอิงใน วรณัฐยา ไชยลา, 2550, หน้า 15) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ระบุพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาให้ชัดเจน

2. จัดบรรยากาศภายในชั้นเรียนให้นักเรียนได้คิดและแก้ปัญหาอยู่เสมอ ๆ

3. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบายแนวคิดในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา

4. มีความเข้าใจว่าแต่ละปัญหามียุทธวิธีการแก้ปัญหได้หลายวิธี การแก้ปัญหานั้นต้องการวิธีการใหม่ ๆ นำเสนอปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงและเป็นปัญหาที่ช่วยเพิ่มประสบการณ์ ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้

จากการที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึก การแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถเผชิญกับสถานการณ์ของปัญหาที่แตกต่างกันออกไป โดยผู้สอนควรใช้เทคนิคการเรียนรู้ และวิธีการสอนที่มีความหลากหลายซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์และเป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการการแก้ปัญหา เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอน ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผล

2.2.1 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ความสามารถในด้านเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนมีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์มีตรรกะในการคิดและสามารถอธิบายให้เหตุผลต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้ ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะขึ้นอยู่กับพัฒนาการด้านเชาวน์ปัญญา และการใช้ภาษาของผู้เรียน ผู้เรียนในชั้นประถมศึกษาในฐานะนักคิดเชิงรูปธรรมซึ่งใช้บริบทเชิงรูปธรรม และกายภาพสนับสนุนเหตุผลของตน และพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออยู่ชั้นมัธยมศึกษาด้วยการถ่ายโยง การให้เหตุผลที่เป็นรูปธรรม และนามธรรม แม้ผู้เรียนที่อยู่ในระดับสูงแล้ว ก็ยังมีความจำเป็นในการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมเพื่อการสนับสนุนการให้เหตุผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544, หน้า 13)

ทิตนา แชมมณี (2542, หน้า 144) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลว่าเป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล โดยสามารถจำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงโดยใช้หลักเหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัย ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ ดังนี้

1. สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
2. สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้
3. สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้

โอดาฟเฟอร์ (O'Daffer, 1990, อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 15–16) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ มองว่าการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์เช่นกันและเป็นการคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดซึ่งทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลในการสร้างหลักการใหม่ ค้นหารูปแบบทั่วไป รูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ สถานการณ์ อธิบายสมบัติและโครงสร้างต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผลในการสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏ เป็นการพิสูจน์ข้อสรุปและตัดสิน ความถูกต้องของขั้นตอนการคิด การให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลที่เป็นระบบตรรกยะ เป็นการให้เหตุผลที่ใช้ โครงสร้างคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน คือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผล แบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลักแล้วจะได้ผลสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นหลักการที่เป็นจริงเสมอ

วรณัฐิยา ไชยลา (2550, หน้า 17) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้เหตุผล เพื่อแสดงให้เห็นแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการและทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดนั้น รวมทั้งค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด และหาข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดนั้น ๆ ได้

จรรย์าวดี ชูวงศ์ศิริกุล (2550, หน้า 15) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะกระบวนการให้เหตุผลดังนี้ รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนการให้เหตุผลและลงข้อสรุป ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

จากความหมาย และความคิดเห็นดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้เหตุผลเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด

2.2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์

เพียเจท์ แบ่งพัฒนาการของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้น ซึ่งเด็กในแต่ละขั้นจะมีลักษณะสำคัญดังนี้คือ (วรัญญูยา ไชยลา, 2550, หน้า 19-20)

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (The Sensory – Motor Period) อายุแรกเกิด ถึง 2 ปี พฤติกรรมของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่ เด็กจะเรียนรู้ สิ่งรอบตัวจากการสัมผัสและการกระทำเท่านั้น เช่น การพูด การกำมือ การไขว่คว้า การร้องไห้ การมอง การดูด ในวัยนี้เด็กแสดงให้เห็นว่ามีสติปัญญาด้วยการกระทำ

2. ขั้นคิดก่อนปฏิบัติการ (The Period of Preparation Thought) อายุ 2-7 ปี เป็นขั้นการเตรียมตัว เพื่อปฏิบัติการทางความคิด เด็กจะมีพัฒนาการจากการทำอะไรเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากจากประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวมาเป็นการกระทำอะไรที่ต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ภายในสมองมากขึ้นและพฤติกรรมเนื่องจากประสาท สัมผัสและการเคลื่อนไหวจะมีน้อยลง ฉะนั้น เขาจึงสามารถเข้าใจสิ่งๆ เกี่ยวกับการอนุรักษ์ การจัดกลุ่มหรือ แบ่งหมู่ การจัดเรียงลำดับสิ่งของ อย่างไรก็ตามความสามารถเข้าใจสิ่งๆ ดังกล่าวก็ยังคงจำกัดอยู่เฉพาะเรื่องที่เป็นรูปธรรมเท่านั้น

3. ขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรม (Period of Concrete Operations) อายุ 7-11 ปี เด็กในวัยนี้ สามารถที่จะใช้ปฏิบัติการทางสมองด้านการคิด เริ่มมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์และคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ การท่องในสิ่งต่าง ๆ มีลักษณะ Decentration คือ สามารถมองได้ถึง 2 ลักษณะในเวลาเดียวกัน เช่น สามารถคิดถึงขนาดและน้ำหนัก หรือขนาดและปริมาตร ไปพร้อม ๆ กันได้ ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้ คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ

4. ขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม (The Period of Formal Operations) อายุ 11-15 ปี ขั้นนี้เป็นพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นสุดยอด โครงสร้างของสมองจะพัฒนาสูงสุดเมื่ออายุ 15 ปี เด็กเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่โดยจะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์ และสามารถคิดสมมติฐานหรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล และสรุปกฎเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้นด้วยวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถที่จะตั้งสมมติฐาน ทฤษฎี และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ขึ้น และเห็นว่าความเป็นจริงที่เห็นด้วยการรับรู้ไม่สำคัญ เท่ากับความคิดถึงในสิ่งที่เป็นไปได้ (Possible) ในขั้นนี้ศักยภาพของเด็กในด้านความคิดจะพัฒนาอย่างมีคุณภาพที่สุด

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของบุคคลนั้นจะเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา โดยจะเป็นไปตามลำดับขั้นซึ่งจากทฤษฎีของเพียเจท์ (Piaget) ที่กล่าวว่าโครงสร้างของสมอง จะถูกพัฒนาสูงสุดเมื่ออายุ 15 ปี โดยจะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือสรุปเหตุผล อย่างเป็นระบบ ทำให้เด็กสามารถที่จะพัฒนาในการให้เหตุผล

2.2.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

การให้เหตุผลเป็นการอ้างหลักฐานเพื่อต้องการยืนยันในสิ่งที่ต้องการพิสูจน์หรือสิ่งที่เกิดขึ้นภายหลังหรือข้อสรุปว่าเป็นความจริง โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ช่วยในการยืนยัน (ทิพย์วัลย์ สัจจันทร์และคณะ, 2546, หน้า 80) การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผล เป็นสิ่งสำคัญการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้น สามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ด้วย (กรมวิชาการ, 2544, หน้า 198)

สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (2000, อ้างอิงใน คงรัฐ นวลแปง, 2547) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นควรให้ผู้เรียนฝึกพูดหรือเขียนเพื่อแสดงความคิดหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง รู้จักการคาดการณ์ หรือคาดเดาคำตอบ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไปได้สมเหตุสมผล รวมถึงได้ฝึกการใช้ความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในการสรุปข้อเท็จจริงใหม่โดยการใช้วิธีการให้เหตุผลต่าง ๆ

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิด และให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ และองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักให้เหตุผลมีดังนี้ (วราภรณ์ มีหนัก, 2545, หน้า 61)

1. ผู้สอนควรให้ผู้เรียนพบเห็นโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิด และให้เหตุผลในการหาคำตอบได้
2. ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีโอกาส และเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกันสรุป แล้วผู้สอนช่วยสรุป และชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ มีข้อบกพร่องที่何在อย่างไร นอกจากนี้ ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบ และแสดงเหตุผลประกอบด้วยคำ ว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด”

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, หน้า 196) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ โดยทั่วไปเข้าใจกันว่าการฝึกให้ผู้รู้จักให้เหตุผลที่ง่ายที่สุดคือ การฝึกจากการเรียนเรขาคณิตตามแบบยูคลิด เพราะมีโจทย์เกี่ยวกับการให้เหตุผลมากมายมีทั้งการให้เหตุผลอย่างง่าย ปานกลาง และยาก แต่จริงแล้วการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด และให้เหตุผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ด้วย ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ ควรเป็นปัญหาปลายเปิด (open-ended problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดง ความคิดเห็น หรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

สรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนนั้น ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกพูด เขียนแสดงความคิดเห็น และสรุปโดยใช้วิธีการให้เหตุผลต่าง ๆ

2.3 ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม ใช้ข้อความสมการ ศัพท์ที่เป็นสากล บันทึกผลงานทุกขั้นตอน สรุปสาระที่ได้จากการศึกษา เสนอความคิดเห็นที่เหมาะสมกับปัญหา

2.3.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้
เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps, 1994, อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 19 – 20) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมาย ที่สำคัญของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรม ไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเป็นการนำเสนอแนวคิดแลกเปลี่ยนความรู้

กรมวิชาการ (2545, หน้า 62) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำเสนอข้อมูลในรูปแบบ แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง ตาราง กราฟ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 70) ได้ให้ความหมายว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทาง

คณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมาย และนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าความรู้ พร้อมทั้งเสนอความคิดเห็นที่เหมาะสมกับปัญหา

2.3.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการสื่อสาร

ทฤษฎีการวิเคราะห์การติดต่อสื่อสาร เป็นทฤษฎีวิเคราะห์การติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล เพื่อให้บุคคลได้รู้จักบุคลิกภาพของตนเอง และผู้อื่นจะได้เข้าใจพฤติกรรมในการติดต่อสื่อสารของตนเองและผู้อื่น ตลอดจนเกิดแนวคิดในการส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลให้เป็นไปได้ในทางสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของเบิร์น (Berne, 1976 อ้างอิงใน วรณัฐยา ไชยลา, 2550, หน้า 106-112)

สาระสำคัญของทฤษฎีการวิเคราะห์การติดต่อสื่อสารประกอบด้วย 4 เรื่อง คือ

1. บุคลิกภาพส่วนตัวของตนเอง เมื่อบุคคลติดต่อสื่อสารกับผู้อื่นจะแสดงพฤติกรรม ที่สะท้อนถึงบุคลิกภาพส่วนตัว ซึ่งมี 3 แบบ คือ บุคลิกภาพที่วางตนคล้ายบิดามารดา (Parent Ego-State) บุคลิกภาพแบบผู้ใหญ่ (Adult Ego-State) บุคลิกภาพแบบเด็ก (Child Ego-State) ซึ่งในการติดต่อ สื่อสารระหว่างบุคคลจำแนกได้เป็น 2 แบบ คือ

1.1 การติดต่อสื่อสารแบบเป็นมิตร (Completely Transaction) เป็นการติดต่อสื่อสารด้วยภาษาเชิงพฤติกรรมเดียวกัน

1.2 การติดต่อสื่อสารแบบแสดงความขัดแย้ง (Crossed Transaction) เป็นการติดต่อสื่อสารที่แสดงความขัดแย้ง ไม่ร่วมมือกัน และไม่เป็นมิตรต่อกัน เข้าทำนองพูดจาคนละภาษา ทำให้เกิดปัญหาในการสื่อสาร

2. ลักษณะพฤติกรรมการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล (Stroking) ลักษณะพฤติกรรมการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล หมายถึง พฤติกรรมที่บุคคลแสดงปฏิสัมพันธ์ต่อกัน อันมีผลกระทบต่อ ร่างกายจิตใจ พฤติกรรม ดังกล่าวจำแนกเป็น 5 ประเภท คือ

2.1 พฤติกรรมที่ส่งผลทางบวก (Positive Strokes) เป็นพฤติกรรมที่จัดว่าเป็นพฤติกรรมที่ดีทำให้ผู้รับการสื่อสารรู้สึกพอใจ ดีใจ และภาคภูมิใจ

2.2 พฤติกรรมที่ส่งผลทางลบ (Negative Strokes) เป็นพฤติกรรมที่ไม่ดี ทำให้ผู้รับการสื่อสารเกิดอารมณ์โกรธ อับอาย และกำลังใจถดถอย

2.3 พฤติกรรมที่ให้อย่างมีเงื่อนไข (Conditional Strokes) เป็นพฤติกรรมที่ผู้รับสารได้ข้อเสนอดังกล่าวอย่างมีเงื่อนไข

2.4 พฤติกรรมหลอกลวง (Plastic Strokes) เป็นพฤติกรรมที่ขาดความจริงใจต่อกันทำให้เกิดปัญหาที่มาจากพฤติกรรมที่หลอกลวง ย่อมทำให้เกิดความโกรธ และความไม่พึงพอใจต่อกัน

2.5 พฤติกรรมที่เป็นพิธีการ (Ritual Strokes) เป็นพฤติกรรมที่ประพฤติปฏิบัติตามวัฒนธรรม และประเพณีของสังคม เช่น การไหว้ การทักทาย ปราศรัยของบุคคลที่พบกัน ในโอกาสต่าง ๆ พฤติกรรมดังกล่าวย่อมจะทำให้เกิดความพอใจต่อกัน

3. จุดยืนแห่งชีวิต (Life Position) เป็นการแสดงท่าทางของบุคคลหนึ่ง ๆ ต่อบุคคลอื่น โดยสะสมประสบการณ์จากกระบวนการทางสังคมประกิตในวัยเด็กจนถึงปัจจุบัน ทำให้เกิดเจตคติหรือท่าทีเชิงบวกหรือลบ ต่อบุคคลในลักษณะที่คล้ายกับจุดยืนของบุคคลว่า ในสถานการณ์หนึ่งของสังคมซึ่งประกอบด้วยตนเองกับผู้อื่นนั้น ตนเองจะอยู่ฝ่ายของตนเองหรือจะเข้ากับฝ่ายของผู้อื่น โดยทั่วไปบุคคลจะมีเจตคติตนเองหรือผู้อื่นแบบใดแบบหนึ่งใน 4 แบบนี้

3.1 ฉันดี แต่คุณเลว (I'm O.K. but you're not O.K.) เป็นการเปรียบเทียบตนเองกับผู้อื่นว่าตนเองเป็นคนดี แต่ผู้อื่นเป็นคนเลว จึงชอบยกตนข่มท่าน หรือกล่าวโทษผู้อื่นเสมอๆ

3.2 ฉันดี และคุณก็ดีด้วย (I'm O.K. but you're O.K.) เป็นการเปรียบเทียบตนเองกับผู้อื่นว่า ตนเองเป็นคนดีและผู้อื่นก็เป็นคนดีด้วย เราจึงคบกันได้

3.3 ฉันเลว แต่คุณดี (I'm not O.K. but you're O.K.) เป็นการเปรียบเทียบตนเองกับผู้อื่นว่าตนเองเป็นคนเลว แต่ผู้อื่นเป็นคนดี เราไม่คู่ควรกัน

3.4 ฉันเลว และคุณก็เลวด้วย (I'm not O.K. but you're not O.K.) เป็นการเปรียบเทียบตนเองกับผู้อื่นว่า ตนเองเป็นคนเลว และผู้อื่นก็เป็นคนเลวด้วย

4. บทบาทตามเกม (Games)

มนุษย์เราอยู่ในสังคมโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคโลกาภิวัตน์ที่การสื่อสารของโลกทันสมัยรวดเร็ว มีทั้งระบบดาวเทียม คอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ต ทำให้เราเข้าใจในเพื่อนมนุษย์ซึ่งอยู่ทั่วทุกมุมโลกมากยิ่งขึ้น

2.3.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

เป้าหมายของการพัฒนาความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร คือมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ทักษะ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ และใช้ความรู้ ทักษะ และความสามารถเหล่านั้นในการสื่อสารแนวคิด ในกิจกรรมที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายดังกล่าว สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989, อ้างอิงใน วรวิญญา ไชยลา, 2540, หน้า 45-46) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนาว่า ควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ ในกิจกรรมการสืบค้น การสืบเสาะ การพรรณนา และการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารโดยการอ่าน การพูด และแสดงแนวคิด ควรจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนในชั้นได้มีโอกาสมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนเชื่อให้บุคคลอื่น เห็นด้วยกับแนวคิดของตนเองจะเป็นการฝึกทั้งการพูด และการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ และทำให้เกิด ความเข้าใจชัดเจนในแนวคิดของตนเอง ดังนั้น การพูด การอ่าน การเขียน และการแสดงแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ เป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาทักษะการสื่อสาร

โรแวน และมอร์โรว์ (Rowan; & Morrow, 1993, อ้างอิงใน เครีมาส คำเขียน, 2554, หน้า 23) ได้เสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร ดังนี้

1. การใช้สื่ออุปกรณ์ (Physical Materials)
2. การใช้ความสนใจ และความสัมพันธ์ของหัวข้อทางการเรียน เช่น การสำรวจโครงงาน และงานที่เกี่ยวข้องกับความสนใจของนักเรียนซึ่งเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง และกิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน จะทำให้การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

3. การใช้คำถามปลายเปิด (Open - Ended) เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดจะเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และการคิดอย่างสร้างสรรค์ การส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารรวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามกับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสงสัย

4. การเขียนสื่อสารแนวความคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกฝนเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนเป็น นั่นคือ เป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน

Morgan (1999, อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 24) ได้กล่าวว่า การเรียนคณิตศาสตร์ก็เปรียบเสมือน การเรียนภาษาต่างประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากคณิตศาสตร์มีรูปแบบและแนวทางที่เฉพาะเจาะจง ในการใช้ภาษาคำศัพท์ สัญลักษณ์ รวมถึงการพัฒนาคำใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้หรือบางคำก็เป็นคำที่ใช้ ในชีวิตประจำวัน แต่ปรับใหม่มีความหมายใหม่ในเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจทำให้เกิดความสับสนกับนักเรียนได้ ดังนั้น ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงความคิดเห็นของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจและใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารได้อย่างถูกต้อง

การจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอมีแนวทางในการดำเนินการ (กรมวิชาการ, 2544, หน้า 201) ดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจ และเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ

สรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ควรจัดกิจกรรมการเรียนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน โดยเน้นการพูด ฟัง อ่าน เขียน และเสนอแนวคิดในลักษณะต่างๆ อย่างหลากหลาย

2.4 ความสามารถในการเชื่อมโยง เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น สรุปสาระสำคัญ

2.4.1 ความหมายของการเชื่อมโยง (Connections)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991. อ้างอิงใน สมบัติแสงทองคำสุก, 2545, หน้า 33) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

2.4.1.1 การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กัน ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจถึง

ความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียนมีความหมาย

2.4.1.2 การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้ โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และตรงกับสภาพชีวิตจริง

ดอสเซย์ และคนอื่น ๆ (Dossey; & other, 2002. อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 25) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สร้างขึ้นได้ทันทีขณะเกิดการเรียนรู้โดยสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

เทิดเกียรติ วงศ์สมบุญ (2547, หน้า 6) กล่าวว่าความสามารถในการเชื่อมโยงหมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหา สถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น โดยเห็นเชื่อมโยงเนื้อหาในคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตจริง

ปาจารย์ ไทงาม (2549, หน้า 18) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วยพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิง ประยุกต์ใช้ความรู้ เนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ โดย นำความรู้ที่เรียนมาไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนด

2. ความสามารถในการนำความรู้หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในวิชาอื่น เป็นความสามารถในการตีความโจทย์ปัญหา ให้ทราบว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร เพื่อเลือกใช้ความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหา

3. ความสามารถในการนำความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทางคณิตศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

จริยาดี ชูวงศ์ศิริกุล (2550, หน้า 21) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะกระบวนการ การเชื่อมโยงความรู้ ดังนี้ เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ มโนทัศน์ที่ซับซ้อน และสรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียน ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ วิธีการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์วิชาอื่น ๆ หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.4.2 คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยง

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps, 1994, อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 26) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ นักเรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม ได้แก่ รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ และมโนคติกับกระบวนการรวมเนื้อหา และวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้าง การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง การเชื่อมโยงควรสร้างให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในระหว่างการเรียนรู้การสอน คือ ให้นักเรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรมแล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ แผนผัง กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ กับชีวิตจริง เกิดขึ้นได้มากมาย โดยผู้สอนสามารถให้นักเรียนปฏิบัติงานที่จะเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์สังคมศึกษา ศิลปะ คหกรรม และกิจกรรมในวิชาต่าง ๆ

เคนเนดี และทิปส์ ได้ยกตัวอย่างที่แสดงถึงวิธีที่ครูสามารถทำการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ และสังเขปรอบตัว ดังนี้

1. คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เช่น การวัดพื้นที่กอนุภูมิภาค การวัดความเร็วลมแรงดันอากาศ การส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์ การโคจรของดาวเคราะห์ การกำหนดมาตราส่วนและการสร้างแบบจำลองของระบบสุริยะจักรวาล
2. คณิตศาสตร์กับสังคมศึกษา เช่น นาฬิกาหน้า นาฬิกาทราย การสร้างพีระมิดในอียิปต์ การศึกษาการออกแบบพรม ถ้วยชาม และตะกร้าที่ใช้หลักสมมาตรและทรงลูกบาศก์

การแบ่งแยกอาชีพที่มีเครื่องแบบ และไม่มีเครื่องแบบ เช่น นักวิจัย บริกร คนงานโรงงาน ทหาร และ
 ปศุสัตว์ การเปรียบเทียบส่วนที่สูงที่สุด และต่ำที่สุด

3. คณิตศาสตร์กับศิลปะ เช่น การวัดระยะของกระดาษเพื่อติดขอบผนัง การ
 กำหนดมาตราส่วนของฉากละคร การวาดภาพทิวทัศน์ต่าง ๆ

4. คณิตศาสตร์กับสุขศึกษา เช่น การวัดความสูงของนักเรียน การบันทึกผลในรูป
 ตาราง และกราฟ การหาปริมาณแคลอรีจากการอ่านฉลากข้อมูลโภชนาการข้างกล่องผลิตภัณฑ์
 การวัดระดับคอเลสเทอรอล

5. คณิตศาสตร์กับการอ่าน และศิลปะทางภาษา เช่น การหารูปแบบของคำ
 การแยกประเภทของคำ การวิจัยรากศัพท์ของภาษาคณิตศาสตร์ การวิจัยและเขียนเรื่องราวของนัก
 คณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง การวิเคราะห์ ข้อความเพื่อบอกจำนวนพยัญชนะ

6. คณิตศาสตร์กับการศึกษาทางกายภาพ เช่น การนับจำนวนรอบ ของการ
 กระโดดเชือก การจัดวางพื้นที่ของการเล่น การจับเวลาระหว่างการแข่งขัน

ดอสเซย์ และคนอื่น ๆ (Dossey, et al., 2002, อ้างอิงใน เครื่องมาส คำเขียน, 2554,
 หน้า 26) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า นักเรียนที่สามารถ
 เชื่อมโยงมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น
 การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำนายการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์
 ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ในการแก้ปัญหา มโนคติ หรือเนื้อหา ในวิชา
 คณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยง ช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เราเคยแยก
 คณิตศาสตร์เป็นวิชาย่อย ๆ เช่น เรียน Pre-Algebra แล้วค่อยมาเรียนพีชคณิต และเรขาคณิต
 ตามลำดับ ทำให้นักเรียนมองวิชาคณิตศาสตร์ไม่สัมพันธ์กัน แม้ว่าคอร์สก่อนหน้าจะเป็นพื้นฐาน
 ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ระดับสูงก็ตาม การแยกเนื้อหาออกจากกันทำให้นักเรียนไม่สามารถ
 สร้างการเชื่อมโยงที่ทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ การเรียนที่เน้นการเชื่อมโยงจะทำให้
 นักเรียนมีรากฐานที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะ/กระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้
 ฝึกฝนทักษะและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเพราะการที่นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงทาง
 คณิตศาสตร์ จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์
 อื่น ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น ตลอดจนช่วยให้นักเรียน
 เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้
 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, หน้า 98)

สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำนากายการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ ช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ และมีรากฐานที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป

2.4.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2544, หน้า 200-202) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อขั้นนั้น จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้ในเรื่องเซตในการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่าง ๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน นอกจากนี้การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ในเรื่องการเงิน การคิด ดอกเบี้ยเงินต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลัง และผลบวกของอนุกรมในทางศิลปะ และการออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต

วรภรณ์ มีหนัก (2545, หน้า 35) ได้นำเสนอเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้ และทักษะ/กระบวนการที่มีเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น อย่างสมเหตุสมผล

สรุปได้ว่า แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมหรือสอดแทรกสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ไปใช้ในเนื้อหาใหม่ และให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง

2.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใช้ความรู้หรือมโนทัศน์เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ สร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้

2.5.1 ความหมายของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967. อ้างอิงใน เครือมาศ คำเขียน, 2554, หน้า 29) มีความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิด เอนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดไว้วางไกล ลักษณะความคิดเอนกนัยไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จลักษณะของความคิดแบบเอนกนัย ประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นลักษณะความคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคุ้นเคยหรือความคิดพื้น ๆ เป็นความคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกที่แตกต่างจากความคิดพื้น ๆ ที่มีอยู่เดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดมาก่อน โดยอาจแสดงออกในลักษณะทางกระบวนการคิด หรือลักษณะทางผลผลิตซึ่งในบางครั้งความคิดริเริ่มอาจไม่ใช่สิ่งใหม่ซึ่งไม่เคยปรากฏมาก่อน แต่เป็นการประยุกต์ดัดแปลงให้ดีขึ้นให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งสิ่งประดิษฐ์ส่วนใหญ่ล้วนอาศัยแนวทางการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจะต้องมีกล้าคิดนอกกรอบกล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตน และบ่อยครั้งที่ต้องอาศัยความคิดจินตนาการในการประยุกต์ กล่าวคือ ต้องคิดสร้าง และหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย ดังเช่น นักคณิตศาสตร์ที่สร้างสรรค์ผลงานออกมาให้คนรุ่นต่อ ๆ มาได้ศึกษา เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ๆ เช่น วิชาแคลคูลัส ทฤษฎีเกม และการวิจัยดำเนินการซึ่งเป็นวิทยาการที่มีประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติ ทำให้เกิดการพัฒนา และสร้างความเจริญให้แก่โลกสืบต่อ ๆ มาสำหรับความคิดริเริ่มที่ดี ความคิดจินตนาการ และความพยายามที่จะสร้างผลงานควรเป็นสิ่งคู่กัน

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการผลิตความคิดที่แตกต่าง และหลากหลายภายใต้กรอบจำกัดของเวลา อันนำไปสู่ความคิดอย่างมีคุณภาพเพื่อการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ การคิดให้ได้คำตอบจำนวนมากที่ต่างกันอย่างหรือวิธีที่หลากหลายเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจ และความคล่องแคล่วของสมองของนักเรียนที่จะกลั่นเอาคำตอบของปัญหาออกมา ซึ่งกิลฟอร์ดเชื่อว่า ผู้ที่มีความคิดคล่องมากจะมีโอกาสสร้างคำตอบที่แปลก และเจียบคมได้มากกว่าผู้ที่มีความคิดคล่องน้อยกว่า

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์คิดนอกกรอบของความคิดที่ไม่อยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือความคุ้นเคยเดิม ความยืดหยุ่นทำให้สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมใหม่ ๆ เป็นความคิดพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดยืดหยุ่นเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป

4. ความละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการคิดตกแต่งในรายละเอียดอย่างลุ่มลึกหลายแง่มุมของแต่ละคำตอบของปัญหา เพื่อขยายความคิดหลักให้ครบถ้วน สมบูรณ์ ซึ่งความคิดละเอียดลออขึ้นนี้จะสัมพันธ์กับความสามารถในการสังเกต ไม่ละเลยในรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ

ธนพัชร แก้วปฏิมา (2547. อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 30) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการคิดเชิงสังเคราะห์ข้อมูลจากประสบการณ์ ในประเด็นการหาทางเลือกหรือหาทางออกของการตัดสินใจ และแก้ปัญหาเกี่ยวกับสื่อเทคโนโลยี และสารสนเทศด้วยมุมมองที่หลากหลาย ตลอดจนสามารถคาดการณ์ ผลกระทบอันเกิดจากทางเลือกนั้น เพื่อหาทางแก้ไขเป็นความสามารถในการคิดอย่างยืดหยุ่นหากต้องเจอสถานการณ์ที่ไม่พึงปรารถนา

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นความคิดแบบเอนกนัย ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ

2.5.2 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process)

เมื่อบุคคลเกิดปัญหาหรือต้องใช้กระบวนการคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ สมองก็จะทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อแก้ปัญหานั้น ๆ ได้สำเร็จ (อารี พันธุ์ณี, 2545, หน้า 6) กระบวนการคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของความรู้สึ่วิถีต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไป แล้วจึงรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานขึ้น ต่อจากนั้นก็ทำการรวบรวม ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น และขั้นต่อไปจึงเป็นการรายงานผลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐานเพื่อเป็นแนวคิด และแนวทางใหม่ต่อไป (Torrance, 1965. อ้างอิงใน เครือมาส คำเขียน, 2554, หน้า 30) ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง และทอแรนซ์ เรียกกระบวนการลักษณะนี้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หรือ “The Creative ProblemSolving Process” ซึ่งมีกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นพบความจริง (Fact - Finding) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึกกังวลใจ สับสน วุ่นวาย (Mess) แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จากจุดนี้ก็พยายามตั้งสติและพิจารณา ดูว่าความวุ่นวาย สับสน หรือสิ่งที่ทำให้กังวลใจนั้นคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem - Finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว จึงสรุปว่า ความกังวลใจ ความสับสนวุ่นวายใจนั้น ก็คือการมีปัญหา เกิดขึ้นนั่นเอง

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea - Finding) ขั้นนี้เมื่อรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้นแล้วก็ พยายามคิด และตั้งสมมติฐานขึ้น และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution - Finding) ขั้นนี้เป็นการค้นพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐานในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance - Finding) ขั้นนี้เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไร และต่อจากจุดนี้ การแก้ปัญหาหรือการค้นพบจะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ (New Challenges) ต่อไป

จากขั้นตอนที่กล่าวข้างต้นจะเห็นว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์คล้ายคลึงกับ กระบวนการแก้ปัญหาแต่มีความแตกต่างกันคือ กระบวนการแก้ปัญหามีวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้อย่าง ชัดเจนส่วนกระบวนการคิดสร้างสรรค์บุคคลจำเป็นจะต้องรู้จักใช้จินตนาการ ถ้าขาดการ จินตนาการแล้วบุคคลจะไม่สามารถแก้ปัญหาทางความคิดสร้างสรรค์ได้

สรุปได้ว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการที่ไวต่อปัญหา หรือสิ่งที่ บกพร่องขาดหายไป ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

2.5.3 แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

บรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้แก่การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำแนะนำ ปรีกษาของครูผู้สอน การแก้ปัญหาควรจัดในลักษณะร่วมกันคิดแก้ปัญหา อภิปรายร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอ แนวคิดที่หลากหลาย ปัญหาปลายเปิดนับเป็นปัญหาที่ช่วยสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน และครูต้องยอมรับแนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลายของผู้เรียน นอกจากนี้การเปิดโอกาส ให้ผู้เรียนคิดสร้างปัญหาขึ้นเองโดยให้มีโครงสร้างของปัญหาล้ำกับปัญหาเดิมที่ผู้เรียน

สรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ต้องจัดการเรียนรู้ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดความรู้ มีทักษะ และกระบวนการ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยผู้สอนจะต้องบูรณาการเนื้อหาวิชา และทักษะกระบวนการเข้าด้วยกันตลอดจน จัดกิจกรรมเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

การหาประสิทธิภาพของสื่อ

เมื่อได้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ก่อนนำไปใช้จะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่า สื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อหรือสื่อหรือชุดการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาคุณภาพ เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520, หน้า 135 – 143)

1. ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

1.1 ความหมายของประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานหรือความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output)

1.2 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จึงหมายถึงการหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing”

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing”

Developmental Testing คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอนคือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) ไปและทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3

ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

การทดลองประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็น การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

การทดลองประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็น อย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development-R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดลองประสิทธิภาพเบื้องต้น และอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้เพื่อประกันคุณภาพของสถาบันการศึกษาทางไกลนานาชาติ

2. ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

2.1 สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อหรือชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง

2.2 สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอน สื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทน ครู (อาทิ ในโรงเรียนครูคนเดียว) ดังนั้น ก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.3 สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อหรือชุดการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิต มีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

3. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

3.1 ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือ พฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้

การตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ ถูกต้อง

อันเนื่องมาจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือ พฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความ คลาดเคลื่อน ต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หาก ได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งใน ภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

3.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไป สอนนักเรียน และคุ้มแก่การลงทุนผลิต ออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภทคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนด ค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพ เป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

3.2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่ง ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบ กิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่ มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

3.2.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของ ผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบได้

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยน พฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80%

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิทย์พิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain)

ในขอบข่ายวิทย์พิสัย (เดิมเรียกว่า พุทธิพิสัย) เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมาก็คือ 90/90 85/85 80/80

ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึง เกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำ ลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ ไม่ต่ำ กว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น

4. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

การคำนวณหาประสิทธิภาพ คือ การหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งมีแนวทางการคำนวณ ดังนี้

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

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

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพกระบวนการ
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพผลลัพธ์
	$\sum x$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์

$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน
B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย
N	แทน	จำนวนผู้เรียน

ประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

5. การยอมรับประสิทธิภาพ (ออนไลน์)

1. สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1 / E_2 ไว้ แล้วได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบที่เรียนสำเร็จรูปได้ 95/95

2. เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1 / E_2 ไว้ แล้วได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้พอดี เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบที่เรียนสำเร็จรูปได้ 90/90

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1 / E_2 ไว้ แล้วได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไม่เกิน $\pm 2.5\%$

6. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้วต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

ก. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าหงาย หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรม หรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม นี้นั้น E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

ข. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6 – 10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าหงาย หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการ

เรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วยให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้นคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70 / 70

ค. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าองุ่น หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้ว ให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปรกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพ เกณฑ์สามครั้ง ด้วยเหตุนี้ ชั้นทดสอบประสิทธิภาพ ภาคสนามจึงแทนด้วย 1:100

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์ จะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่า ชุดการสอนไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หรือจะลดเกณฑ์ลงเพราะ “ถอดใจ” หรือยอมแพ้ไม่ได้

หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

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

ตัวอย่าง เมื่อทดสอบหาประสิทธิภาพแล้วได้ 83.5/85.4 ก็แสดงว่าสื่อหรือชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ 83.5/85.4 ใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ แต่ ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ 75/75 เมื่อผลการทดสอบประสิทธิภาพเป็น 83.5/85.4 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85/85 ได้

ความพึงพอใจ

1. ความหมาย

ความพึงพอใจ หรือความพอใจ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า "Satisfaction" ได้มีนักวิชาการให้ความหมายของความพึงพอใจ ไว้หลายประการ พอสรุปได้ดังนี้

ธनिया ปัญญาแก้ว (2541, หน้า 12) ได้ให้ความหมายว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความพึงพอใจที่เกี่ยวกับลักษณะของงาน ปัจจัยเหล่านี้นำไปสู่ความพอใจในงานที่ทำ ได้แก่ ความสำเร็จ การยกย่อง ลักษณะงาน ความรับผิดชอบ และความก้าวหน้า เมื่อปัจจัยเหล่านี้อยู่ต่ำกว่า จะทำให้เกิดความไม่พอใจงานที่ทำ ถ้าหากงานให้ความก้าวหน้า ความท้าทาย ความรับผิดชอบ ความสำเร็จ และการยกย่องแก่ผู้ปฏิบัติงานแล้ว พวกเขาจะพอใจและมีแรงจูงใจในการทำงานเป็นอย่างมาก

วิทย์ เทียงบุญธรรม (2541, หน้า 754) ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า หมายถึง ความพอใจ การทำให้พอใจ ความสนใจ ความสนใจ ความสนใจ ความสนใจ การชดเชย การไถ่บาปการแก้แค้นสิ่งที่ชดเชย

วิรุฬห์ พรหมเทวี (2542, หน้า 11) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหวังกับสิ่งหนึ่ง สิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดี จะมีความพึงพอใจมากแต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง เมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนตั้งใจไว้ว่าจะมีมากหรือน้อย

จากความหมายของความพึงพอใจที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกในทางบวก ความชอบ ความประทับใจในสิ่งนั้นๆ

2. การวัดความพึงพอใจ

ความพึงพอใจมีผลทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงานมีขวัญและกำลังใจ สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน การวัดความพึงพอใจที่จะให้ได้ผลถูกต้องนั้นเป็นเรื่องยาก เนื่องจากความพึงพอใจของบุคคลนั้นแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง แต่การวัดความพึงพอใจก็สามารถทำได้ โดยให้ผู้ถูกวัดความพึงพอใจบอกถึงกิจกรรม หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เขาชอบ ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธี แนวคิดเกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจ ซึ่งแบ่งการวัดออกเป็นหลายลักษณะ ดังนี้ (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2535, หน้า 155)

1. การแบ่งแบบวัดตามลักษณะข้อคำถาม

1.1 แบบสำรวจแบบปรนัย (Objective Surveys) เป็นแบบวัดที่มีคำถาม และคำตอบให้เลือกตอบ โดยที่ผู้ตอบเลือกคำตอบตามความคิดเห็นและความรู้สึก ข้อมูลที่ได้รับสามารถวิเคราะห์ด้วยเชิงประมาถ

1.2 แบบสำรวจเชิงพรรณนา (Descriptive Surveys) เป็นแบบสอบถามที่ผู้ตอบ ตอบด้วยคำพูด และข้อเขียน เป็นแบบสัมภาษณ์หรือคำถามปลายเปิดให้ผู้ตอบมีอิสระในการตอบคำถาม ข้อมูลที่ได้รับจะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ

2. การแบ่งแบบวัดตามคุณลักษณะของงาน

2.1 แบบวัดความพึงพอใจงานทั่วไป เป็นแบบวัดที่วัดความพึงพอใจของบุคคลที่มีความพึงพอใจกับงานที่ทำอยู่ในหน่วยงาน

2.2 แบบวัดความพึงพอใจเฉพาะเกี่ยวกับงาน ลักษณะของแบบวัดนี้เป็นการวัดความพึงพอใจในงานในแต่ละด้าน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรสวรรค์ ฉิมชาติ (2550, บทคัดย่อ) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

สุธาวัลย์ สมานหมู่ (2554, บทคัดย่อ) การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนจากการเรียนแบบผสมผสาน พบว่าความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากเขียนสรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยและเปรียบเทียบผลการทดลองกับงานของผู้อื่น

สวลี มุลวนิชย์ (2555, บทคัดย่อ) พบว่า นักเรียนมีความพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ วิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย เรื่อง การออกแบบระบบเครือข่ายและเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อยู่ในระดับมาก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่องลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีการดำเนินการตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. วิธีดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 73 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยวิธีเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ แบ่งเครื่องมือที่ใช้เป็น 2 ส่วน คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2 บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยเครื่องมือ จำนวน 3 ฉบับ

2.1 ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปรนัยแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

2.2 ฉบับที่ 2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้ศึกษาค้นคว้าคัดเลือกจากแบบทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ปี 2549 – 2554 ใช้วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบ จำนวน 18 ข้อ แบ่งเป็น

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	5 ข้อ
ความสามารถในการให้เหตุผล	3 ข้อ
ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	3 ข้อ
ความสามารถในการเชื่อมโยง	4 ข้อ
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	3 ข้อ

(รายละเอียดในภาคผนวก ค)

2.3 ฉบับที่ 3 แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับนักเรียนที่มีต่อบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่องลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert method) จำนวน 10 ข้อ

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. **แผนการจัดการเรียนรู้** สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน กับ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนผ่านเว็บ เรื่องลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวม 18 ชั่วโมง (รายละเอียดภาคผนวก ข)

1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ศึกษาคู่มือการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคู่มือครูของกระทรวงศึกษาธิการ

1.2 กำหนดโครงสร้างการเรียนรู้แบบผสมผสาน แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยโครงสร้างประกอบด้วย เนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้ รูปแบบการสอน และเวลา

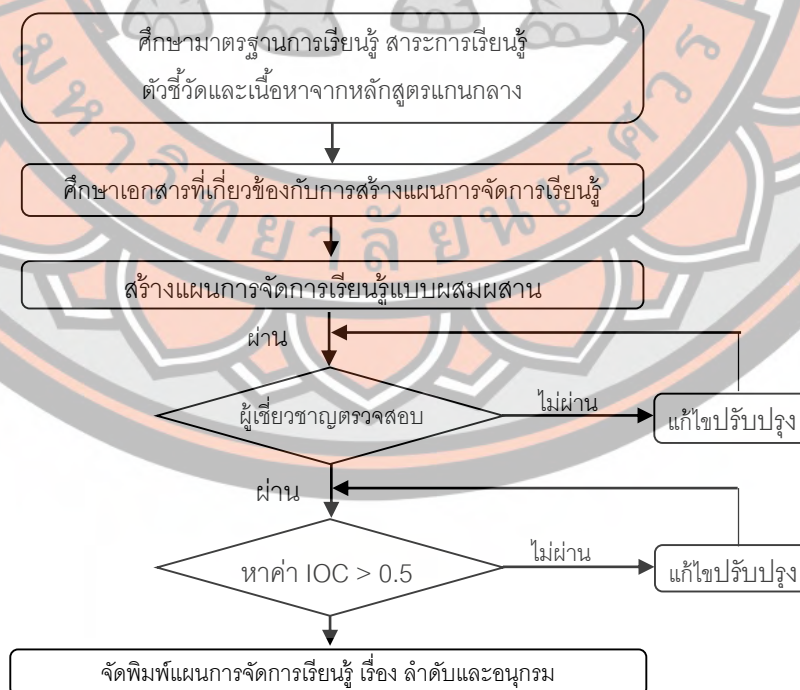
1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง

1.4 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนมาเป็นระยะเวลาานจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา กับหลักสูตร (IOC) โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา กำหนดคะแนนการพิจารณา ดังนี้

- + 1 แน่ใจว่าสอดคล้อง
- 0 ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง
- 1 แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

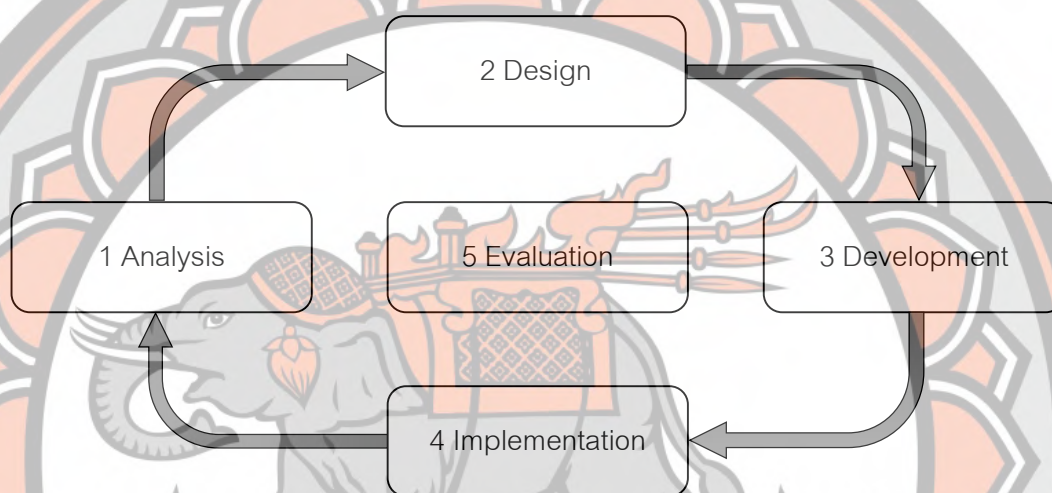
1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย



ภาพ 1 แสดงขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

2. การสร้างบทเรียนผ่านเว็บ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1 ศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ศึกษาแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเว็บ ตามขั้นตอนการออกแบบ ADDIE Model (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2552, หน้า 118 – 120) ซึ่งมีขั้นตอนการออกแบบ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย



ภาพ 2 แสดงหลักการออกแบบ ADDIE MODEL

1. **ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)** ขั้นตอนการวิเคราะห์เป็นรากฐานสำหรับขั้นตอนการออกแบบการสอนขั้นตอนอื่นๆ ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ศึกษาคู่มือการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคู่มือครูของกระทรวงศึกษาธิการ

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดโครงเรื่อง เนื้อหาของบทเรียน โดยผู้ศึกษาแบ่งบทเรียนออกเป็น 5 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 ลำดับ

หน่วยที่ 2 ลำดับเลขคณิต

หน่วยที่ 3 ลำดับเรขาคณิต

หน่วยที่ 4 อนุกรมเลขคณิต

หน่วยที่ 5 อนุกรมเรขาคณิต

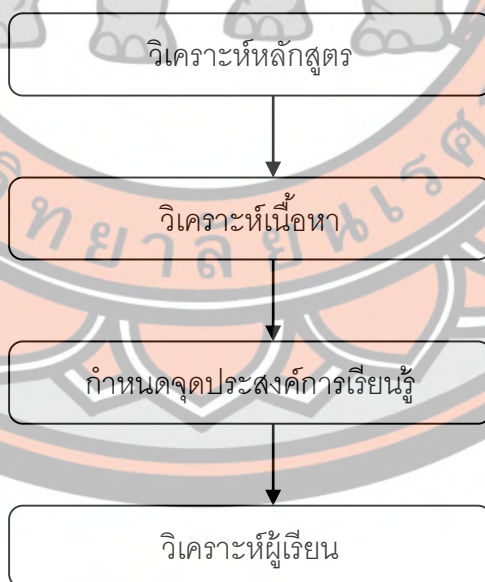
1.3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์หลักสูตรให้สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (รายละเอียดภาคผนวก ค)

1.4 การวิเคราะห์ผู้เรียน โดยมีหลักการวิเคราะห์ผู้เรียนคือ

1.4.1 ธรรมชาติของผู้เรียน ธรรมชาติของผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ทั้งด้าน จิตใจ ร่างกาย อารมณ์ สติปัญญา ความถนัด ความสนใจ ความต้องการ สังคม ความเชื่อ ค่านิยม ซึ่งเป็นผลมาจากสถานะทางครอบครัว เศรษฐกิจ สุขภาพร่างกายของแต่ละคนมีความแตกต่างกัน

1.4.2 ประสบการณ์และพื้นฐานความรู้เดิม เพื่อที่จะทราบพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีความรู้เพียงใด เพื่อที่จะนำไปสู่การจัดกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมแก่ผู้เรียน โดยศึกษาจากผลการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ผ่านมา

