

ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่อง สถิติ  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสาร  
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปริญญาานิพนธ์

ของ

วรรณศิริ หลงรัก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2553

ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่อง สถิติ  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสาร  
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปริญญาานิพนธ์

ของ

วรรณศิริ หลงรัก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่อง สถิติ  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสาร  
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทคัดย่อ

ของ

วรรณศิริ หลงรัก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2553

วรรณศิริ หลงรัก. (2553). ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่อง สถิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมาลย์, รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยง และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนป้อมนาคราชสหวิทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน 38 คน เวลาที่ใช้ในการสอน 18 ชั่วโมง แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One – Group Pretest – Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ t – test for Dependent Samples และค่าสถิติ t – test for One Sample

ผลการศึกษาพบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย 83.33/80.31 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECTS OF DEVELOPING CONTEXTUAL LEARNING ACTIVITIES IN “STATISTICS”  
ON ACADEMIC ACHIEVEMENT, MATHEMATICAL CONNECTION SKILLS AND  
COMMUNICATION SKILLS OF MATHAYOMSUKSA V STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

WANNASIRI LHONGRUK

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Master of Education Degree in Secondary Education  
at Srinakharinwirot University

May 2010

Wannasiri Lhongruk. (2010). *The Effects of Developing Contextual Learning Activities in "Statistics" on Academic Achievement, Mathematical Connection Skills and Communication Skills of Mathayomsuksa V Students*. Master Thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee: Assoc. Prof. Dr.Chaweewan Sawetamalya, Assoc. Prof. Nipa Sripairot.

The purposes of this research were to construct and develop contextual learning activities in "Statistics", to compare students' academic achievement before and after being provided contextual learning activities, and to compare students' academic achievement, mathematical connection skills and communication skills after being provided contextual learning activities with a criterion.

The subjects of this study were 38 mathayomsuksa V students in the second semester of 2009 academic year from Pomnakarachsawatyanon Samutprakarn Province. They were selected through cluster random sampling technique. The experiment lasted for 18 hours. The One – Group pretest – posttest design was used for this study. The data were analyzed by using t – test for dependent samples and t – test for one sample.

The findings were as follows :

1. The contextual learning activities in "Statistics" had the efficiency of 83.33/80.31, higher than the 70/70 criterion.
2. The mathematical academic achievement for mathayomsuksa V students after being provided contextual learning activities was statistically higher than that before being provided at the .01 level of significance.
3. The mathematical academic achievement for mathayomsuksa V students after being provided contextual learning activities statistically passed the 70 percent criterion at the .01 level of significance.
4. The mathematical connection skills for mathayomsuksa V students after being provided contextual learning activities statistically passed the 70 percent criterion at the .01 level of significance.

5. The mathematical communication skills for mathayomsuksa V students after being provided contextual learning activities statistically passed the 70 percent criterion at the .01 level of significance