1.4.3 วิธีการเรียนรู้ (Learning Style) ของผู้เรียนแต่ละคนแตกต่างกันมีผลต่อการเรียนรู้ เพราะ ผู้เรียนบางคนเรียนรู้ได้ดี ด้วย การฟังคำ อธิบาย การรายงาน ผ่านการทำ กิจกรรมหลากหลาย มีสื่อช่วย คั่นคว้า บางคนชอบฟัง ชอบดู ชอบถาม วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสิ่งที่ครูควรให้ความสำคัญ จำเป็นต้องรู้



ภาพ 3 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis)

2. ขั้นการออกแบบ (Design)

2.1 ออกแบบโครงสร้างของบทเรียน ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) สื่อ กิจกรรม วิธีการนำเสนอ และแบบทดสอบหลังบทเรียน (Post-test)

2.2 ออกแบบเนื้อหา ตามหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชา

2.3 การออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) การออกแบบหน้าจอภาพ หมายถึง การจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ และส่วนประกอบอื่นๆ สิ่งที่ต้องพิจารณามีดังนี้

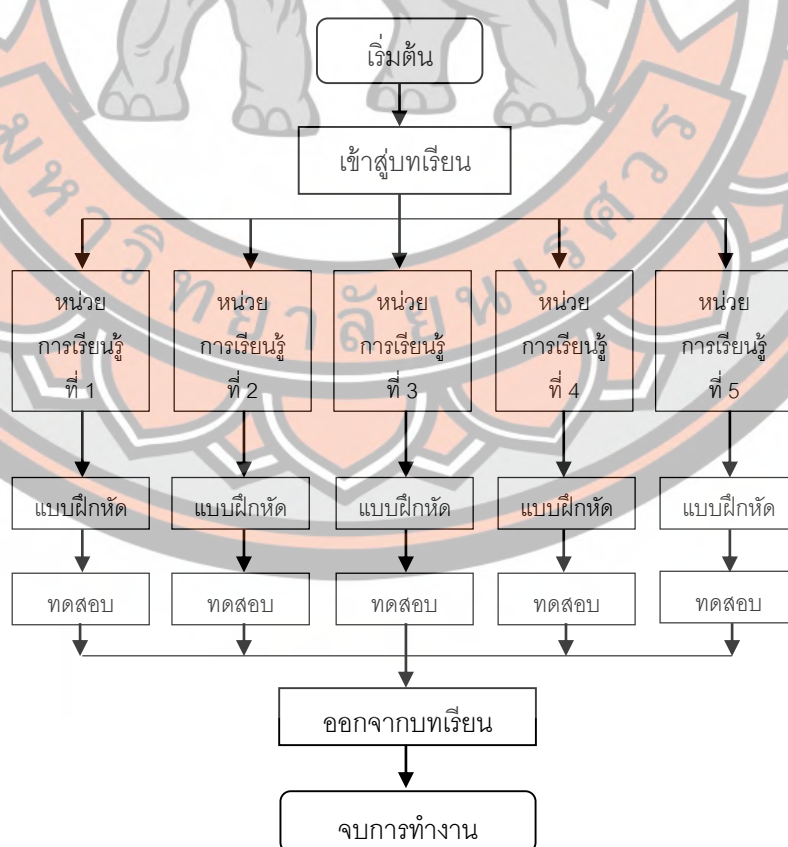
2.3.1 การจัดพื้นที่แต่ละหน้าจอภาพในการนำเสนอ

2.3.2 ออกแบบการเชื่อมโยงของบทเรียน

2.3.4 การเลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษร

2.3.5 การกำหนดสี ได้แก่ สีของตัวอักษร (Font Color) สีของฉากหลัง (Background) สีของส่วนอื่นๆ

2.3.6 การกำหนดส่วนอื่นๆ ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน



ภาพ 4 แสดงการออกแบบ (Design) โครงสร้างของบทเรียน

2.3.7 การออกแบบบทเรียนแบบผสมผสาน สัดส่วน 50 : 50

ตาราง 1 แสดงการออกแบบการจัดการเรียนรู้บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม

คาบเรียนที่	บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	เครื่องมือ	รูปแบบการเรียนการสอน
1	- ทดสอบก่อนเรียน - ปฐมนิเทศ	- ความรู้ขั้นเรียน - ชี้แจงการเรียน	- แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม	ในชั้นเรียน
2	- ศึกษาเรื่องลำดับ - ส่งใบกิจกรรม 1	- สอนโดยวิธีบรรยาย	- ใบความรู้ 1 - ใบกิจกรรม 1	ในชั้นเรียน
3	- ศึกษาผ่านเว็บเรื่องลำดับ - ทำแบบฝึกหัดที่ 1 - ส่งแบบฝึกหัดที่ 1 - สนทนาออนไลน์	- ความรู้ขั้นเรียน - แนะนำการเรียน	- แบบฝึกหัดที่ 1 - ห้องสนทนา	บนเว็บ
4	- ศึกษาผ่านเว็บเรื่องลำดับ - ทำแบบฝึกหัดที่ 2 - ส่งแบบฝึกหัดที่ 2 - ทำแบบทดสอบ - สนทนาออนไลน์	- ความรู้ขั้นเรียน - แนะนำการเรียน	- แบบฝึกหัดที่ 2 - แบบทดสอบ - ห้องสนทนา	บนเว็บ
5	- ศึกษาเรื่องลำดับเลขคณิต - ส่งใบกิจกรรม 2	- สอนโดยวิธีบรรยาย	- ใบความรู้ 2 - ใบกิจกรรม 2	ในชั้นเรียน
6	- ศึกษาผ่านเว็บเรื่องลำดับเลขคณิต - ทำแบบฝึกหัดที่ 3 - ส่งแบบฝึกหัดที่ 3 - สนทนาออนไลน์	- ความรู้ขั้นเรียน - แนะนำการเรียน	- แบบฝึกหัดที่ 3 - ห้องสนทนา	บนเว็บ
7	- ศึกษาเรื่องลำดับเลขคณิต - ส่งใบกิจกรรม 3	- สอนโดยวิธีบรรยาย	- ใบความรู้ 3 - ใบกิจกรรม 3	ในชั้นเรียน
8	- ศึกษาผ่านเว็บเรื่องลำดับเลขคณิต - ทำแบบฝึกหัดที่ 4 - ส่งแบบฝึกหัดที่ 4 - ทำแบบทดสอบ - สนทนาออนไลน์	- ความรู้ขั้นเรียน - แนะนำการเรียน	- แบบฝึกหัดที่ 4 - แบบทดสอบ - ห้องสนทนา	บนเว็บ

คาบเรียนที่	บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	เครื่องมือ	รูปแบบการเรียนการสอน
9	- ศึกษาเรื่องลำดับเรขาคณิต - ส่งใบกิจกรรม 4	- สอนโดยวิธีบรรยาย	- ใบความรู้ 4 - ใบกิจกรรม 4	ในชั้นเรียน
10	- ศึกษาผ่านเว็บเรื่องลำดับเรขาคณิต - ทำแบบฝึกหัดที่ 5 - ส่งแบบฝึกหัดที่ 5 - สนทนาออนไลน์	- ความรู้ชั้นเรียน - แนะนำการเรียน	- แบบฝึกหัดที่ 5 - ห้องสนทนา	บนเว็บ
11	- ศึกษาเรื่องลำดับเรขาคณิต - ส่งใบกิจกรรม 5	- สอนโดยวิธีบรรยาย	- ใบความรู้ 5 - ใบกิจกรรม 5	ในชั้นเรียน
12	- ศึกษาผ่านเว็บเรื่องลำดับเรขาคณิต - ทำแบบฝึกหัดที่ 6 - ส่งแบบฝึกหัดที่ 6 - ทำแบบทดสอบ - สนทนาออนไลน์	- ความรู้ชั้นเรียน - แนะนำการเรียน	- แบบฝึกหัดที่ 6 - แบบทดสอบ - ห้องสนทนา	บนเว็บ
13	- ศึกษาเรื่องอนุกรมเลขคณิต - ส่งใบกิจกรรม 6	- สอนโดยวิธีบรรยาย	- ใบความรู้ 6 - ใบกิจกรรม 6	ในชั้นเรียน
14	- ศึกษาผ่านเว็บเรื่องอนุกรมเลขคณิต - ทำแบบฝึกหัดที่ 7 - ส่งแบบฝึกหัดที่ 7 - สนทนาออนไลน์	- ความรู้ชั้นเรียน - แนะนำการเรียน	- แบบฝึกหัดที่ 7 - ห้องสนทนา	บนเว็บ
15	- ศึกษาผ่านเว็บเรื่องอนุกรมเลขคณิต - ทำแบบฝึกหัดที่ 8 - ส่งแบบฝึกหัดที่ 8 - ทำแบบทดสอบ - สนทนาออนไลน์	- ความรู้ชั้นเรียน - แนะนำการเรียน	- แบบฝึกหัดที่ 8 - แบบทดสอบ - ห้องสนทนา	บนเว็บ
16	- ศึกษาเรื่องอนุกรมเรขาคณิต - ส่งใบกิจกรรม	- สอนโดยวิธีบรรยาย	- ใบความรู้ 7 - ใบกิจกรรม 7	ในชั้นเรียน

คาบเรียนที่	บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	เครื่องมือ	รูปแบบการเรียนการสอน
17	- ศึกษาผ่านเว็บเรื่อง อนุกรมเรขาคณิต - ทำแบบฝึกหัดที่ 9 - ส่งแบบฝึกหัดที่ 9 - ทำแบบทดสอบ - สนทนาออนไลน์	- ควบคุมชั้นเรียน - แนะนำการเรียน	- แบบฝึกหัดที่ 9 - แบบทดสอบ - ห้องสนทนา	บนเว็บ
18	- ทดสอบหลังเรียน	- ควบคุมชั้นเรียน	- แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม	ในชั้นเรียน

3. ขั้นการพัฒนา (Development) (ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรมและผลิตเอกสารประกอบการเรียน) ขั้นตอนการพัฒนาสร้างขึ้นบนขั้นตอนการวิเคราะห์และการออกแบบ จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือ สร้างแผนการสอนและสื่อของบทเรียน ในระหว่างขั้นตอนนี้จะต้องพัฒนาการสอน และสื่อทั้งหมดที่ใช้ในการสอน และเอกสารสนับสนุนต่างๆ สิ่งเหล่านี้อาจจะประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

3.1 การเตรียมการ การเตรียมการ เกี่ยวกับองค์ประกอบดังนี้

3.1.1 การเตรียมข้อความ

3.1.2 การเตรียมภาพ

3.1.3 การเตรียมเสียง

3.1.4 การเตรียมคลิปวิดีโอ

3.2 การสร้างบทเรียน หลังจากได้เตรียมข้อความ ภาพ เสียง และส่วนอื่น เรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการสร้างบทเรียน

3.3 การสร้างเอกสารประกอบการเรียน หลังจากสร้างบทเรียนเสร็จสิ้นแล้ว ในขั้นต่อไปเป็นการตรวจสอบและทดสอบความสมบูรณ์ขั้นต้นของบทเรียน

3.4 เสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเว็บ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแบบของ ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2552, หน้า 126-135) ถ้าได้ค่าเฉลี่ย 3.50 ถึง 5.00 ถือว่าใช้ได้ เกณฑ์การประเมินมีดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น
4.50 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.50 – 4.49	เหมาะสมมาก
2.50 – 3.49	เหมาะสมปานกลาง
1.50 – 2.49	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.49	ยังต้องปรับปรุง

3.5 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

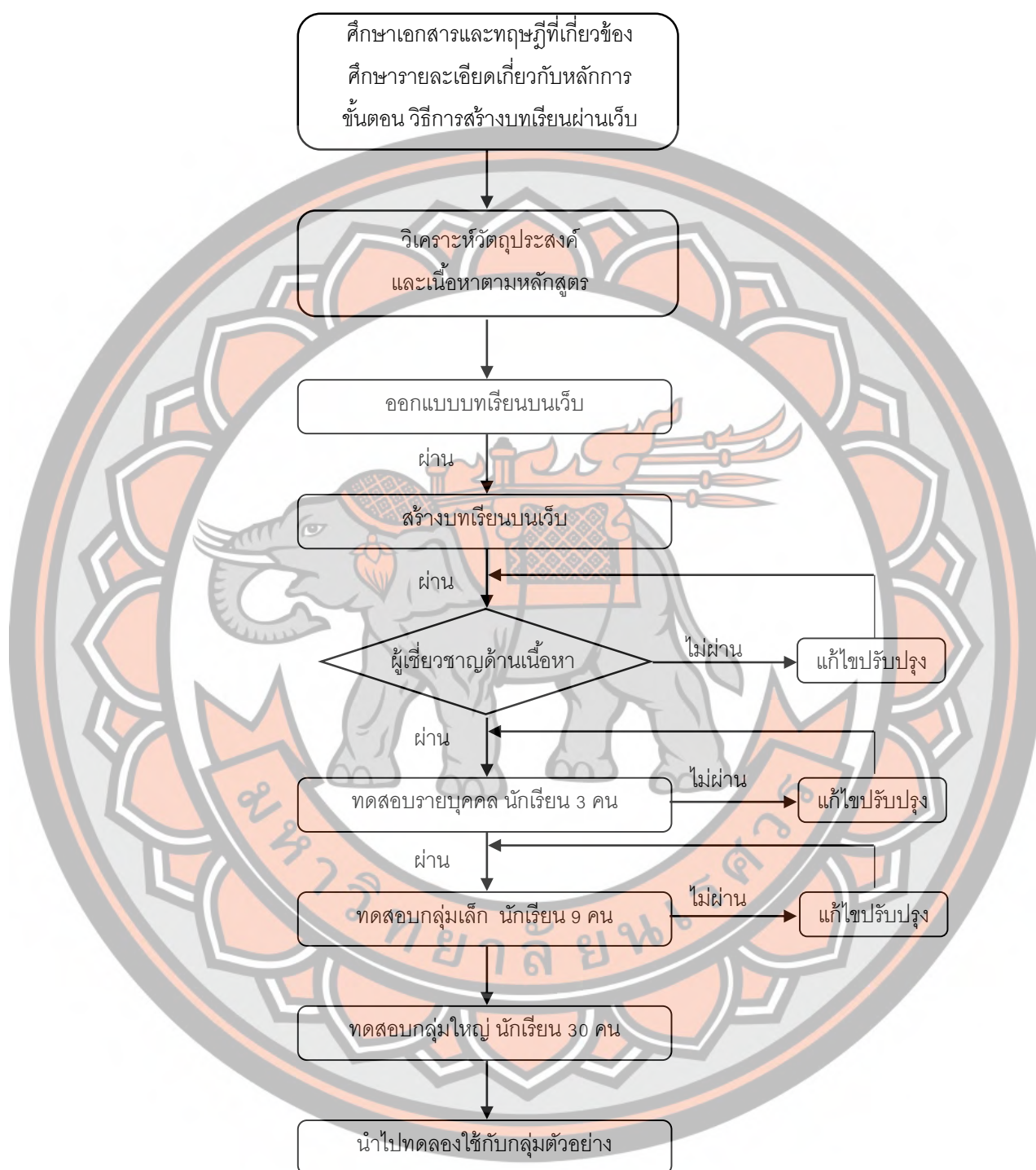
3.6 นำบทเรียนที่แก้ไขแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือ

4. ขั้นการนำไปใช้ (Implementation) การหาประสิทธิภาพของบทเรียน

การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Tryout) นำบทเรียนผ่านเว็บที่สร้างขึ้นไปทดลองหนึ่งต่อหนึ่งกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ที่มีระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อดูความเหมาะสมของการใช้ภาษา สื่ที่ใช้ รูปภาพประกอบ เสียงประกอบ เวลาที่เรียน จากผลการทดลองใช้ พบว่า การใช้ภาษาเข้าใจง่าย นักเรียนชื่นชอบสื่อที่ชอบในบทเรียน เสนอแนะให้มีรูปภาพประกอบมากขึ้น เสียงประกอบมีความชัดเจน เวลาที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม ผู้เรียนให้ความสนใจในบทเรียน กระตือรือร้นที่จะเรียน และเข้าใจจากการเรียน ด้วยบทเรียนบทเว็บ สามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ และแบบทดสอบได้

การทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Tryout) นำบทเรียนผ่านเว็บที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน นักเรียนกลุ่มอ่อน 3 คน กลุ่มปานกลาง 3 คน และกลุ่มเก่ง 3 คน เพื่อหาจุดบกพร่องต่าง ๆ ของบทเรียนผ่านเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเก็บคะแนนระหว่างเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน รวบรวมคะแนนเพื่อนำไปคิดคำนวณหาค่าทางสถิติ จากผลการทดลองพบว่า บทเรียนผ่านเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (E_1/E_2) ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยรวมมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 79.72/79.44 จึงได้นำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นอีกครั้ง

การทดลองภาคสนาม (Field Tryout) นำบทเรียนผ่านเว็บที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน นักเรียนกลุ่มอ่อน 10 คน กลุ่มปานกลาง 10 คน และกลุ่มเก่ง 10 คน จากผลการทดลองพบว่า บทเรียนผ่านเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยรวมมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.96/80.17 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงเชื่อมั่นได้ว่า บทเรียนผ่านเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้



ภาพ 5 แสดงขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเว็บ เรื่องลำดับและอนุกรม

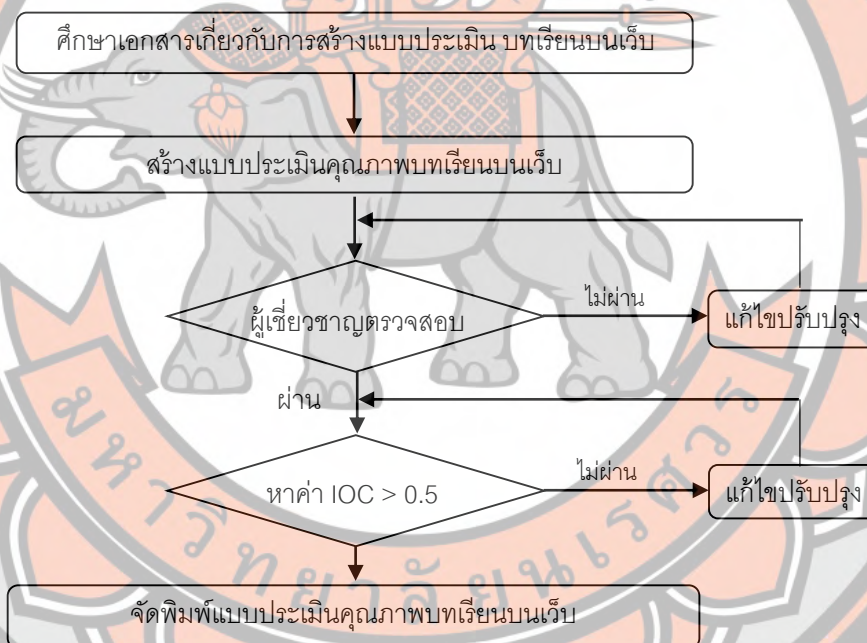
5. ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) นำบทเรียนผ่านเว็บที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ไปใช้ทดลองจริง

3. การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินสื่อการสอน บทเรียนบนเว็บ จากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ

3.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพให้มีความสอดคล้องและครอบคลุมคุณสมบัติที่ต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านวิจัยประเมินความสอดคล้อง กำหนดคะแนนการพิจารณา ดังนี้

- + 1 แน่ใจว่าสอดคล้อง
- 0 ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง
- 1 แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง



ภาพ 6 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนบนเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

3.3. นำแบบประเมินคุณภาพ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพ กำหนดเกณฑ์ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง มีคุณภาพความเหมาะสมมากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง มีคุณภาพความเหมาะสมมาก
- ระดับ 3 หมายถึง มีคุณภาพความเหมาะสมปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง มีคุณภาพความเหมาะสมน้อย
- ระดับ 1 หมายถึง มีคุณภาพความเหมาะสมน้อยที่สุด

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์จากหลักสูตร ตรงตามเนื้อหา และตัวชี้วัด รวมทั้งหมดจำนวน 40 ข้อ

4.2 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหา และตรงตามวัตถุประสงค์ โดยพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำคะแนนที่ได้จากการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน หาค่าความสอดคล้อง ซึ่งแต่ละข้อต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (บุญชุม ศรีสะอาด, 2537, หน้า 43) นำคะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายชื่อ มีข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 37 ข้อ ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา ส่วนข้อสอบที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 จำนวน 3 ข้อ ได้ตัดทิ้งไป ได้ข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ไว้จำนวน 37 ข้อ

4.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 37 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยเรียนเรื่องลำดับและอนุกรมมาแล้ว เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคมจำนวน 30 คน นำผลการทดลองมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาคุณภาพดังนี้

4.3.1 ตรวจสอบค่าความยากของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากค่าความยากตามเกณฑ์ คือ อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

4.3.2 ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ คือ การตรวจสอบว่าข้อสอบสามารถจำแนกนักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อนได้ดีเพียงใด โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนก ควรมีค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป

สำหรับการแปลค่าอำนาจจำแนก สามารถแปลผลได้ดังนี้

0.40 – 1.00 คือ จำแนกได้ดี เป็นข้อสอบที่ดี

0.30 – 0.39 คือ จำแนกได้ เป็นข้อสอบที่ดีพอสมควร อาจต้องปรับปรุง

0.20 – 0.29 คือ จำแนกได้พอใช้ แต่ต้องปรับปรุง

-1.00 – 0.19 คือ ไม่สามารถจำแนกได้ต้องปรับปรุงหรือต้องตัดทิ้ง

คัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ไว้ใช้ จำนวน 27 ข้อ ที่เหลือตัดทิ้งจำนวน 10 ข้อ และนำข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 27 ข้อมาพิจารณาคัดเลือกไว้ใช้จำนวน 20 ข้อ

4.3.3 ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.93

4.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าโดยใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและ
หลังเรียน



ภาพ 7 แสดงขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

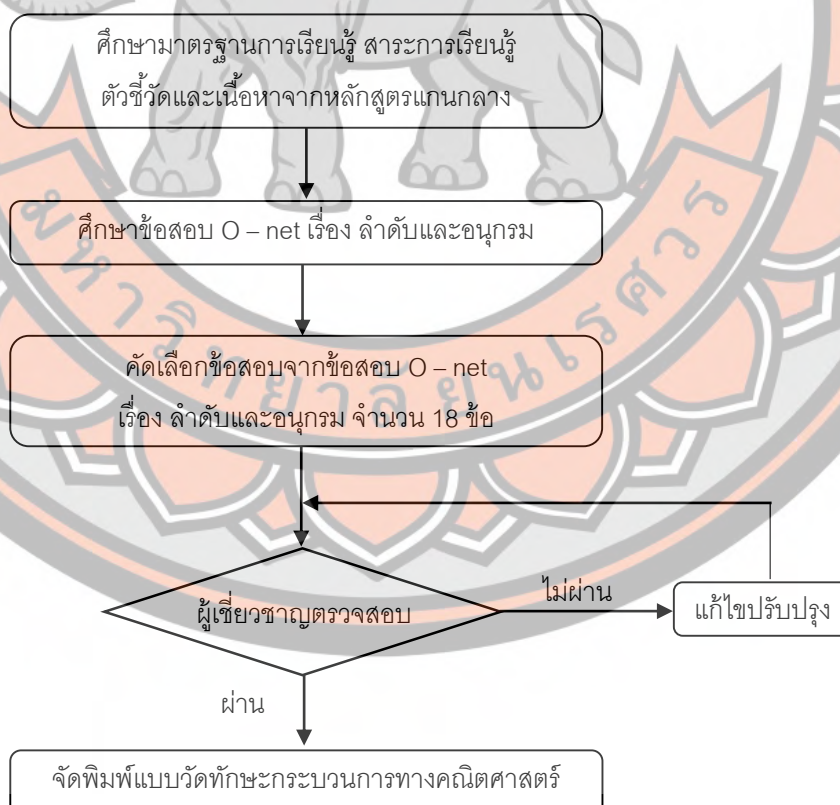
5. แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5.1 ผู้ศึกษาค้นคว้าผู้ศึกษาค้นคว้าคัดเลือกจากแบบทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-Net) ปี 2549 – 2554 นำมาใช้วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนำมาทำเป็นข้อสอบอัตนัย แบบแสดงวิธีทำ จำนวน 18 ข้อ

5.2 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

- + 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่ามีความสอดคล้อง
- 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้อง
- 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้อง

5.3 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า



ภาพ 8 แสดงขั้นตอนการคัดเลือกแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

ร้อยละ	ระดับทักษะ
ต่ำกว่า 50	ต้องแก้ไข
50 – 59	ปรับปรุง
60 – 69	พอใช้
70 – 79	ดี
80 – 100	ดีมาก

6. การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

6.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

6.2 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจสำหรับนักเรียนที่มีต่อบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่องลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ตามวิธีของลิเคอร์ท ซึ่งมี 5 ระดับ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2552, หน้า 152) โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้

ระดับความพึงพอใจมากที่สุด	ให้ค่าคะแนน 5 คะแนน
ระดับความพึงพอใจมาก	ให้ค่าคะแนน 4 คะแนน
ระดับความพึงพอใจปานกลาง	ให้ค่าคะแนน 3 คะแนน
ระดับความพึงพอใจน้อย	ให้ค่าคะแนน 2 คะแนน
ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด	ให้ค่าคะแนน 1 คะแนน

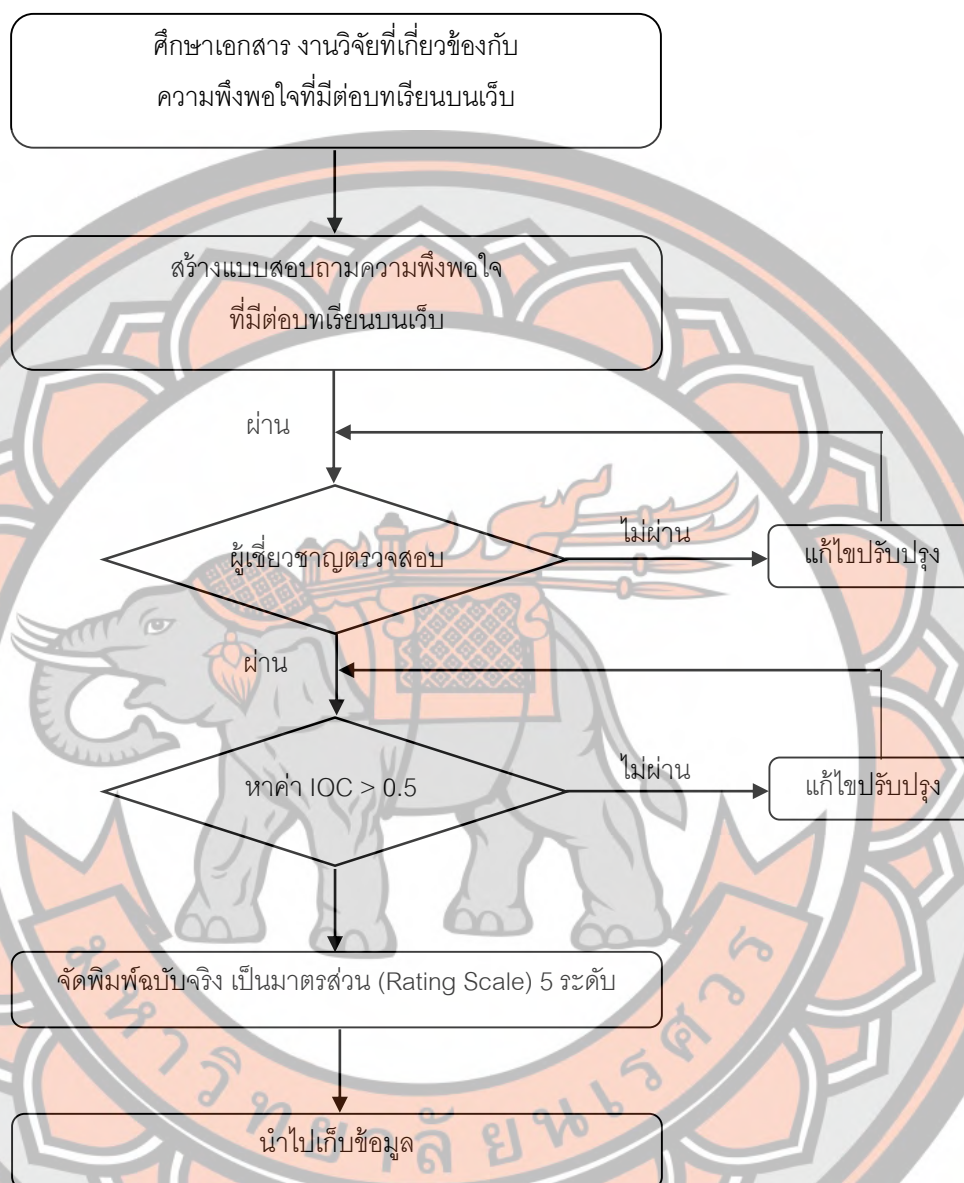
เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ได้แก่

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

6.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบด้านเนื้อหา โดยนำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และนำคะแนนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความพึงพอใจในบทเรียน

6.4 ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์ไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพ 9 แสดงขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพแบบสอบถามความพึงพอใจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการจัดกิจกรรมการเรียนในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน
2. ดำเนินการทดลอง โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 2.1 ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน

2.2 ชั้นปฐมนิเทศ ในเรื่องขอบเขตเนื้อหา ข้อตกลงและเงื่อนไขของการเรียน เพื่อสร้างความคุ้นเคย

2.3 ชั้นการเรียน ทำการเรียนการสอนเป็นเวลา 9 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมจำนวนทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง โดยคิดเป็นการเรียนออนไลน์ ร้อยละ 50 และ การเรียนในชั้นเรียน ร้อยละ 50 ของเวลาเรียนทั้งหมด โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบแนวตั้ง คือเรียนในชั้นเรียนสลับกับการเรียนออนไลน์ คือเรียนในชั้นเรียน 2 ชั่วโมง เรียนออนไลน์ 2 ชั่วโมง โดยเข้าเรียนในห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียน โดยมีผู้สอนเป็นผู้ดูแล

2.4 ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

3. ทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
4. ทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนแบบผสมผสาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน

- 1.1 ร้อยละ (Percentage)
- 1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean)
- 1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 การวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2.2 การวิเคราะห์หาค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.3 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใช้สูตร KR – 20

2.4 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ (E_2)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t – test Dependent sample

3.2 เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้สถิติ ร้อยละ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้มีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) (บุญชม ศรีสะอาด, 2543)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวน

2. ร้อยละ (Percentage) (บุญชม ศรีสะอาด, 2543)

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

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	คะแนนที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	คะแนนเต็ม

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (บุญชม ศรีสะอาด, 2543)

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคน
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนคน

4. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2545)

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

IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ
$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N	แทน	จำนวนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

5. ค่าความยาก (Difficulty “ p ”) (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2545)

$$p = \frac{H + L}{N}$$

p	แทน	ค่าความยากง่าย
H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

ค่า p ที่ใช้ได้ ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8

6. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination “ r ”) (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2545)

$$r = \frac{H - L}{N}$$

r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

ค่า r ที่ใช้ได้ ควรมีอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 1.00

7. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2545)

สูตร KR - 20

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ
n	แทน	จำนวนข้อสอบ
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ
p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
q	แทน	สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ ($q = 1 - p$)

8. การหาประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520) คำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 ใช้สูตรดังนี้

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

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

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพกระบวนการเรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของบทเรียนบนเว็บ
	$\sum x$	แทน	คะแนนรวมของกิจกรรมในหนังสืออ่านเพิ่มเติม
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

9. t-test (Dependent samples) ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งมีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
	D	แทน	ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างกำลังสองของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน
	$(\sum D)^2$	แทน	ยกกำลังสองของผลรวมของผลต่างของคะแนน

บทที่ 4

ผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าเรื่อง การพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจุดมุ่งหมายเพื่อ

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขั้นตอนการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการศึกษาค้นคว้าหาประสิทธิภาพบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ผลการศึกษาค้นคว้าเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. ผลการประเมินคะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. ผลการสร้างและการหาประสิทธิภาพบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากการทดลองหนึ่งต่อหนึ่งกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ที่มีระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อดูความเหมาะสมของการใช้ภาษา สีที่ใช้ รูปภาพประกอบ เสียงประกอบ เวลาที่เรียน จากผลการทดลองใช้ พบว่า การใช้ภาษาเข้าใจง่าย นักเรียนชื่นชอบสีที่ใช้ในบทเรียน เสนอแนะให้มีรูปภาพประกอบมากขึ้น เสียงประกอบมีความชัดเจน เวลาที่ใช้ในการเรียนมีความเหมาะสม ผู้เรียนให้ความสนใจในบทเรียน กระตือรือร้นที่จะเรียน และมีความเข้าใจจากการเรียนด้วยบทเรียนบทเว็บ สามารถทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบได้

ตาราง 2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน

จำนวนคน (N)	ร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน (E_1)	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน (E_2)
9	79.72	79.44
ประสิทธิภาพบทเรียน (E_1/E_2)		79.72/79.44

จากตาราง 2 พบว่า บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาพรวมมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 79.72/79.44 ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ จึงนำไปปรับปรุงแก้ไข

ตาราง 3 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

จำนวนคน (N)	ร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน (E_1)	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน (E_2)
30	80.96	80.17
ประสิทธิภาพบทเรียน (E_1/E_2)		80.96/80.17

จากตาราง 3 พบว่า บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาพรวมมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.96/80.17 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 จึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. การหาประสิทธิภาพบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 4 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคมที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

จำนวนคน (N)	ร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน (E_1)	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน (E_2)
30	81.02	80.58
ประสิทธิภาพบทเรียน (E_1/E_2)		81.02/80.58

จากตาราง 4 พบว่า บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่องลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาพรวมมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.02/80.58 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

3. ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ t – test Dependent Samples

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	30	5.63	1.27	23.39*	0.00
หลังเรียน	30	15.13	1.96		

* $p < .05$

จากตาราง 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ หมายความว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เรื่องลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจริง

4. ผลการประเมินคะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 6 ร้อยละคะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คะแนนทักษะ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม	\bar{x}	ร้อยละ
หลังเรียน	30	54	41.5	76.85

จากตาราง 6 พบว่าทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม อยู่ในเกณฑ์ ดี คิดเป็นร้อยละ 76.85 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	ข้อความ	n = 30		ระดับความพึงพอใจ
		\bar{x}	S.D.	
ด้านรูปแบบ/ลักษณะของบทเรียนบนเว็บ				
1	แบบอักษรและขนาดของตัวอักษรที่ใช้	4.63	0.56	มากที่สุด
2	เสียงประกอบมีความชัดเจน	4.03	0.67	มาก
3	การเข้าใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.07	0.83	มาก
4	บทเรียนมีความสวยงาม น่าสนใจ	4.27	0.52	มาก
เฉลี่ยด้านรูปแบบ/ลักษณะของบทเรียนบนเว็บ		4.25	0.69	มาก

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อ	ข้อความ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา				
5	การจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก	4.13	0.63	มาก
6	อธิบายเนื้อหาในแต่ละหน่วยได้ชัดเจน	4.47	0.57	มาก
7	แบบทดสอบมีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	4.03	0.67	มาก
8	บทเรียนช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา เรื่อง ลำดับและอนุกรม	4.57	0.57	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านเนื้อหา		4.30	0.64	มาก
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้				
9	กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนร่วมกับการเรียนด้วยบทเรียนบนเว็บช่วยให้นักเรียน มีความเข้าใจเรื่อง ลำดับและอนุกรมมากขึ้น	4.27	0.52	มาก
10	สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาที่ต้องการ	4.07	0.87	มาก
11	สามารถทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.47	0.51	มาก
12	กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน ส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	4.10	0.40	มาก
เฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้		4.23	0.61	มาก
เฉลี่ยรวม		4.26	0.65	มาก

จากตาราง 7 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนแบบผสมผสานโดยภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 0.65) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านรูปแบบ/ลักษณะของบทเรียนบนเว็บ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.25$, S.D. = 0.69) ด้านเนื้อหา มีความพึงพอใจระดับมาก ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.64) และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.23$, S.D. = 0.61) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า แบบอักษรและขนาดของตัวอักษรที่ใช้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.63$, S.D. = 0.56) รองลงมาคือ บทเรียนช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.57)

บทที่ 5

บทสรุป

การศึกษาค้นคว้า เรื่อง การพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่องลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้า สามารถสรุปผลการศึกษาค้นคว้า ได้ดังนี้

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 30 คน โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และบทเรียนแบบผสมผสานเรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดย คำนวณค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบ t – test Dependent Sample

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ดังนี้

1. บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.02/80.58 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่ามีคะแนนอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 76.85)
4. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.26$, S.D. = 0.65)

อภิปรายผล

จากการศึกษาค้นคว้า เรื่อง การพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่องลำดับและอนุกรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประเด็นที่จะนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม พบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.02/80.58 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนแบบผสมผสานที่จัดการเรียนรู้แบบบรรยายร่วมกับการเรียนออนไลน์นั้น ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพที่เชื่อถือได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาบทเรียนบทเรียนบนเว็บตามรูปแบบของ ADDIE Model (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ, 2552, หน้า 118 – 120) ซึ่งมีกระบวนการพัฒนาระบบที่เป็นขั้นตอน 5 ขั้นตอนคือ ขั้นวิเคราะห์ ขั้นการออกแบบ ขั้นการพัฒนา ขั้นการนำไปใช้ และขั้นการประเมินผล โดยออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานที่ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งด้านเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ให้ผู้เรียน สอดคล้องกับ งานวิจัยของ สุธาวัลย์ สมานหมู่ (2554, บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบผสมผสาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบผสมผสานหลังการทดลองสูงกว่าก่อน

การทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มณีรัตน์ บุญท่วม (2554, บทคัดย่อ) ได้ทำการค้นคว้าอิสระเรื่อง การศึกษาผลการใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมอนันต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพ 71.57/76.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่า บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน เนื่องมาจากการเรียนแบบบรรยายร่วมกับการเรียนผ่านเว็บ ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาในห้องเรียน สามารถศึกษาบทเรียน ทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลาจากบทเรียนบนเว็บ และตรวจสอบความเข้าใจด้วยตนเองได้ทันที โดยการทำแบบฝึกหัดหลังจากที่เรียนบทเรียนไปแล้ว หากนักเรียนไม่เข้าใจในเรื่องใดก็สามารถแลกเปลี่ยนความรู้กับนักเรียนด้วยกันเองผ่านการสนทนาออนไลน์ปรึกษาครูผู้สอนผ่านการสนทนาออนไลน์ หรือการเรียนรู้ในห้องเรียน นอกจากนี้ยังสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ เช่น Google Search YouTube ช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ครบทุกด้าน สอดคล้องกับการศึกษาของ สุธาวัลย์ สมานหมู่ (2554, บทคัดย่อ) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบผสมผสานหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สุไลมาน ยะโกะ (2554, บทคัดย่อ) ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสานที่พัฒนาตามแนวความคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดยะลา พบว่านักเรียนที่เรียนโดยบทเรียนแบบผสมผสานที่พัฒนาตามแนวความคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการใช้บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.85 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3) และมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนในการพัฒนาความรู้ความสามารถของตนเองให้เกิดทักษะกระบวนการดังกล่าว

ดังนั้น หัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็คือการฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะและกระบวนการ เนื่องมาจากการเรียนแบบผสมผสานนั้นนักเรียนได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้งในและนอกห้องเรียน มีโจทย์คำถามเพิ่มเติมนอกเหนือจากในหนังสือเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถตรวจสอบขั้นตอนการแสดงวิธีคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเขียนสื่อความกระบวนการคิดหาคำตอบของข้อนั้นๆ ได้ด้วยตนเองผ่านการเรียนรู้ในห้องเรียนร่วมกับการเรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ อันเนื่องมาจากกระบวนการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธาวัลย์ สมานหมู่ (2554, บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบผสมผสาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบผสมผสานหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้บทเรียนบนเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.26 สาเหตุเพราะว่าผู้เรียนได้เปลี่ยนบรรยากาศการเรียนรู้ ศูนย์ศึกษาต่อเนื่องแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2545, หน้า 11-12) จากรูปแบบการสอนเดิมๆ ที่มีครูบรรยายหน้าห้องเพียงอย่างเดียว อาจทำให้เด็กมีความเข้าใจในบทเรียนที่ดี แต่กลับเป็นรูปแบบการสอนที่น่าเบื่อ ไม่สร้างความสนใจ การสร้างบรรยากาศสร้างความสนใจให้เกิดการตั้งใจเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมาก เพราะหากผู้เรียน ไม่มีความสนใจหรือเกิดการอยากเรียนแล้วการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพคงไม่เกิดผล แต่หากเป็นวิชาที่ต้องการคำแนะนำเพื่อให้เกิดการเข้าใจอย่างถ่องแท้แล้วนั้นการเรียนผ่านเว็บเพียงอย่างเดียวอาจไม่ดีพอ แต่ถ้านำการสอนทั้งสองรูปแบบมาผสมผสานกันโดยนำข้อดีของแต่ละรูปแบบมาปรับใช้น่าจะเกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน ดังเช่นการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันที่นำรูปแบบการสอนผสมผสานมาใช้โดยนำจุดเด่นของรูปแบบการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งมาเสริมเพื่อลดจุดอ่อนของรูปแบบการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนการสอน คือ การใช้การเรียนการสอนผ่านเว็บ ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน สุธาวัลย์ สมานหมู่ (2554, บทคัดย่อ) พบว่า การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนจากการเรียนแบบผสมผสาน พบว่าความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้ามีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาค้นคว้าไปใช้

1.1 ควรมีการจัดลำดับเนื้อหา แบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน ให้ตรงกับการเรียนรู้ในแต่ละวัน

1.2 ควรมีการใช้หลักจิตวิทยา มีการเสริมแรงในรูปแบบต่างๆ เช่น ให้คำชม การให้คะแนน การแข่งขัน การให้ของรางวัล

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบผสมผสานทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น จึงควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาในด้านอื่นต่อไป เช่น ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมทักษะด้านอื่นเช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ในเนื้อหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ เช่น เรื่องความน่าจะเป็น การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

2.2 ควรมีการพัฒนาบทเรียนแบบผสมผสานร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้อื่น นอกจากการเรียนแบบบรรยาย เช่น การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนแบบร่วมมือ



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยสุรินทร์

บรรณานุกรม

- กนกพร ฉันทนารุ่งศักดิ์. (2548). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานด้วยการเรียนการสอนแบบร่วมมือในกลุ่มการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- กรมวิชาการ. (2544). **คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552ก). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552ข). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม**. (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.
- คงรัฐ นวลแพง. (2547). **การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อประเมินทักษะการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- เครือมาส คำเขียน. (2553). **ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- จริยาวดี ชูวงศ์ศิริกุล. (2550). **การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาภูเก็ต**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.
- จาตุรนต์ ฉายแสง. (2556). **8 นโยบายการศึกษา**. สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ.

- เจษฎา เมฆะสุวรรณโรจน์. (2549). การพัฒนาระบบ e-learning แบบผสมผสาน : กรณีศึกษา
โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2520). ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2540). เอกสารการสอนชุดวิชา สื่อการศึกษาพัฒนาการ
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2552). การพัฒนาคอร์สแวร์และบทเรียนบนเครือข่าย (Courseware
& Web – based Instruction Development). (พิมพ์ครั้งที่ 13). มหาสารคาม :
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- ทิพย์วัลย์ สัจจันทร์. (2546). การคิดและการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: ราชภัฏสวนดุสิต
- ทิตนา เขมมณี. (2542, มีนาคม-มิถุนายน). การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง:
โมเดลชิปปา. วารสารครุศาสตร์, 27(3),1-17.
- เทิดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์. (2547). กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถใน
การแก้ปัญหาและเชื่อมโยง เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานินท์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ธัญญา ปัญญาแก้ว. (2541). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในงานของข้าราชการครูใน
จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วศ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- ปณิตา วรรณพิรุณ. (2554). การเรียนแบบผสมผสาน จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. วารสารการ
อาชีววะและเทคโนโลยีศึกษา, 1(2), 43 – 49.
- ปทีป เมธาคณวุฒิ. (2543). การพัฒนารูปแบบหลักสูตรและการเรียนการสอน สาขา
คอมพิวเตอร์ ศาสตร์ที่บูรณาการจริยธรรมทางคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประหยัด จิระวรวงศ์. (2552). การเรียนแบบผสมผสาน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
นเรศวร (ฉบับพิเศษ), 1 - 15.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข และปณิตา วรรณพิรุณ. (2556). การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน : สัดส่วน
การผสมผสาน. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา, 25(85), 31- 36.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2535). จิตวิทยาทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อส่งเสริมกรุงเทพ.
- ปาจารย์ ไทงาม. (2549). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้
ทางคณิตศาสตร์ระดับช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2544. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

- พรสวรรค์ ฉิมชาติ. (2550). การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หลักการออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชินี. การค้นคว้าอิสระ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2545). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: เข้าส์ออฟเดอรัมมิสท์.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2547). **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน**. พิมพ์ครั้งที่ 4. คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- ไพโรจน์ คะเชนทร์. (ม.ป.ป.). **การหาประสิทธิภาพของสื่อ**. สืบค้นเมื่อ 1 พ.ค. 2557, จาก (<http://www.wattoongpel.com/sarawichakarn/wichakarn/1-10/การหาประสิทธิภาพของสื่อ9.pdf>).
- ภัทรา วายจุต. (2550). **ผลของการเรียนแบบผสมผสานและแบบใช้เว็บช่วย ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีบุคลิกภาพต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ ค.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ภีมวัจน์ ธรรมใจ. (2548). **ผลการใช้เว็บประกอบการเรียนการสอน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). **การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2549). **สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

- วันฐิยา ไชยลา. (2550). การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และแบบการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์, กศ.ม., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วรางคณา หอมจันทร์. (2542). ผลของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บแบบเปิดและปิดและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- วราภรณ์ มีหนัก “การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์” วารสารวิชาการ 5,(3), 58 – 65.
- วิชาการโรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม. (2553). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ปีการศึกษา 2553. แพร่.
- วิชาการโรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม. (2554). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ปีการศึกษา 2554. แพร่.
- วิชาการโรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม. (2555). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ปีการศึกษา 2555. แพร่.
- วิชาการโรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม. (2556). ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O – Net) ปี 2556. แพร่.
- วิชุดา รัตนเพียร. (2542). การเรียนการสอนผ่านเว็บ : ทางเลือกใหม่ของนักเทคโนโลยีการศึกษาไทย. เอกสารโสตเทคโนโลยีสัมพันธ์แห่งประเทศไทย. 30-31. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิทย์ เทียงบุญธรรม. (2541). พจนานุกรมอังกฤษ-ไทย. กรุงเทพฯ ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วิรุฬ พรรณเทวี. (2542). การออกแบบ. กรุงเทพมหานคร : ไทวัฒนาพาณิช.
- ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี. (2555). การเรียนแบบผสมผสาน และการประยุกต์ใช้. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 11(1), 1 - 5.
- ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2545). เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการอบรมโปรแกรมการจัดการหลักสูตร Web Based Instruction (Chula ELS). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). **ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). **ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2544). **การวัดผลการศึกษา**. กทม. : ประสานการพิมพ์.

สมนึก ภัททิยธนี และคณะ. (2548). **พื้นฐานการวิจัยการศึกษา**. กทม. : ประสานการพิมพ์.

สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). **การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สวัสดิ์ มุลวนิชย์. (2555). **การพัฒนาบทเรียนบนเว็บ เรื่อง การออกแบบระบบเครือข่ายและเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยการเรียนแบบผสมผสาน ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง**. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สายชล จินใจ. (2550). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ 1 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ**. วิทยานิพนธ์บัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

สุธาวัลย์ สมานหมู่. (2554). **การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเรียนแบบผสมผสาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ ค.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ.

สุไลมาน ยะโกะ. (2554). **ผลของการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสานที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดยะลา**. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.

อารี พันธุ์มณี. (2545). **ฝึกให้เป็น คิดให้สร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ: โยใหม่.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยพระนคร

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.ประยงค์ จันทน์แดง ผู้ช่วยคณบดี คณะรัฐศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
2. ดร.พรพรรณ จันทน์แดง ผู้อำนวยการศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
3. น.ส.จิตตะกานต์ เทพศิริพันธุ์ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 37
4. นายพงศ์ศักดิ์ พลสวัสดิ์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพริยาลัยจังหวัดแพร่ อ.เมือง จ.แพร่
5. นางวราภรณ์ สังข์วรกุล ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพริยาลัยจังหวัดแพร่ อ.เมือง จ.แพร่
6. นางอุษา รัตนบุปผา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพริยาลัยจังหวัดแพร่ อ.เมือง จ.แพร่
7. นางกรรณิการ์ อ้อสถิต ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม อ.เมือง จ.แพร่
8. นายรุ่งเรือง อ้อสถิต ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านเหล่า อ.ตรอน จ.อุตรดิตถ์

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม
- แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม
- แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา ค32102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลำดับและอนุกรม จำนวน 18 ชั่วโมง
 ผู้สอน นางปิยธิดา โพธิ์ประภา โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

- ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน
 ม. 4-6/4 เข้าใจความหมายของลำดับและหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด
 ม. 4-6/5 เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต หาพจน์ต่าง ๆ
 ของลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิตและนำไปใช้
- ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
 (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย
 และนำไปใช้แก้ปัญหา
 ม. 4-6/6 เข้าใจความหมายของผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและ
 อนุกรมเรขาคณิต หาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต
 และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้(ค 4.2)
- ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทาง
 คณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และ
 เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ม. 4-6/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
 ม. 4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี
 ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
 ม. 4-6/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
 ม. 4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อ
 ความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน
 ม. 4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ
 กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ
 ม. 4-6/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ชั่วโมง 1 – 2 (ในห้องเรียน)

1. สารสำคัญ

บทนิยาม

ลำดับ คือ ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนนับที่เรียงต่อกันและเริ่มต้นที่ 1

ถ้าโดเมนเป็นเซตจำกัด จะเรียกลำดับดังกล่าวว่า “**ลำดับจำกัด**”

ถ้าโดเมนเป็นเซตอนันต์ จะเรียกลำดับดังกล่าวว่า “**ลำดับอนันต์**”

ในการเขียนลำดับนิยมเขียนเฉพาะสมาชิกของเรนจ์เรียงต่อกันไป นั่นคือ ฟังก์ชัน $f = \{(1, f(1)), (2, f(2)), (3, f(3)), (4, f(4)), \dots, (n, f(n))\}$ ซึ่งเป็นลำดับจำกัด จะเขียนแทนด้วย $f(1), f(2), f(3), f(4), \dots, f(n)$

โดยที่ $f(1)$ เรียกว่า พจน์ที่ 1 เขียนแทนด้วย a_1

$f(2)$ เรียกว่า พจน์ที่ 2 เขียนแทนด้วย a_2

$f(3)$ เรียกว่า พจน์ที่ 3 เขียนแทนด้วย a_3

⋮

$f(n)$ เรียกว่า พจน์ที่ n หรือ **พจน์ทั่วไป** เขียนแทนด้วย a_n

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1) ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ความหมายของลำดับ

ด้านทักษะ/กระบวนการ ผู้เรียนสามารถ

- 1) เขียนลำดับให้อยู่ในรูปแบบแจกแจงได้
- 2) หาพจน์ถัดไปของลำดับที่กำหนดให้ได้
- 3) หาพจน์ต่างๆของลำดับจากพจน์ทั่วไปได้

ด้านคุณลักษณะ

- 1) ซื่อสัตย์สุจริต
- 2) มีวินัย
- 3) ใฝ่เรียนรู้
- 4) มุ่งมั่นในการทำงาน

3. สารการเรียนรู้ / เนื้อหา

บทนิยาม

ลำดับ คือ ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนนับที่เรียงต่อกันและเริ่มต้นที่ 1

ถ้าโดเมนเป็นเซตจำกัด จะเรียกลำดับดังกล่าวว่า “**ลำดับจำกัด**”

ถ้าโดเมนเป็นเซตอนันต์ จะเรียกลำดับดังกล่าวว่า “**ลำดับอนันต์**”

Ex1) จงพิจารณาว่าฟังก์ชันต่อไปนี้เป็นลำดับหรือไม่ พร้อมให้เหตุผล / ถ้าเป็นลำดับ
จงพิจารณาว่าเป็น **ลำดับจำกัด** หรือ **ลำดับอนันต์**

$$1) f = \{(1,2), (2,4), (3,6), (4,8)\}$$

ตอบ เนื่องจาก $D_f = \{1, 2, 3, 4\}$ เป็นเซตจำกัดของจำนวนนับที่เรียงต่อกันและเริ่มที่ 1
ดังนั้น **เป็นลำดับจำกัด**

$$2) f = \{(1,1), (3,3), (4,4), (5,5)\}$$

ตอบ เนื่องจาก $D_f = \{1, 3, 4, 5\}$ ไม่เรียงต่อกัน(ขาดจำนวนนับ 2)
ดังนั้น **ไม่เป็นลำดับ**

$$3) f = \{(1,0), (2,1), (3,0), (4,1), (5,0)\}$$

ตอบ เนื่องจาก $D_f = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ เป็นเซตจำกัดของจำนวนนับที่เรียงต่อกันและเริ่มที่ 1
ดังนั้น **เป็นลำดับจำกัด**

$$4) f = \{(3,7), (4,5), (5,3), (6,9), (7,7)\}$$

ตอบ เนื่องจาก $D_f = \{3, 4, 5, 6, 7\}$ เป็นเซตจำกัดของจำนวนนับเรียงต่อกัน แต่ไม่ได้
เริ่มที่ 1
ดังนั้น **ไม่เป็นลำดับ**

$$5) f = \{(1,2), (2,3), (3,4), (4,5), (5,6), \dots\}$$

ตอบ เนื่องจาก $D_f = \{1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$ เป็นเซตอนันต์ของจำนวนนับที่เรียงต่อกันและ
เริ่มที่ 1

ดังนั้น **เป็นลำดับอนันต์**

$$6) f = \{(1,3), (3,5), (5,7), (7,9), \dots\}$$

ตอบ เนื่องจาก $D_f = \{1, 3, 5, 7, 9, \dots\}$ ไม่เรียงต่อกัน(ขาดจำนวนนับคู่)
ดังนั้น **ไม่เป็นลำดับ**

ในการเขียนลำดับจะนิยมเขียนเฉพาะสมาชิกของเรนจ์เรียงต่อกันไป นั่นคือ ฟังก์ชัน $f = \{(1, f(1)), (2, f(2)), (3, f(3)), (4, f(4)), \dots, (n, f(n))\}$ ซึ่งเป็นลำดับจำกัด จะเขียนแทนด้วย $f(1), f(2), f(3), f(4), \dots, f(n)$

โดยที่ $f(1)$ เรียกว่า พจน์ที่ 1 เขียนแทนด้วย a_1

$f(2)$ เรียกว่า พจน์ที่ 2 เขียนแทนด้วย a_2

$f(3)$ เรียกว่า พจน์ที่ 3 เขียนแทนด้วย a_3

⋮

$f(n)$ เรียกว่า พจน์ที่ n หรือ **พจน์ทั่วไป** เขียนแทนด้วย a_n

การเขียนวิธีข้างต้นเรียก “การเขียนแบบแจกแจก”

หมายเหตุ ในกรณีที่กำหนดลำดับด้วยพจน์ทั่วไป โดยไม่ได้ระบุสมาชิกในโดเมน ให้ถือว่าลำดับนั้นเป็นลำดับอนันต์

Ex2) จากเขียนลำดับต่อไปนี้แบบแจกแจก

$$1) f = \{(1, 0), (2, 5), (3, 4), (4, 8), (5, 3)\}$$

ตอบ ลำดับที่ได้คือ 0, 5, 4, 8, 3 (เป็นลำดับจำกัด)

$$2) f = \{(1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 5), (5, 6), \dots\}$$

ตอบ ลำดับที่ได้คือ 2, 3, 4, 5, 6, ... (เป็นลำดับอนันต์)

การเขียนลำดับนอกจากจะเขียนโดยการแจกแจกแล้ว อาจเขียนเฉพาะพจน์ทั่วไปพร้อมทั้งระบุสมาชิกในโดเมนเช่น

ลำดับ 2, 4, 6, 8, 10 อาจเขียนแทนด้วย $a_n = 2n$ เมื่อ $n \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$

ลำดับ 1, 4, 9, 16, 25, ... อาจเขียนแทนด้วย $a_n = n^2$ เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มบวก

โดยเราสามารถหาพจน์ต่างๆได้โดยการแทนค่า n ที่ต้องการลงในสูตรของพจน์ทั่วไปที่กำหนดให้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Ex3) จงหา 4 พจน์แรกของลำดับต่อไปนี้

1) $a_n = 3n - 1$

วิธีทำ จาก $a_n = 3n - 1$

แทน $n = 1$ จะได้ $a_1 = 3(1) - 1 = 2$ แทน $n = 2$ จะได้ $a_2 = 3(2) - 1 = 5$

แทน $n = 3$ จะได้ $a_3 = 3(3) - 1 = 8$ แทน $n = 4$ จะได้ $a_4 = 3(4) - 1 = 11$

ดังนั้น 4 พจน์แรกของลำดับ คือ 2, 5, 8, 11

2) $a_n = n^2 - 2$

วิธีทำ จาก $a_n = n^2 - 2$

แทน $n = 1$ จะได้ $a_1 = (1)^2 - 2 = -1$ แทน $n = 2$ จะได้ $a_2 = (2)^2 - 2 = 2$

แทน $n = 3$ จะได้ $a_3 = (3)^2 - 2 = 7$ แทน $n = 4$ จะได้ $a_4 = (4)^2 - 2 = 14$

ดังนั้น 4 พจน์แรกของลำดับ คือ -1, 2, 7, 14

3) $a_n = \frac{n-2}{n+2}$

วิธีทำ จาก $a_n = \frac{n-2}{n+2}$

แทน $n = 1$ จะได้ $a_1 = \frac{1-2}{1+2} = -\frac{1}{3}$ แทน $n = 2$ จะได้ $a_2 = \frac{2-2}{2+2} = 0$

แทน $n = 3$ จะได้ $a_3 = \frac{3-2}{3+2} = \frac{1}{5}$ แทน $n = 4$ จะได้ $a_4 = \frac{4-2}{4+2} = \frac{2}{6}$

ดังนั้น 4 พจน์แรกของลำดับ คือ $-\frac{1}{3}, 0, \frac{1}{5}, \frac{2}{6}$

4) $a_n = (-1)^n 2^n$

วิธีทำ จาก $a_n = (-1)^n 2^n$

แทน $n = 1$ จะได้ $a_1 = (-1)^1 2^1 = (-1)2 = -2$

แทน $n = 2$ จะได้ $a_2 = (-1)^2 2^2 = (1)4 = 4$

แทน $n = 3$ จะได้ $a_3 = (-1)^3 2^3 = (-1)8 = -8$

แทน $n = 4$ จะได้ $a_4 = (-1)^4 2^4 = (1)16 = 16$

ดังนั้น 4 พจน์แรกของลำดับ คือ -2, 4, -8, 16

ในความเป็นจริงแล้ว ยังมีลำดับอีกมากมายที่ไม่ได้บอกพจน์ทั่วไปให้เราทราบแต่บอกเพียงพจน์ต่างๆที่เขียนแบบแจกแจงมาแล้ว ซึ่งเราสามารถหาพจน์ถัดไปของลำดับเหล่านี้ได้ โดยอาศัยการสังเกตความสัมพันธ์ของแต่ละพจน์ที่อยู่ติดกันของลำดับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Ex4) จงหาอีก 2 พจน์ถัดไปของลำดับต่อไปนี้

1) 5 , 10 , 15 , 20 , 25 , ,

จะเห็นว่าพจน์ถัดไปได้มาจากการบวกเพิ่มทีละ 5

ดังนั้นพจน์ถัดไปคือ 30 และ 35 ตามลำดับ

2) 2 , 4 , 8 , 16 , ,

จะเห็นว่าพจน์ถัดไปได้มาจากการคูณพจน์ก่อนหน้าด้วย 2

ดังนั้นพจน์ถัดไปคือ 32 และ 64 ตามลำดับ

3) $\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{4}{5}, \dots, \dots$

เมื่อพิจารณาทีละพจน์ จะพบว่าเศษมีค่าน้อยกว่าส่วนอยู่ 1

เมื่อพิจารณาเฉพาะเศษของแต่ละพจน์ จะพบว่าเศษของพจน์ถัดไปเป็นเลขเรียงกันและเพิ่มขึ้นทีละ 1

ดังนั้นพจน์ถัดไปคือ $\frac{5}{6}$ และ $\frac{6}{7}$ ตามลำดับ

สำหรับการหาพจน์ทั่วไปของลำดับโดยอาศัยการสังเกต ดังตัวอย่างโจทย์ข้างบนนั้น เราจะได้ศึกษากันอย่างละเอียดในครั้งต่อไป

4. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1) ทบทวนนิยามของฟังก์ชันโดยให้ผู้เรียนช่วยกันตอบ จากนั้นผู้สอนสรุปแล้วยกตัวอย่างของ

ความสัมพันธ์ที่เป็นฟังก์ชันให้ผู้เรียนดู 2 ตัวอย่าง

2) ผู้สอนเกริ่นนำถึงเรื่องลำดับที่จะเรียนต่อไปว่าเกี่ยวข้องกับฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนนับซึ่งเรียงต่อกันจากน้อยไปมากและเริ่มต้นที่ 1

ขั้นสอน

1) ผู้เรียนศึกษานิยามของลำดับ ลำดับจำกัด และลำดับอนันต์ ที่ผู้สอนให้บนกระดาน จากนั้นผู้สอนยกตัวอย่างฟังก์ชัน 6 ข้อ

จาก Ex1) เพื่อให้ผู้เรียนช่วยกันพิจารณาว่าข้อใดเป็นลำดับ ข้อใดเป็นลำดับจำกัด
ข้อใดเป็นลำดับอนันต์

3) ผู้สอนอธิบายให้ผู้เรียนทราบว่าการเขียนลำดับจะเขียนเฉพาะสมาชิกของเรนจ์เรียงกัน
ไป จากนั้นอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ พจน์ที่ 1 พจน์ที่ 2 พจน์ที่ 3 พจน์ที่ 4 ว่าเป็นค่าใดบ้าง
พร้อมทั้งสัญลักษณ์ a_1, a_2, a_3 และ a_n ซึ่งแทนที่ใช้แทนพจน์ทั้ง 4 ตามลำดับ
จากนั้นยกตัวอย่างโจทย์จาก Ex2)

5) ผู้สอนอธิบายสัญลักษณ์ a_n ซึ่งใช้แทนพจน์ที่ n ของลำดับ จากนั้นยกตัวอย่างการหาค่า
พจน์ต่างๆ ของลำดับเมื่อกำหนด a_n มาให้ ตามโจทย์ใน Ex3) ข้อ 1-2

6) ให้ผู้เรียนลองทำโจทย์ข้อ 3-4 ใน Ex3 ด้วยตนเอง จากนั้นให้ผู้เรียน 2-3 คนที่ทำเสร็จ
ก่อนลองตอบ

7) ผู้เรียนทั้งหมดและผู้สอนอภิปรายคำตอบร่วมกันแล้วสรุป

8) ผู้สอนเกริ่นนำต่อไปว่ายังมีลำดับอีกมากมายที่ไม่ได้บอกพจน์ทั่วไปให้เราทราบแต่บอก
เพียงพจน์ต่างๆมาให้ทราบ เพื่อให้เราหาพจน์ถัดไป

9) ผู้เรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นตัวอย่างของลำดับจากโจทย์ใน Ex4) ว่าพจน์ถัดไปของ
ลำดับควรเป็นอะไร

ขั้นสรุป

1) ร่วมกันสรุปสาระที่เรียนผ่านไปในช่วงนี้ โดยผู้สอนเป็นฝ่ายถามแล้วให้ผู้เรียนช่วยกัน
ตอบ

2) ชี้แจงหัวข้อที่จะเรียนในครั้งต่อไป

3) ผู้สอนให้แบบฝึกหัด 1.1.1 ในหนังสือเรียน เพื่อทำการบ้านเพิ่มเติม

5. สื่อการเรียนรู้

หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ ม.5 เล่ม 3 สสวท.

6. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา 1) ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ความหมายของลำดับ	สังเกตการณ์ตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน	มีจำนวนผู้เรียน 80 % ขึ้นไป ที่ตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง
ด้านทักษะ/กระบวนการ 1) ผู้เรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับได้ 2) ผู้เรียนสามารถเขียนลำดับในรูปแรงแพจน์ได้	ใบงาน ใบกิจกรรม	มีจำนวนผู้เรียน 80% ขึ้นไป ที่ทำการบ้านได้ถูกต้องอย่าง
ด้านคุณลักษณะ 1) ซื่อสัตย์สุจริต 2) มีวินัย 3) ใฝ่เรียนรู้ 4) มุ่งมั่นในการทำงาน	รายชื่อเข้าเรียน สถิติการส่งการบ้าน	1) มีจำนวนผู้เรียน 80% ขึ้นไป ที่เข้าเรียนตรงเวลา 2) มีจำนวนผู้เรียน 80% ขึ้นไป ที่ส่งการบ้านตรงเวลา

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นางปิยธิดา โพธิ์ประภา)

ชั่วโมง 3 – 4 (เรียนผ่านเว็บ)

1. สารสำคัญ

การหาพจน์ทั่วไปของลำดับที่ซับซ้อนไม่มากนัก สามารถทำได้โดยใช้การสังเกตความสัมพันธ์ของแต่ละพจน์กับลำดับที่ของพจน์ โดยนิยามสังเกตจาก

- (1) ผลต่างระหว่าง 2 พจน์ที่อยู่ติดกัน ที่สัมพันธ์กับลำดับที่ของพจน์
- (2) อัตราส่วนระหว่าง 2 พจน์ที่อยู่ติดกัน ที่สัมพันธ์กับลำดับที่ของพจน์
- (3) กรณีเป็นเศษส่วน อาจต้องแยกพิจารณา ดังนี้

3.1) สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างเศษกับส่วนไปพร้อมๆกัน

3.2) แยกพิจารณาเศษและส่วนคนละครั้ง (เมื่อเศษและส่วนไม่สัมพันธ์กัน)

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ ผู้เรียนสามารถ

- 1) อธิบายความสัมพันธ์ของพจน์ต่างๆกับลำดับของพจน์ได้
- 2) มีความรู้ความเข้าใจและอธิบายความสำคัญของพจน์ทั่วไปได้
- 3) ให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม

ด้านทักษะ/กระบวนการ ผู้เรียนสามารถ

- 1) หาพจน์ถัดไปของลำดับที่ให้มาได้

ด้านคุณลักษณะ

- 1) ซื่อสัตย์สุจริต
- 2) มีวินัย
- 3) ใฝ่เรียนรู้
- 4) มุ่งมั่นในการทำงาน

3. สารการเรียนรู้

ในการหาพจน์ทั่วไปของลำดับที่ซับซ้อนไม่มากนัก สามารถทำได้โดยใช้การสังเกตความสัมพันธ์ของแต่ละพจน์กับลำดับของพจน์

4. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

- 1) ทบทวนนิยามของลำดับในครั้งที่ผ่านมา
- 2) ผู้เรียนเข้าสู่เว็บไซต์ <http://krubeer.hmk.ac.th> แนะนำการใช้บทเรียน
- 3) ลงทะเบียนเข้าสู่บทเรียน

ขั้นสอน

- 1) ให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียนเรื่องการหาพจน์ทั่วไปของลำดับ
- 2) ทำแบบฝึกหัด 1.1 – 1.3

ขั้นสรุป

- 1) ร่วมกันสรุปสาระที่เรียนผ่านไปในชั่วโมงผ่านกระดานสนทนาออนไลน์
- 2) ชี้แจงหัวข้อที่จะเรียนในครั้งต่อไป
- 3) ผู้สอนให้แบบฝึกหัด 1.1.3 (ข้อ 1,2,3,4,5,6,7) ในหนังสือเรียน เพื่อทำการบ้าน

เพิ่มเติม

5. สื่อการเรียนรู้

1. บทเรียนผ่านเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ ม.5 เล่ม 3 สสวท.

6. การวัดและประเมินผล

วิธีประเมินผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา 1) อธิบายหลักในการหาพจน์ทั่วไปโดยการสังเกตได้ 2) แสดงเหตุผลประกอบได้อย่างเหมาะสม	สังเกตการณ์ตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน	มีจำนวนผู้เรียน 70 % ขึ้นไป ที่ตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง
ด้านทักษะ/กระบวนการ 1) หาพจน์ถัดไปของลำดับที่ให้มาได้	สังเกตการณ์ตอบคำถาม สมุดการบ้าน ใบงาน	มีจำนวนผู้เรียน 70% ขึ้นไป ที่ทำการบ้านได้ถูกต้องอย่างน้อย 70%
ด้านคุณลักษณะ 1) ซื่อสัตย์สุจริต 2) มีวินัย 3) ใฝ่เรียนรู้ 4) มุ่งมั่นในการทำงาน	รายชื่อเข้าเรียน สถิติการส่งการบ้าน	1) มีจำนวนผู้เรียน 80% ขึ้นไป ที่เข้าเรียนตรงเวลา 2) มีจำนวนผู้เรียน 80% ขึ้นไป ที่ส่งการบ้านตรงเวลา

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นางปิยธิดา โพธิ์ประภา)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4

เรื่อง ลำดับและอนุกรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- จากลำดับ $1, 8, 27, 64, \dots$ พจน์ถัดไปอีก 2 พจน์ คือข้อใด

ก. 81, 243	ข. 125, 216
ค. 192, 576	ง. 144, 192
- พจน์ทั่วไปของลำดับ $1, 4, 7, 10, 13, \dots$ ตรงกับข้อใด

ก. $a_n = 2n + 1$	ข. $a_n = 3n - 1$
ค. $a_n = 3n - 2$	ง. $a_n = 5n - 4$
- เมื่อกำหนดพจน์แรก เท่ากับ 2 และผลต่างร่วม เท่ากับ -3 สี่พจน์แรกของลำดับเลขคณิตนี้ คือข้อใด

ก. $2, -1, -4, -7$	ข. $2, 1, 4, 7$
ค. $2, -5, -8, -11$	ง. $2, 5, 8, 11$
- ลำดับเลขคณิตในข้อใดมีผลต่างร่วมต่างจากข้ออื่น

ก. $4, 8, 12, 16, 20$	ข. $5, 9, 13, 17, 21$
ค. $13, 16, 19, 22, 25$	ง. $10, 14, 18, 22, 24$
- ลำดับเลขคณิตลำดับหนึ่งมีพจน์แรกเป็น 3 และผลต่างร่วมเป็น 2 แล้วพจน์ที่ n ตรงกับข้อใด

ก. $2n$	ข. $2n - 1$
ค. $2n + 1$	ง. $2n - 3$
- จงหาพจน์ที่ 30 ของลำดับเลขคณิต $1, 3, 5, \dots$

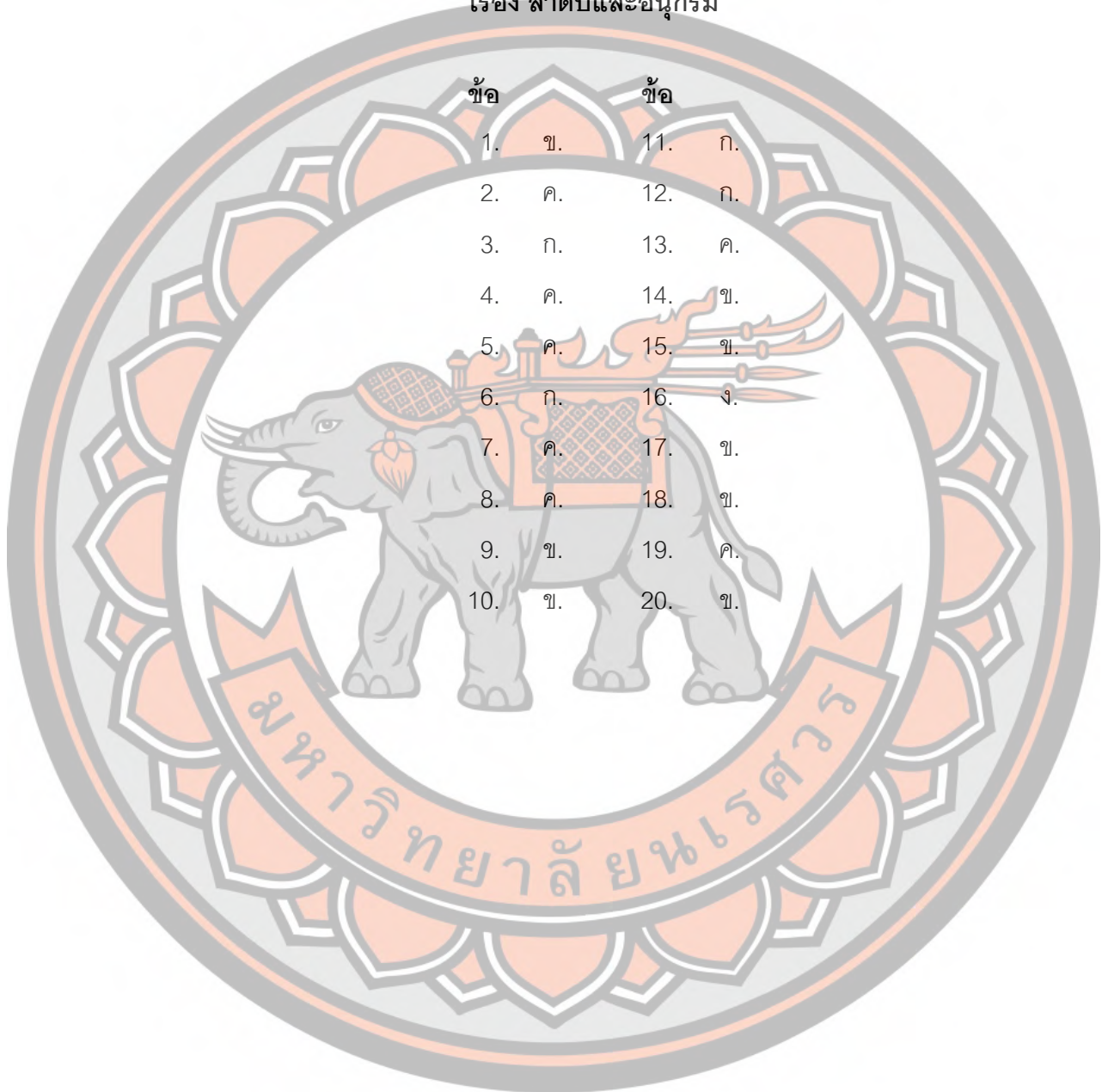
ก. 59	ข. 60
ค. 61	ง. 62
- จำนวนที่หารด้วย 9 ลงตัว ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 500 และ 800 มีกี่จำนวน

ก. 31	ข. 32
ค. 33	ง. 34
- จำนวนที่อยู่ระหว่าง 6 และ 20 ที่ทำให้จำนวนทั้งสามพจน์เรียงกันในลำดับเลขคณิต คือจำนวนใด

ก. 11	ข. 12
ค. 13	ง. 14

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4

เรื่อง ลำดับและอนุกรม



แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
เรื่อง ลำดับและอนุกรม

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำ โดยละเอียด

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ถ้า a_1, a_2, a_3, \dots เป็นลำดับเลขคณิต ซึ่ง $a_{30} - a_{10} = 30$ แล้ว ผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตนี้ มีค่าเท่าใด (O - Net 50)
2. จงหาพจน์ที่ 31 ของลำดับเลขคณิต $-\frac{1}{20}, -\frac{1}{30}, -\frac{1}{60}, \dots$
3. ผลบวกของอนุกรมเรขาคณิต $1 - 2 + 4 - 8 + \dots + 256$ เท่ากับเท่าใด (O - Net 51)
4. จงหาค่าของ $1 + 6 + 11 + 16 + \dots + 101$ (O - Net 52)
5. ลำดับเลขคณิต $-43, -34, -25, \dots$ มีพจน์ที่มีค่าน้อยกว่า 300 อยู่กี่พจน์ (O - Net 54)

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6. กำหนดให้ S_n เป็นผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต ซึ่งมีอัตราส่วนร่วมเท่ากับ 2 ถ้า $S_{10} - S_8 = 32$ แล้ว พจน์ที่ 9 ของอนุกรมนี้เท่ากับเท่าใด (O - Net 51)
7. พิจารณาผลต่างระหว่างพจน์ของลำดับ $2, 5, 10, 17, 26, \dots$ โดยการให้เหตุผลแบบอุปนัย พจน์ที่ 10 ของลำดับ เท่ากับเท่าใด (O - Net 52)
8. กำหนดให้ $\frac{3}{2}, 1, \frac{1}{2}, \dots$ เป็นลำดับเลขคณิต ผลบวกของพจน์ที่ 40 และพจน์ที่ 42 เท่ากับเท่าใด (O - Net 53)

ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ

9. ถ้า a_1, a_2, a_3, \dots เป็นลำดับเลขคณิต ซึ่ง $a_2 + a_3 + \dots + a_9 = 100$ แล้ว $S_{10} = a_1 + a_2 + \dots + a_{10}$ มีค่าเท่ากับเท่าใด (O - Net 51)
10. กำหนดให้ a_1, a_2, a_3, \dots เป็นลำดับเรขาคณิตถ้า $a_2 = 8$ และ $a_5 = -64$ แล้ว ผลบวกของ 10 พจน์แรกของลำดับนี้มีค่าเท่าใด (O - Net 53)
11. ลำดับเรขาคณิตลำดับหนึ่งมีผลบวกและผลคูณของ 3 พจน์แรกเป็น 13 และ 27 ตามลำดับ ถ้า r เป็นอัตราส่วนร่วมของลำดับนี้แล้ว $r + \frac{1}{r}$ มีค่าเท่าใด (O - Net 54)

ความสามารถในการเชื่อมโยง

12. ป้าจู้เริ่มขายขนมครกในวันที่ 3 มกราคม ในวันแรกขายได้กำไร 100 บาท และในวันต่อๆ ไป จะขายได้กำไรเพิ่มขึ้นจากวันก่อนหน้าวันละ 100 บาท จงหาวันที่ของเดือน มกราคมที่ป้าจู้ขายได้เฉพาะกำไรในวันนั้น 340 บาท (O - Net 49)
13. ถ้าผลบวกและผลคูณของสามพจน์แรกของลำดับเลขคณิตที่มี d เป็นผลต่างร่วม เท่ากับ 15 และ 80 ตามลำดับ แล้ว d^2 มีค่าเท่าใด (O - Net 49)
14. กำหนดให้ $S = \{101, 102, 103, \dots, 999\}$ ถ้า a เท่ากับผลบวกของจำนวนคี่ทั้งหมดใน S และ b เท่ากับผลบวกของจำนวนคู่ทั้งหมดใน S แล้ว $b - a$ มีค่าเท่ากับเท่าใด (O - Net 50)
15. ในสวนป่าแห่งหนึ่ง เจ้าของปลูกต้นยูคาลิปตัสเป็นแถว ดังนี้ แถวแรก 12 ต้น แถวที่สอง 14 ต้น แถวที่สาม 16 ต้น โดยปลูกเพิ่มเช่นนี้ ตามลำดับเลขคณิต ถ้าเจ้าของปลูกต้นยูคาลิปตัสทั้งหมด 15 แถว จะมีต้นยูคาลิปตัสในสวนป่านี้นี้ทั้งหมดกี่ต้น (O - Net 53)

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

16. กำหนดให้ a_1, a_2, a_3 เป็นลำดับเรขาคณิต โดยที่ $a_1 = 2$ และ $a_3 = 200$ แล้ว a_2 มีค่าเท่าใด (O - Net 52)
17. ใน 40 พจน์แรกของลำดับ $a_n = 3 + (-1)^n$ มีกี่พจน์ที่มีค่าเท่ากับพจน์ที่ 40 (O - Net 53)
18. กำหนดให้ S_n เป็นผลบวก n พจน์แรกของลำดับเลขคณิต a_1, a_2, a_3, \dots ถ้า $S_5 = 90$ และ $S_{10} = 5$ แล้ว a_{11} มีค่าเท่ากับเท่าใด (O - Net 54)

หมายเหตุ แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใช้วัดโดยการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และการทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน:ระดับ คุณภาพ	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดี
2 : พอใช้	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1 : ควรแก้ไข	มีร่องรอยการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0 : ควรปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

ทักษะกระบวนการ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน:ระดับ คุณภาพ	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2 : พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1 : ควรแก้ไข	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0 : ควรปรับปรุง	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

ทักษะกระบวนการ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ

คะแนน:ระดับ คุณภาพ	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดี	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอตามลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง รายละเอียดสมบูรณ์
2 : พอใช้	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอตามลำดับขั้นตอนชัดเจนบางส่วน
1 : ควรแก้ไข	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างง่าย ๆ และการนำเสนอลำดับขั้นตอนไม่ชัดเจน
0 : ควรปรับปรุง	ไม่นำเสนอข้อมูล

ทักษะกระบวนการ ความสามารถในการเชื่อมโยง

คะแนน:ระดับ คุณภาพ	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น / ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้ดี
2 : พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ ได้บางส่วน
1 : ควรแก้ไข	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
0 : ควรปรับปรุง	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

ทักษะกระบวนการ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คะแนน:ระดับ คุณภาพ	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดี	มีแนวคิด/ วิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
2 : พอใช้	มีแนวคิด/ วิธีการไม่แปลกใหม่แต่นำไปปฏิบัติแล้วถูกต้องสมบูรณ์
1 : ควรแก้ไข	มีแนวคิด/ วิธีการไม่แปลกใหม่และนำไปปฏิบัติแล้วไม่ถูกต้องสมบูรณ์
0 : ควรปรับปรุง	ไม่มีผลงาน

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ร้อยละ	ระดับทักษะ
ต่ำกว่า 50	ต้องแก้ไข
50 – 59	ปรับปรุง
60 – 69	พอใช้
70 – 79	ดี
80 – 100	ดีมาก

มหาวิทยาลัยนเรศวร

แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน

เรื่อง ลำดับและอนุกรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาความพึงพอใจของการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่องลำดับและอนุกรม โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความพึงพอใจ” ตามความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

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

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านรูปแบบ/ลักษณะของบทเรียนบนเว็บ						
1	แบบอักษรและขนาดของตัวอักษรที่ใช้					
2	เสียงประกอบมีความชัดเจน					
3	การเข้าใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน					
4	บทเรียนมีความสวยงาม น่าสนใจ					
ด้านเนื้อหา						
5	การจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก					
6	อธิบายเนื้อหาในแต่ละหน่วยได้ชัดเจน					
7	แบบทดสอบมีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา					
8	บทเรียนช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา เรื่อง ลำดับและอนุกรม					
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
9	กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนร่วมกับการเรียนด้วยบทเรียนบนเว็บช่วยให้นักเรียน มีความเข้าใจเรื่อง ลำดับและอนุกรมมากขึ้น					
10	สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาที่ต้องการ					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
11	สามารถทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง					
12	กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน ส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์					

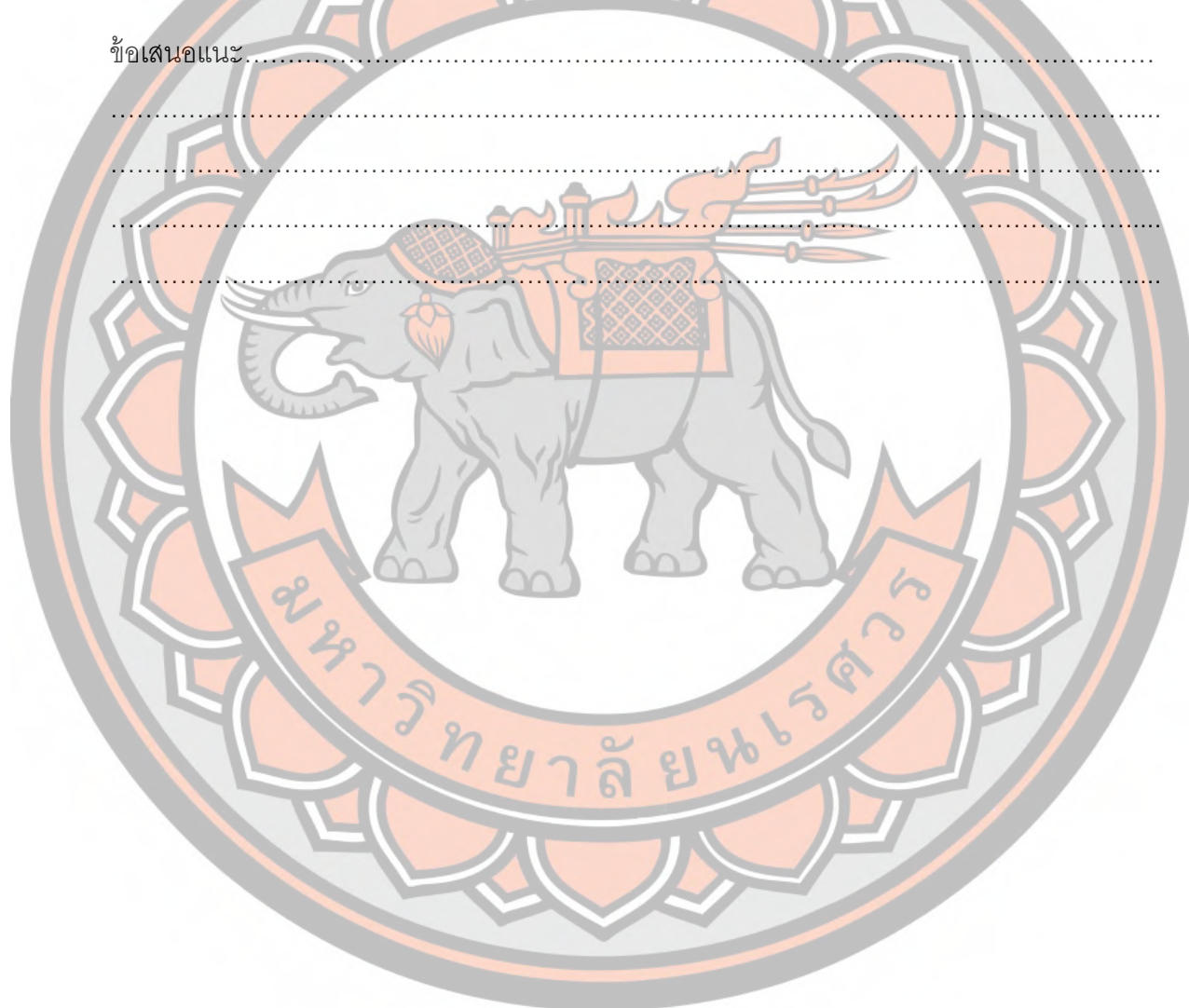
ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ค การหาคุณภาพของเครื่องมือ

- ตาราง 8 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับและอนุกรม
- ตาราง 9 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินคุณภาพ บทเรียนบนเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม
- ตาราง 10 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนบนเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม
- ตาราง 11 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 และ E_2 ของบทเรียนแบบ ผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ทดลองกับนักเรียน จำนวน 9 คน
- ตาราง 12 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 และ E_2 ของบทเรียนแบบ ผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ทดลองกับนักเรียน จำนวน 30 คน
- ตาราง 13 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ตาราง 14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน
- ตาราง 15 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- ตาราง 16 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม

ตาราง 8 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ลำดับและอนุกรม

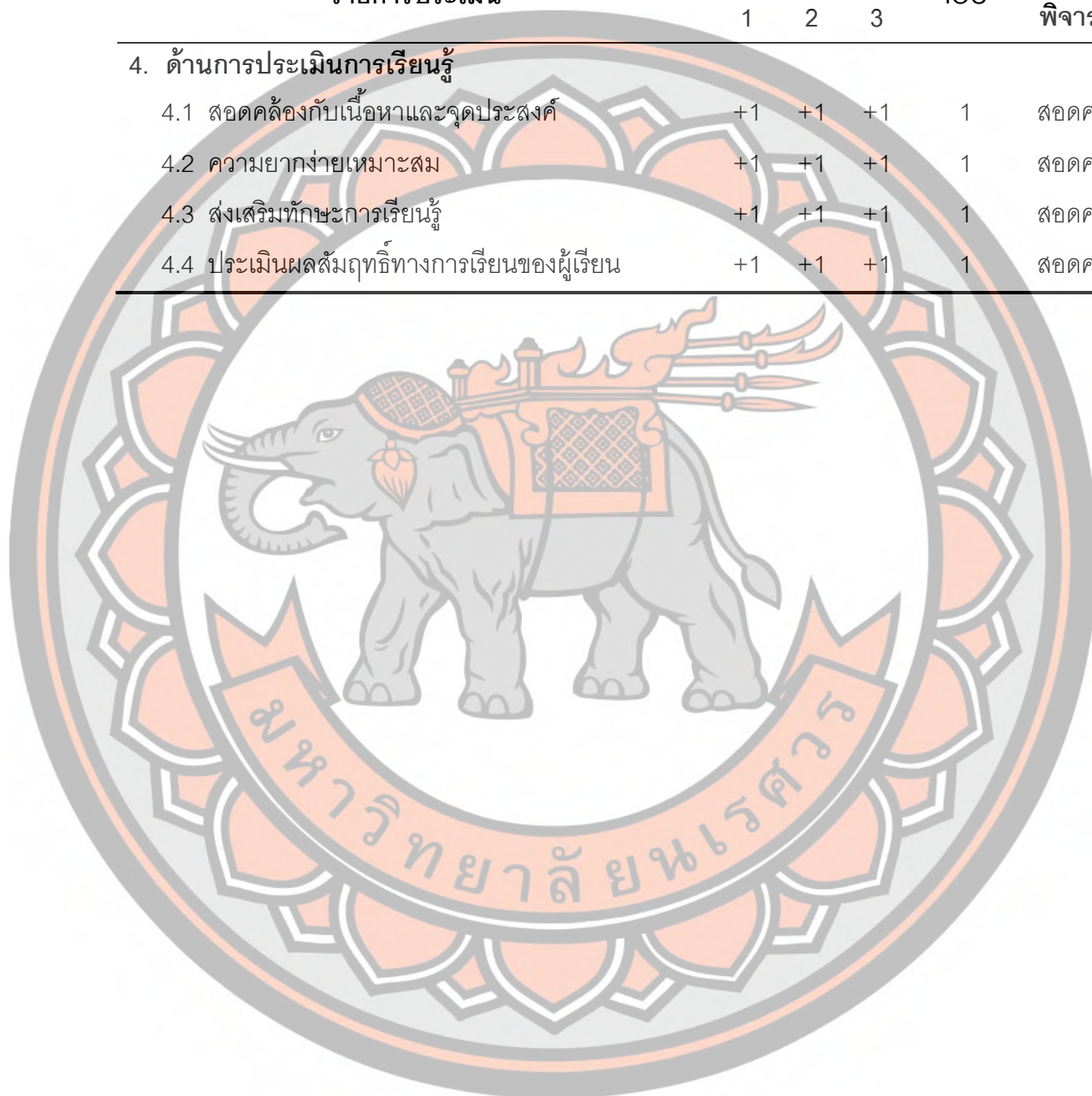
รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
สาระสำคัญ					
1. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง
2. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง
จุดประสงค์การเรียนรู้					
3. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง
4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง
5. สอดคล้องกับเครื่องมือวัดผลประเมินผล	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง
เนื้อหา/สาระการเรียนรู้					
6. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง
7. เหมาะสมกับเวลาที่สอน	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง
กิจกรรมการเรียนการสอน					
8. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง
9. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง
สื่อการเรียนรู้					
10. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้					
11. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง
12. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+ 1	+ 1	+ 1	1	สอดคล้อง

ตาราง 9 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเว็บ
เรื่อง ลำดับและอนุกรม

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหาของบทเรียน					
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสมบูรณ์ชัดเจน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.2 เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.3 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.4 การนำเสนอเนื้อหา มีลำดับและชัดเจน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.5 ภาษาที่ใช้เหมาะกับระดับเนื้อหาวิชา	+1	+1	0	0.66	สอดคล้อง
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.7 เนื้อหา มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.8 มีแหล่งอ้างอิงของข้อมูลและเนื้อหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2. ด้านการนำเสนอเนื้อหา					
2.1 รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา	+1	0	+1	0.66	สอดคล้อง
2.2 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.3 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.4 สีของตัวอักษรที่ใช้	+1	+1	0	0.66	สอดคล้อง
2.5 การเข้าถึงเมนูต่างๆ สะดวกต่อการใช้งาน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.6 การเชื่อมโยง (Link) ภายในบทเรียน	0	+1	+1	0.66	สอดคล้อง
2.7 ความเหมาะสมของการใช้สีกับการออกแบบ	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.8 ความน่าสนใจในการใช้บทเรียน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3. ด้านภาษา					
3.1 ความเหมาะสมของการใช้คำในการสื่อความหมาย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.3 ภาษาเข้าใจง่ายเหมาะสมกับวัย	+1	0	+1	0.66	สอดคล้อง

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	1	2	3		
4. ด้านการประเมินการเรียนรู้					
4.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.2 ความยากง่ายเหมาะสม	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.3 ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.4 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง



ตาราง 10 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนบนเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม
ระดับเกณฑ์ความเหมาะสมซึ่งเสนอแนะโดย ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2552)

ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น	ผู้เชี่ยวชาญ				ผลการประเมิน
		1	2	3	\bar{x}	
4.50 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด					
3.50 – 4.49	เหมาะสมมาก					
2.50 – 3.49	เหมาะสมปานกลาง					
1.50 – 2.49	เหมาะสมน้อย					
1.00 – 1.49	ยังต้องปรับปรุง					
รายการประเมิน		ผู้เชี่ยวชาญ				ผลการประเมิน
		1	2	3	\bar{x}	
1. ด้านเนื้อหาของบทเรียน						
1.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสมบูรณ์ชัดเจน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
1.2	เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
1.3	เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	5	5	4.67	มากที่สุด
1.4	การนำเสนอเนื้อหา มีลำดับและชัดเจน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
1.5	ภาษาที่ใช้เหมาะกับระดับเนื้อหาวิชา	4	4	4	4.00	มาก
1.6	ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	4	5	4.67	มากที่สุด
1.7	เนื้อหา มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	5	5	4	4.67	มากที่สุด
1.8	มีแหล่งอ้างอิงของข้อมูลและเนื้อหา	4	5	4	4.33	มาก
รวมด้านเนื้อหา					4.54	มากที่สุด
2. ด้านการออกแบบ						
2.1	รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา	4	4	4	4.00	มาก
2.2	รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้	4	5	4	4.33	มาก
2.3	ขนาดของตัวอักษรที่ใช้	4	5	4	4.33	มาก
2.4	สีของตัวอักษรที่ใช้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.5	การเข้าถึงเมนูต่างๆ สะดวกต่อการใช้งาน	4	4	4	4.00	มาก
2.6	การเชื่อมโยง (Link) ภายในบทเรียน	4	5	4	4.00	มาก
2.7	ความเหมาะสมของการใช้สีกับการออกแบบ	4	5	4	4.33	มาก
2.8	ความน่าสนใจในการใช้บทเรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	ผลการประเมิน
	1	2	3		
รวมด้านการออกแบบ				4.29	มาก
3. ด้านภาษา					
3.1 ความเหมาะสมของการใช้คำในการสื่อความหมาย	5	4	4	4.33	มาก
3.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4	5	4	4.67	มากที่สุด
3.3 ภาษาเข้าใจง่ายเหมาะสมกับวัย	4	4	5	4.33	มาก
รวมด้านภาษา				4.44	มาก
4. ด้านการประเมินการเรียนรู้					
4.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	มากที่สุด
4.2 ความยากง่ายเหมาะสม	4	4	4	4.00	มาก
4.3 ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้	4	4	5	4.33	มาก
4.4 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน	4	5	5	4.33	มาก
รวมด้านการประเมินการเรียนรู้				4.33	มาก
ความเหมาะสมของบทเรียนในภาพรวม				4.41	มาก

ตาราง 11 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 และ E_2 ของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ทดลองกับนักเรียน จำนวน 9 คน

คนที่	ระหว่างเรียน										รวม	หลังเรียน
	10	10	10	15	20	15	20	20	20	20		
1	5	6	7	9	14	8	14	15	14	13	105	26
2	6	8	7	12	15	8	15	16	14	15	116	28
3	7	8	7	13	15	9	14	15	13	16	117	28
4	8	8	8	12	14	12	16	16	16	16	126	32
5	9	9	8	14	15	12	15	16	14	15	127	34
6	10	9	9	13	14	13	14	17	17	16	132	32
7	8	8	9	15	14	14	15	18	18	18	137	36
8	10	10	10	14	16	13	16	17	17	18	141	34
9	8	10	8	14	17	14	20	20	19	17	147	36
รวม	71	76	73	116	134	103	139	150	142	144	1148	286
เฉลี่ย	7.89	8.44	8.11	12.89	14.89	11.44	15.44	16.67	15.78	16.00	127.56	31.78
ร้อยละ	78.89	84.44	81.11	85.93	74.44	76.30	77.22	83.33	78.89	80.00	79.72	79.44
E_1/E_2											79.72	79.44

ตาราง 12 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 และ E_2 ของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ทดลองกับนักเรียน จำนวน 30 คน

คนที่	ระหว่างเรียน										รวม	หลังเรียน
	10	10	10	15	20	15	20	20	20	20		
1	5	6	7	9	14	11	14	14	15	13	108	26
2	6	8	7	12	15	10	15	15	16	15	119	25
3	7	8	7	13	15	12	15	15	15	16	123	28
4	8	8	9	10	14	12	14	16	14	16	121	28
5	8	7	8	12	15	12	13	15	15	15	120	28
6	6	9	8	12	14	14	13	15	15	15	121	25
7	8	8	8	10	16	10	12	14	14	14	114	27
8	7	8	8	13	14	15	15	14	14	16	124	28
9	8	8	8	11	16	11	13	16	15	16	122	27
10	8	9	9	13	14	10	15	15	14	15	122	26
11	8	8	8	12	14	12	16	16	16	16	126	29
12	9	9	8	14	15	12	15	16	14	15	127	34
13	10	9	9	13	14	13	15	17	17	16	133	36
14	8	10	10	12	17	12	17	16	16	17	135	32
15	9	9	8	13	12	13	15	17	17	16	129	34
16	8	9	8	12	16	13	16	16	15	15	128	33
17	8	8	8	12	16	13	17	15	15	14	126	35
18	9	9	8	12	18	15	16	16	18	17	138	34
19	8	8	8	13	17	13	17	18	17	18	137	33
20	8	8	8	12	15	13	14	16	16	16	126	32
21	8	8	9	15	14	14	15	18	18	18	137	36
22	10	10	10	14	16	13	18	17	17	18	143	36

ตาราง 12 (ต่อ)

คนที่	ระหว่างเรียน										รวม	หลังเรียน
23	8	10	8	14	17	14	20	20	19	17	147	38
24	10	9	8	15	15	15	20	18	18	18	146	38
25	9	9	8	12	18	15	16	20	20	17	144	38
26	10	9	8	11	15	13	16	17	18	17	134	36
27	10	9	8	12	17	14	17	16	16	16	135	35
28	8	10	8	11	16	14	16	18	18	16	135	36
29	10	9	8	11	14	13	17	17	16	18	133	34
30	9	8	10	12	16	11	17	17	17	16	133	35
รวม	248	257	247	367	459	382	469	490	485	482	3886	962
เฉลี่ย	8.27	8.57	8.23	12.23	15.30	12.73	15.63	16.33	16.17	16.07	129.53	32.07
ร้อยละ	82.67	85.67	82.33	81.56	76.50	84.89	78.17	81.67	80.83	80.33	80.96	80.17
E_1/E_2						80.96						80.17

ตาราง 13 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
1. ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจความหมายของลำดับ	1. พจน์ถัดไปของลำดับ 3, 6, 9, 12, ... ตรงกับข้อใด ก. 14 ข. 15 ✓ ค. 19 ง. 21	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	2. จากลำดับ 1, 8, 27, 64, ... พจน์ถัดไปอีก 2 พจน์ คือข้อใด ก. 81, 243 ข. 125, 216 ✓ ค. 192, 576 ง. 144, 192	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
2. ผู้เรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับได้	3. พจน์ทั่วไปของลำดับ 1, 4, 7, 10, 13, ... ตรงกับข้อใด ก. $a_n = 2n + 1$ ข. $a_n = 3n - 1$ ค. $a_n = 3n - 2$ ✓ ง. $a_n = 5n - 4$	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	4. ข้อใดคือพจน์ทั่วไปของลำดับ 2, 8, 26, 80, ... ก. 2^{n-1} ข. 3^{n-1} ค. $2^n - 1$ ง. $3^n - 1$ ✓	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
3. ผู้เรียนสามารถเขียนลำดับในรูปแฉงพจน์ได้	5. เขียนลำดับ $a_n = 5n - 3$ ในรูปแฉงพจน์ได้ตรงกับข้อใด ก. 2, 7, 12, 17, 19, ... ข. 2, 7, 12, 17, 22, ... ✓ ค. 3, 7, 11, 16, 21, ... ง. 4, 8, 12, 16, 20, ...	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	6. เขียนลำดับ $a_n = (2n + 5)^2 - n$ ในรูปแฉงพจน์ได้ตั้งข้อใดต่อไปนี้ ก. 35, 48, 79, ... ข. 49, 79, 119, ... ค. 48, 80, 121, ... ง. 48, 79, 118, ... ✓	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
4. ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต	7. ข้อใดเป็นลำดับเลขคณิต ก. 1, 3, 4, 7, 11 ข. 4, 8, 16, 32, 64 ค. 13, 18, 23, 28, 33 ✓ ง. 12, 8, 5, 3, 0	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	8. เมื่อกำหนดพจน์แรก เท่ากับ 2 และผลต่างร่วม เท่ากับ -3 สี่พจน์แรกของลำดับเลขคณิตนี้ คือข้อใด ก. 2, -1, -4, -7 ✓ ข. 2, 1, 4, 7 ค. 2, -5, -8, -11 ง. 2, 5, 8, 11	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
5. มีความรู้ความเข้าใจและอธิบายเกี่ยวกับผลต่างร่วมได้	9. ลำดับเลขคณิตในข้อใดมีผลต่างร่วมต่างจากข้ออื่น ก. 4, 8, 12, 16, 20 ข. 5, 9, 13, 17, 21 ค. 13, 16, 19, 22, 25 ✓ ง. 10, 14, 18, 22, 24	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
6. เมื่อกำหนดลำดับให้ ผู้เรียนสามารถหาพจน์ทั่วไป (พจน์ที่ n) ของลำดับเลขคณิตได้	10. ให้ 3, a , b , c , 21 เป็นลำดับเลขคณิต แล้ว $a + b + c$ มีค่าเท่าไร ก. 24 ข. 30 ค. 36 ✓ ง. 41	+1	0	0	0.33	ตัดทิ้ง
6. เมื่อกำหนดลำดับให้ ผู้เรียนสามารถหาพจน์ทั่วไป (พจน์ที่ n) ของลำดับเลขคณิตได้	11. พจน์ที่ n ของลำดับเลขคณิต $-10, -13, -16, \dots$ ตรงกับข้อใด ก. $-7-3n$ ✓ ข. $-13-3n$ ค. $-13+3n$ ง. $-7+3n$	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	12. ลำดับเลขคณิตลำดับหนึ่งมีพจน์แรกเป็น 3 และผลต่างร่วมเป็น 2 แล้วพจน์ที่ n ตรงกับข้อใด ก. $2n$ ข. $2n - 1$ ค. $2n + 1$ ✓ ง. $2n - 3$	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
7. ผู้เรียนสามารถหาพจน์ต่างๆ ของลำดับเลขคณิตได้	13. จงหาพจน์ที่ 30 ของลำดับเลขคณิต 1, 3, 5, ... ก. 59 ✓ ข. 60 ค. 61 ง. 62	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	14. พจน์ที่ 5 และพจน์ที่ 7 ของ $a_n = 2n + 3$ ตามลำดับ ตรงกับข้อใด ก. 11, 13 ข. 13, 17 ✓ ค. 17, 19 ง. 19, 21	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
8. หาจำนวนพจน์ทั้งหมดของลำดับเลขคณิตที่กำหนดให้ได้	15. ลำดับเลขคณิต 20, 17, 14, ..., -85 มีกี่พจน์ ก. 34 ข. 35 ค. 36 ✓ ง. 37	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	16. จำนวนที่หารด้วย 9 ลงตัว ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 500 และ 800 มีกี่จำนวน ก. 31 ข. 32 ค. 33 ✓ ง. 34	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
9. หาพจน์ที่อยู่ระหว่าง 2 พจน์ใดๆ ของลำดับเลขคณิตได้	17. จำนวนที่อยู่ระหว่าง 6 และ 20 ที่ทำให้จำนวนทั้งสามพจน์เรียงกันในลำดับเลขคณิต คือจำนวนใด ก. 11 ข. 12 ค. 13 ✓ ง. 14	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
10. นำความรู้เรื่องลำดับเลขคณิตมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	18. ถ้าพจน์ที่ 1 และ พจน์ที่ 5 ของลำดับเลขคณิต คือ 1 และ 25 ตามลำดับ พจน์ที่ 2 3 และ 4 มีค่าเท่ากับเท่าใดตามลำดับ ก. 6, 12, 18 ข. 7, 13, 19 ✓ ค. 8, 14, 20 ง. 9, 15, 21	0	0	+1	0.33	ตัดทิ้ง
10. นำความรู้เรื่องลำดับเลขคณิตมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	19. จัดที่นั่งสำหรับผู้เข้าชมการแสดงในโรงละครแห่งหนึ่งดังนี้ แถวที่หนึ่ง 20 ที่นั่ง แถวที่สอง 22 ที่นั่ง แถวที่สาม 24 ที่นั่ง และเพิ่มที่นั่งแถวละ 2 ที่นั่งเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนเต็มพื้นที่ในโรงละคร จำนวน 20 แถว แถวสุดท้ายต้องใช้เก้าอี้กี่ตัว ก. 56 ข. 58 ✓ ค. 60 ง. 62	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
	20. จำนวนจริง 3 จำนวนที่เรียงกันแบบลำดับเลขคณิต ซึ่งมีผลบวกของพจน์สามพจน์ติดกันเท่ากับ 30 และผลคูณของพจน์ทั้งสามเท่ากับ 910 จำนวนทั้งสามนั้นตรงกับข้อใด ก. 5, 10, 15 ข. 6, 10, 14 ค. 12, 10, 8 ง. 13, 10, 7 ✓	0	0	0	0	ตัดทิ้ง
11. ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจความหมายของลำดับเรขาคณิต	21. ข้อใดไม่เป็นลำดับเรขาคณิต ก. 2, 4, 8, 16, 32, ... ข. 5, 20, 80, 320, ... ค. 10, 20, 30, 40, ... ✓ ง. -1, -4, -16, -64, ...	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	22. พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต $8, 2, \frac{1}{2}, \dots$ ตรงกับข้อใด ก. $\frac{1}{2^2}$ ข. $\frac{1}{2^3}$ ✓ ค. $\frac{1}{2^4}$ ง. $\frac{1}{2^5}$	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
12. มีความรู้ความเข้าใจและอธิบายเกี่ยวกับอัตราส่วนร่วมได้	23. ลำดับเรขาคณิตในข้อใดมีอัตราส่วนร่วมอยู่ในช่วง (0.3 , 0.5) ก. $3, \frac{5}{4}, \frac{25}{48}$ ✓ ข. $2, \frac{4}{3}, \frac{8}{9}$ ค. $4, 3, \frac{9}{8}$ ง. $5, 4, \frac{16}{5}$	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	24. ลำดับเรขาคณิตในข้อใดมีอัตราส่วนร่วมแตกต่างจากข้ออื่น ก. 1, 3, 9 ข. 4, 12, 36 ค. $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{9}{2}$ ง. $\frac{1}{3}, \frac{1}{9}, \frac{1}{27}$ ✓	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
13. ผู้เรียนสามารถหาพจน์ต่างๆ ของลำดับเรขาคณิตได้	25. ถ้ากำหนดลำดับเรขาคณิตมีพจน์ที่ 1 เป็น 5 และอัตราส่วนร่วมเป็น -2 แล้วพจน์ที่ 5 มีค่าตรงกับข้อใด ก. 20 ข. 40 ค. 60 ง. 80 ✓	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
	26. -96 เป็นพจน์ที่เท่าใดของลำดับ เรขาคณิต $3, -6, 12, -24, \dots$ ก. 6 ✓ ข. 7 ค. 8 ง. 9	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
14. เมื่อกำหนดลำดับให้ ผู้เรียนสามารถหาพจน์ทั่วไป (พจน์ที่ n) ของลำดับเรขาคณิตได้	27. พจน์ที่ n ของลำดับ $8, 16, 32, \dots$ ตรงกับข้อใด ก. 2^n ข. 2^{n+1} ค. 2^{n+2} ✓ ง. 2^{n+3}	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	28. ข้อใดคือพจน์ทั่วไปของลำดับ เรขาคณิต $\frac{1}{2}, a, b, c, 8$ เมื่อ $n \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ และ r เป็นจำนวนจริงบวก ก. $2^n - 1$ ข. $2^n - 2$ ค. 2^{n-1} ง. 2^{n-2} ✓	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
15. นำความรู้เรื่องลำดับเรขาคณิตมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	29. สุรียาเริ่มต้นทำงานด้วยเงินเดือนละ 15,000 บาท และหวังว่าเงินเดือนของเขาจะเพิ่มขึ้นปีละ 7% ของเงินเดือน ในปีที่ 6 สุรียาจะได้รับเงินเดือนประมาณเท่าใด ก. 20,935 บาท ข. 21,038 บาท ✓ ค. 22,510 บาท ง. 23,670 บาท	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	30. ในปีพ.ศ. 2548 ประชากรในจังหวัดหนึ่งมี 60,000 คน ถ้าในแต่ละปีประชากรในจังหวัดนี้เพิ่มขึ้นปีละ 4% ในปี 2560 จะมีประชากรประมาณกี่คน ก. $60,00 \left(\frac{26}{25} \right)^{10}$ ข. $60,00 \left(\frac{26}{25} \right)^{11}$ ✓ ค. $60,00 \left(\frac{25}{26} \right)^{10}$ ง. $60,00 \left(\frac{25}{26} \right)^{11}$	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
16. มีความรู้ความเข้าใจความหมายของอนุกรมเลขคณิต	31. ข้อใดไม่เป็นอนุกรมเลขคณิต ก. $1 + 3 + 5 + 7 + 9$ ข. $2 + 4 + 8 + 16 + 32$ ✓ ค. $7 + 14 + 21 + 28 + 35$ ง. $10 + 15 + 20 + 25 + 30$	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	32. ข้อใดสามารถหาผลบวกของอนุกรมเลขคณิตได้ ก. $a_1 + (a_1 - d) + (a_1 + 2d)$ ข. $a_1 + (a_1 + d) + (a_1 + 2d)$ ✓ ค. $a_1 + (a_1 - 1) + (a_1 - 2) + (a_1 - 3)$ ง. $a_1 + (a_1 + d) + (a_1 + 2) + (a_1 + 3)$	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
17. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาผลลัพธ์ของอนุกรมเลขคณิตที่กำหนดให้	33. ผลบวก 8 พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต $4 + 9 + 14 + \dots$ มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 172 ✓ ข. 344 ค. 516 ง. 612	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	34. ผลรวมของอนุกรม $6 + 9 + 12 + \dots + 99$ มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 1,690 ข. 1,685 ค. 1,682 ง. 1,680 ✓	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การ เรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3		
18. นำความรู้เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	35. ผลบวกของจำนวนเต็มที่มีค่าอยู่ ระหว่าง 100 และ 500 ที่ 9 หารลงตัว เป็นเท่าไร ก. 10,266 ข. 11,266 ค. 12,266 ง. 13,266 ✓	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	36. สวนซาเซียว ปลูกต้นซาเป็นแถวดังนี้ แถวแรก 14 ต้น แถวที่สอง 16 ต้น แถวที่สาม 18 ต้น โดยปลูกเพิ่มเช่นนี้ ตามลำดับเลขคณิต ถ้าปลูกทั้งหมด 20 แถว จะมีต้นซาเซียวทั้งหมดกี่ต้น ก. 650 ข. 660 ✓ ค. 670 ง. 680	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
19. มีความรู้ ความเข้าใจ ความหมายของ อนุกรมเรขาคณิต ได้	37. ข้อใดเป็นอนุกรมเรขาคณิต ก. $1 + 3 + 5 + 7 + 9$ ข. $2 + 4 + 8 + 16 + 32$ ✓ ค. $7 + 14 + 21 + 28 + 35$ ง. $10 + 15 + 20 + 25 + 30$	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การ เรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ ประเมิน
		1	2	3		
20. มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการหา ผลลัพธ์ของ อนุกรมเรขาคณิตที่ กำหนดให้	38. ผลบวก 8 พจน์แรกของอนุกรม $3 + 9 + 27 + 81 + \dots$ เท่ากับเท่าใด ก. 7,734 ข. 7,751 ค. 9,800 ง. 9,840 ✓	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
	39. ผลบวก 10 พจน์แรกของอนุกรม เรขาคณิต $1 + 2 + 4 + 8 + \dots$ เท่ากับเท่าใด ก. 1,017 ข. 1,020 ค. 1,023 ✓ ง. 1,030	+1	+1	+1	1	นำไปใช้
21. นำความรู้ เรื่องอนุกรม เรขาคณิตไป ประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	40. ตะวันตั้งใจจะบริจาคเงินให้ โรงพยาบาลแห่งหนึ่งโดยปีแรกบริจาค เงินจำนวน 5000 บาท ในปีถัดไป บริจาคเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของเงิน บริจาคในปีที่ผ่านมา เมื่อครบ 5 ปี โรงพยาบาลจะได้รับเงินบริจาครวม ทั้งหมดเท่าไร ก. 150,000 ข. 155,000 ✓ ค. 160,000 ง. 165,000	+1	+1	+1	1	นำไปใช้

ตาราง 14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.63	0.30	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
2	0.30	0.45	นำไปใช้
3	0.50	0.68	นำไปใช้
4	0.47	0.60	นำไปใช้
5	0.53	0.35	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
6	0.33	0.21	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
7	0.83	0.39	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
8	0.43	0.69	นำไปใช้
9	0.70	0.61	นำไปใช้
11	0.47	0.33	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
12	0.47	0.79	นำไปใช้
13	0.60	0.50	นำไปใช้
14	0.27	0.20	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
15	0.57	0.39	นำไปใช้
16	0.53	0.58	นำไปใช้
17	0.53	0.51	นำไปใช้
19	0.50	0.46	นำไปใช้
21	0.50	0.68	นำไปใช้
22	0.43	0.53	นำไปใช้
23	0.53	0.44	นำไปใช้
24	0.33	0.21	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
25	0.43	0.69	นำไปใช้
26	0.63	0.56	นำไปใช้
27	0.53	0.58	นำไปใช้

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล
28	0.70	0.61	นำไปใช้
29	0.53	0.51	นำไปใช้
30	0.20	0.17	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
31	0.67	0.47	นำไปใช้
32	0.43	0.25	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
33	0.47	0.79	นำไปใช้
34	0.40	0.38	นำไปใช้
35	0.47	0.32	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
36	0.40	0.36	นำไปใช้
37	0.57	0.54	นำไปใช้
38	0.47	0.60	นำไปใช้
39	0.43	0.67	นำไปใช้
40	0.53	0.61	นำไปใช้

ตาราง 15 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อ	แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		1	2	3		
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์						
1	ถ้า a_1, a_2, a_3, \dots เป็นลำดับเลขคณิต ซึ่ง $a_{30} - a_{10} = 30$ แล้ว ผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตนี้ มีค่าเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2	จงหาพจน์ที่ 31 ของลำดับเลขคณิต $\frac{1}{20}, \frac{1}{30}, \frac{1}{60}, \dots$	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3	ผลบวกของอนุกรมเรขาคณิต $1 - 2 + 4 - 8 + \dots + 256$ เท่ากับเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4	จงหาค่าของ $1 + 6 + 11 + 16 + \dots + 101$	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5	ลำดับเลขคณิต $-43, -34, -25, \dots$ มีพจน์ที่มีค่าน้อยกว่า 300 อยู่ที่พจน์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์						
6	กำหนดให้ S_n เป็นผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต ซึ่งมีอัตราส่วนร่วมเท่ากับ 2 ถ้า $S_{10} - S_8 = 32$ แล้ว พจน์ที่ 9 ของอนุกรมนี้เท่ากับเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7	พิจารณาผลต่างระหว่างพจน์ของลำดับ $2, 5, 10, 17, 26, \dots$ โดยการให้เหตุผลแบบอุปนัย พจน์ที่ 10 ของลำดับ เท่ากับเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8	กำหนดให้ $\frac{3}{2}, 1, \frac{1}{2}, \dots$ เป็นลำดับเลขคณิต ผลบวกของพจน์ที่ 40 และพจน์ที่ 42 เท่ากับเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	แบบวัดทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		1	2	3		
ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ						
9	ถ้า a_1, a_2, a_3, \dots เป็นลำดับเลขคณิต ซึ่ง $a_2 + a_3 + \dots + a_9 = 100$ แล้ว $S_{10} = a_1 + a_2 + \dots + a_{10}$ มีค่า เท่ากับเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
10	กำหนดให้ a_1, a_2, a_3, \dots เป็นลำดับ เรขาคณิตถ้า $a_2 = 8$ และ $a_5 = -64$ แล้ว ผลบวกของ 10 พจน์ แรกของลำดับนี้มีค่าเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11	ลำดับเรขาคณิตลำดับหนึ่งมีผลบวกและ ผลคูณของ 3 พจน์แรกเป็น 13 และ 27 ตามลำดับ ถ้า r เป็นอัตราส่วนร่วมของ ลำดับนี้แล้ว $r + \frac{1}{r}$ มีค่าเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ความสามารถในการเชื่อมโยง						
12	ป้าจู้เริ่มขายขนมครกในวันที่ 3 มกราคม ในวันแรกขายได้กำไร 100 บาท และใน วันต่อไป จะขายได้กำไรเพิ่มขึ้นจากวัน ก่อนหน้าวันละ 100 บาท จงหาวันที่ของ เดือน มกราคมที่ป้าจู้ขายได้เฉพาะกำไร ในวันนั้น 340 บาท	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
13	ถ้าผลบวกและผลคูณของสามพจน์แรก ของลำดับเลขคณิตที่มี d เป็นผลต่าง ร่วม เท่ากับ 15 และ 80 ตามลำดับ แล้ว d^2 มีค่าเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	แบบวัดทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		1	2	3		
14	กำหนดให้ $S = \{101, 102, 103, \dots, 999\}$ ถ้า a เท่ากับผลบวกของจำนวนคี่ทั้งหมดใน S และ b เท่ากับผลบวกของจำนวนคู่ทั้งหมดใน S แล้ว $b - a$ มีค่าเท่ากับเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
15	ในสวนป่าแห่งหนึ่ง เจ้าของปลูกดัญญาคาลิปตัสเป็นแถว ดังนี้ แถวแรก 12 ต้น แถวที่สอง 14 ต้น แถวที่สาม 16 ต้น โดยปลูกเพิ่มเช่นนี้ ตามลำดับเลขคณิต ถ้าเจ้าของปลูกดัญญาคาลิปตัสทั้งหมด 15 แถว จะมีต้นยูคาลิปตัสในสวนป่านี้ทั้งหมดกี่ต้น	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์						
16	กำหนดให้ a_1, a_2, a_3 เป็นลำดับเรขาคณิต โดยที่ $a_1 = 2$ และ $a_3 = 200$ แล้ว a_2 มีค่าเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
17	ใน 40 พจน์แรกของลำดับ $a_n = 3 + (-1)^n$ มีกี่พจน์ที่มีค่าเท่ากับพจน์ที่ 40	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
18	กำหนดให้ S_n เป็นผลบวก n พจน์แรกของลำดับเลขคณิต a_1, a_2, a_3, \dots ถ้า $S_5 = 90$ และ $S_{10} = 5$ แล้ว a_{11} มีค่าเท่ากับเท่าใด	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		1	2	3		
ด้านรูปแบบ/ลักษณะของบทเรียนบนเว็บ						
1	แบบอักษรและขนาดของตัวอักษรที่ใช้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2	เสียงประกอบมีความชัดเจน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3	การเข้าใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4	บทเรียนมีความสวยงาม น่าสนใจ	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ด้านเนื้อหา						
5	การจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
6	อธิบายเนื้อหาในแต่ละหน่วยได้ชัดเจน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7	แบบทดสอบมีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8	บทเรียนช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา เรื่อง ลำดับและอนุกรม	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
9	กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนร่วมกับการเรียนด้วยบทเรียนบนเว็บช่วยให้นักเรียน มีความเข้าใจเรื่อง ลำดับและอนุกรมมากขึ้น	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
10	สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาที่ต้องการ	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11	สามารถทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
12	กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน ส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ภาคผนวก ง ผลการศึกษาค้นคว้า

ตาราง 17 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 และ E_2 ของบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 18 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 19 แสดงค่า t – test Dependent sample เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 20 แสดงร้อยละของคะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 21 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 17 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 และ E_2 ของบทเรียนบนเว็บ เรื่อง
ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	ระหว่างเรียน										รวม	หลังเรียน
	10	10	10	15	20	15	20	20	20	20	160	40
1	8	8	9	10	14	12	12	16	13	16	118	28
2	9	9	8	13	15	13	15	16	14	15	127	26
3	10	9	8	13	14	15	14	17	17	18	135	36
4	8	8	10	12	13	12	15	17	18	18	131	36
5	10	10	8	14	12	13	14	17	14	16	128	32
6	8	10	10	12	17	12	20	20	19	17	145	34
7	10	10	10	13	12	13	14	17	17	16	132	33
8	8	7	8	12	15	12	12	16	13	15	118	32
9	10	9	8	12	14	14	13	16	19	15	130	33
10	9	8	8	10	16	10	12	16	14	14	117	28
11	7	8	8	13	14	15	20	20	14	16	135	34
12	8	8	8	11	16	11	12	16	15	16	121	32
13	8	9	9	13	14	10	15	15	14	15	122	30
14	7	7	8	12	14	13	18	19	16	16	130	34
15	9	8	9	12	15	11	15	16	14	16	125	32
16	10	9	8	11	16	15	16	17	17	17	136	36
17	9	8	10	12	16	11	17	17	17	16	133	32
18	10	9	8	12	17	14	15	16	16	16	133	32
19	10	10	8	11	16	14	16	15	18	16	134	33
20	10	10	8	11	14	13	14	15	15	18	128	36
21	8	8	8	12	15	13	14	15	13	15	121	31
22	9	10	8	11	16	12	13	15	15	13	122	28
23	8	9	8	12	16	13	14	16	13	15	124	27
24	8	8	8	12	16	13	17	15	14	14	125	27

ตาราง 17 (ต่อ)

เลขที่	ระหว่างเรียน										รวม	หลังเรียน
25	10	9	8	15	15	15	20	18	18	18	146	36
26	9	9	8	12	18	15	16	20	20	17	144	34
27	10	9	8	11	15	13	15	15	15	13	124	29
28	9	10	9	12	16	13	16	17	16	17	135	34
29	10	10	8	14	13	14	14	16	16	18	133	36
30	8	8	8	13	17	13	17	18	17	18	137	36
รวม	267	264	252	363	451	387	455	499	471	480	3889	967
เฉลี่ย	8.90	8.80	8.40	12.10	15.03	12.90	15.17	16.63	15.70	16.00	129.63	32.23
ร้อยละ	89.00	88.00	84.00	80.67	75.17	86.00	75.83	83.17	78.50	80.00	81.02	80.58
E_1/E_2							81.02					80.58

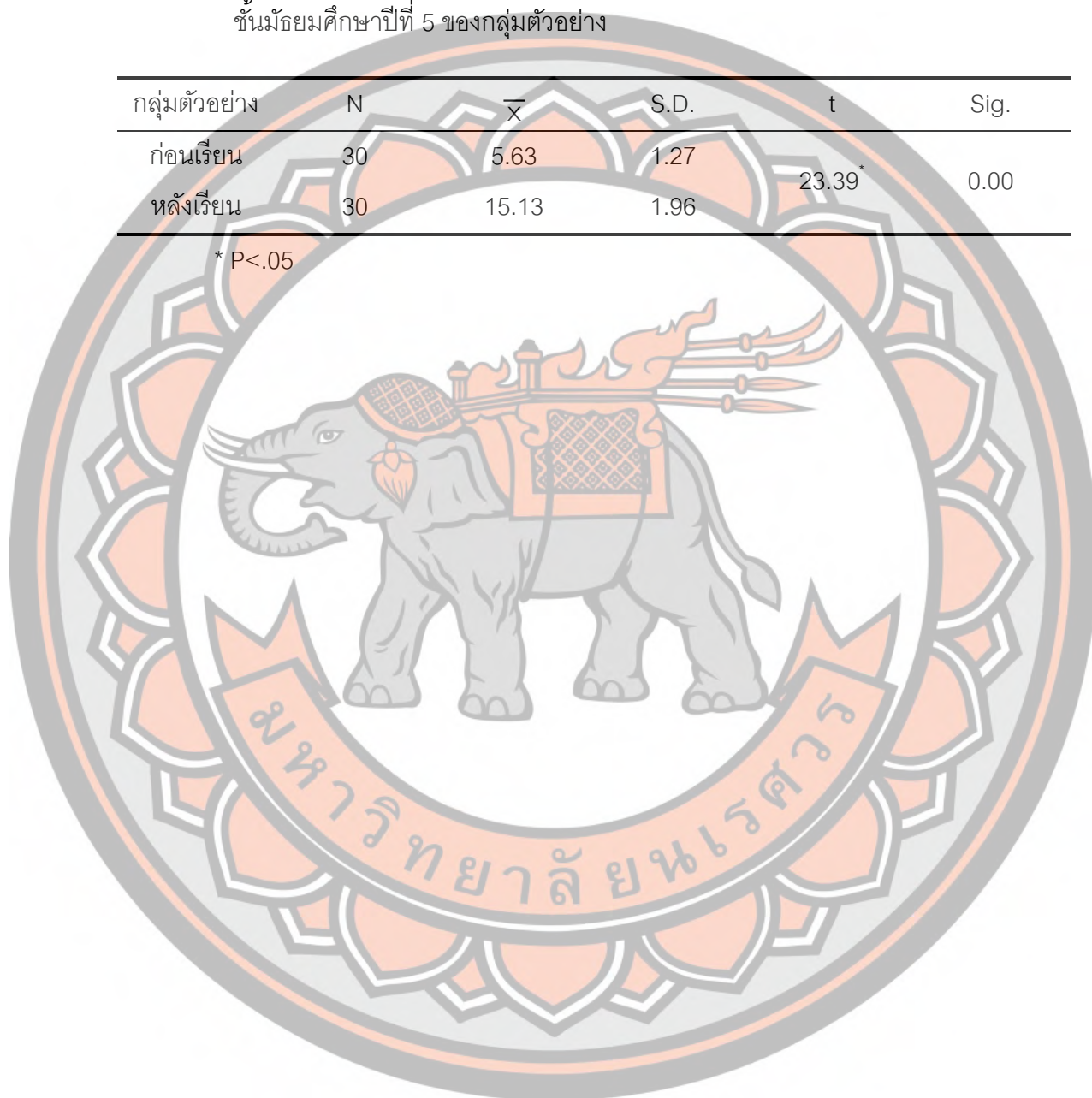
ตาราง 18 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนโดย
การเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง

เลขที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)	ความต่างระหว่าง คะแนน (D)	ความต่างระหว่าง คะแนนยกกำลังสอง (D^2)
1	4	13	9	81
2	5	14	9	81
3	4	17	13	169
4	5	16	11	121
5	4	15	11	121
6	5	16	11	121
7	6	14	8	64
8	5	14	9	81
9	5	17	12	144
10	5	14	9	81
11	7	17	10	100
12	5	13	8	64
13	7	13	6	36
14	6	13	7	49
15	5	13	8	64
16	5	17	12	144
17	6	18	12	144
18	5	18	13	169
19	5	17	12	144
20	5	17	12	144
21	4	13	9	81
22	5	13	8	64
23	8	13	5	25
24	8	13	5	25
25	9	19	10	100
26	6	17	11	121
27	5	13	8	64
28	7	15	8	64
29	7	15	8	64
30	6	17	11	121

ตาราง 19 แสดงค่า t – test Dependent sample เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{x}	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	30	5.63	1.27	23.39*	0.00
หลังเรียน	30	15.13	1.96		

* P<.05



ตาราง 20 แสดงร้อยละของคะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้ด้วย
บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	
1	37	68.52	16	47	87.04	
2	41	75.93	17	44	81.48	
3	44	81.48	18	45	83.33	
4	42	77.78	19	44	81.48	
5	44	81.48	20	40	74.07	
6	47	87.04	21	37	68.52	
7	41	75.93	22	39	72.22	
8	36	66.67	23	37	68.52	
9	43	79.63	24	38	70.37	
10	38	70.37	25	51	94.44	
11	44	81.48	26	47	87.04	
12	39	72.22	27	37	68.52	
13	38	70.37	28	40	74.07	
14	41	75.93	29	43	79.63	
15	37	68.52	30	44	81.48	
					เฉลี่ย	76.85

ตาราง 21 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ระดับเกณฑ์ความเหมาะสมที่เสนอแนะโดย ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2552)

ค่าเฉลี่ย		ระดับความพึงพอใจ	
4.50 – 5.00		มากที่สุด	
3.50 – 4.49		มาก	
2.50 – 3.49		ปานกลาง	
1.50 – 2.49		น้อย	
1.00 – 1.49		น้อยที่สุด	

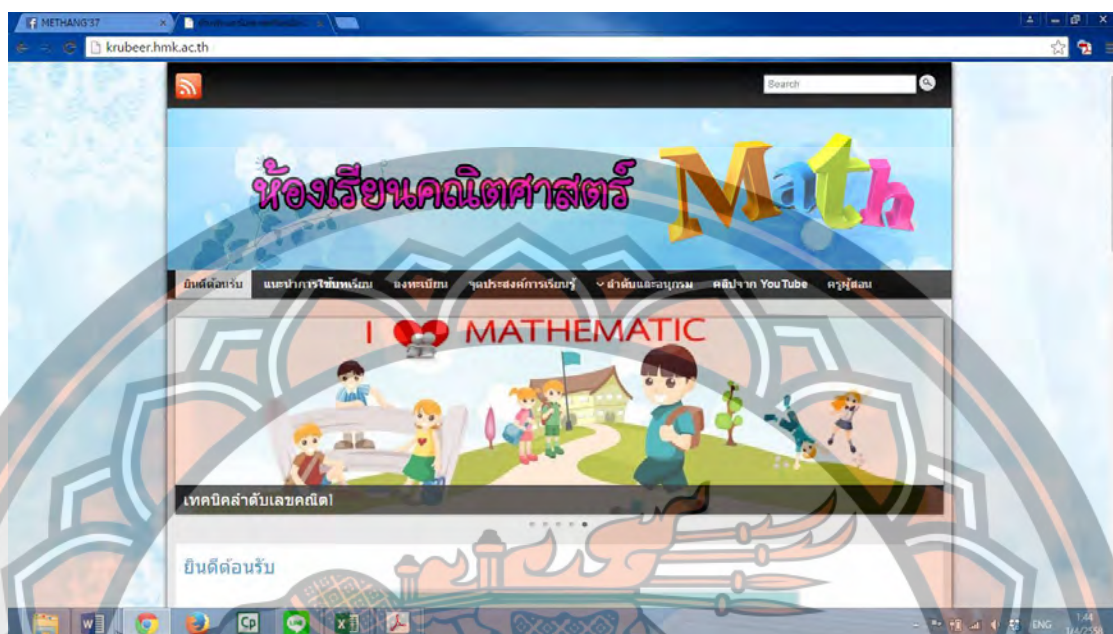
รายการประเมิน		n = 30		ระดับความพึงพอใจ
		\bar{x}	S.D.	
ด้านรูปแบบ/ลักษณะของบทเรียนบนเว็บ				
1	แบบอักษรและขนาดของตัวอักษรที่ใช้	4.63	0.56	มากที่สุด
2	เสียงประกอบมีความชัดเจน	4.03	0.67	มาก
3	การเข้าใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.07	0.83	มาก
4	บทเรียนมีความสวยงาม น่าสนใจ	4.27	0.52	มาก
เฉลี่ยด้านรูปแบบ/ลักษณะของบทเรียนบนเว็บ		4.25	0.69	มาก
ด้านเนื้อหา				
5	การจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก	4.13	0.63	มาก
6	อธิบายเนื้อหาในแต่ละหน่วยได้ชัดเจน	4.47	0.57	มาก
7	แบบทดสอบมีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	4.03	0.67	มาก
8	บทเรียนช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา เรื่อง ลำดับและอนุกรม	4.57	0.57	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านเนื้อหา		4.30	0.64	มาก

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	n = 30		ระดับ ความพึงพอใจ
	\bar{x}	S.D.	
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
9 กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนร่วมกับการเรียน ด้วยบทเรียนบนเว็บช่วยให้นักเรียน มีความ เข้าใจเรื่อง ลำดับและอนุกรมมากขึ้น	4.27	0.52	มาก
10 สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาที่ต้องการ	4.07	0.87	มาก
11 สามารถทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.47	0.51	มาก
12 กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน ส่งเสริมการ ฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	4.10	0.40	มาก
เฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.23	0.61	มาก
เฉลี่ยรวม	4.26	0.65	มาก

ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทเรียนบนเว็บไซต์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5

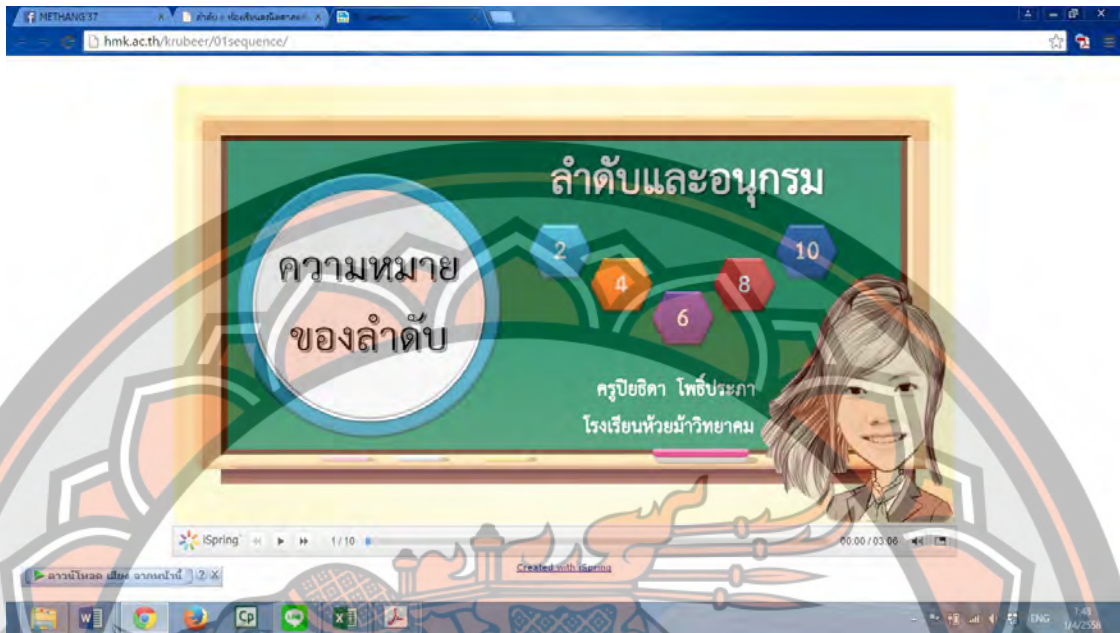




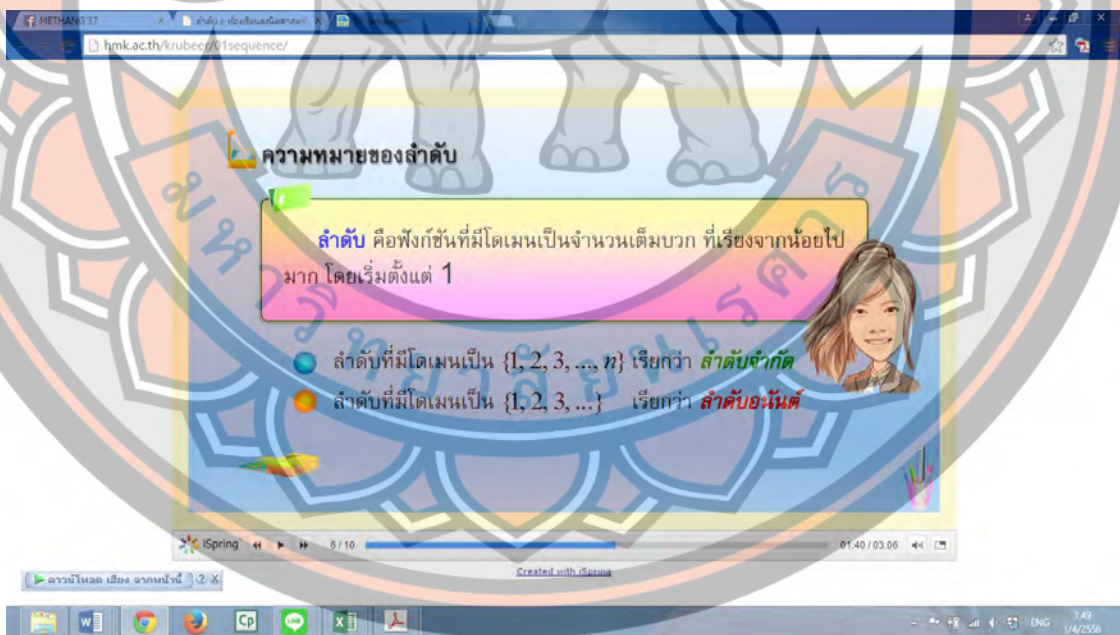
ภาพ 10 แสดงตัวอย่างหน้าแรกของบทเรียนบนเว็บ เรื่อง ลำดับและอนุกรม



ภาพ 11 แสดงตัวอย่างเนื้อหาบทเรียน



ภาพ 12 แสดงตัวอย่างเนื้อหาบทเรียน



ภาพ 13 แสดงตัวอย่างเนื้อหาบทเรียน

แบบฝึกหัดลำดับและอนุกรม เรื่อง ลำดับ
คำสั่ง จงเติมคำตอบที่ถูกต้อง

- ลำดับ 2, 4, 6, 8, 10, เป็นลำดับจำกัด หรือลำดับอนันต์ (ลำดับจำกัดตอบ 1 ลำดับอนันต์ตอบ 2)
เติมคำตอบ (ห้ามแค่เครื่องหมาย)
- ผลของจำนวนเต็มลบ เป็นลำดับจำกัดหรือ ลำดับอนันต์ (ลำดับจำกัดตอบ 1 ลำดับอนันต์ตอบ 2)
เติมคำตอบ (ห้ามแค่เครื่องหมาย)
- ผลคูณของ $2n + 1$ เมื่อ $n = \{1, 2, 3, 4\}$ เป็นลำดับจำกัดหรือ ลำดับอนันต์ (ลำดับจำกัดตอบ 1 ลำดับอนันต์ตอบ 2)
เติมคำตอบ (ห้ามแค่เครื่องหมาย)
- พจน์ที่สองของลำดับ $a_n = 5n + 1$ คือ
เติมคำตอบ (ห้ามแค่เครื่องหมาย)
- พจน์ที่สี่ของลำดับ $a_n = -3n$ คือ
เติมคำตอบ (ห้ามแค่เครื่องหมาย)
- พจน์ที่สิบของลำดับ 2, 7, 17, 32, ... คือ
เติมคำตอบ (ห้ามแค่เครื่องหมาย)
- พจน์ที่สิบของลำดับ 100, 99, 97, 94, ... คือ
เติมคำตอบ (ห้ามแค่เครื่องหมาย)

ภาพ 14 แสดงตัวอย่างแบบฝึกหัด

ลำดับและอนุกรม เรื่อง ลำดับ จำนวน 10 ข้อ
คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

ข้อที่ 1) ข้อใดเป็นลำดับจำกัด

- 5, 10, 15, 20, 25, ...
- 3, 5, 7, 9, 11
- $a_n = 5n - 1$
- $a_n = 3n^2 - 1$

ข้อที่ 2) ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- 9, 7, 5, 3 เป็นลำดับจำกัด
- 4, 16, 64, ... เป็นลำดับอนันต์
- $a_n = n^2 + 2$ เป็นลำดับจำกัด
- $a_n = n^2 + 1$ เป็นลำดับอนันต์

ข้อที่ 3) สี่พจน์แรกของลำดับ $a_n = 4n - 2$ คือข้อใด

- 2, 6, 10, 14
- 2, 4, 6, 8
- 4, 8, 12, 16
- 6, 10, 14, 18

ภาพ 15 แสดงตัวอย่างแบบทดสอบ



ประวัติผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยพระนคร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล ปิยธิดา โพธิ์ประภา
 วัน เดือน ปี เกิด 22 ธันวาคม 2525
 ที่อยู่ปัจจุบัน 43/11 หมู่ 6 ต.เหมืองหม้อ อ.เมือง จ.แพร่
 ที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม 80 หมู่ 11 ต.ห้วยม้า อ.เมือง จ.แพร่
 ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ
 ประสบการณ์การทำงาน
 พ.ศ. 2548 โรงเรียนบ้านป่อกะปุง หมู่ 14 ต.บ้านไร่ อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์
 พ.ศ. 2554 โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม 80 หมู่ 11 ต.ห้วยม้า อ.เมือง จ.แพร่
 ประวัติการศึกษา
 พ.ศ. 2547 ศษ.บ. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

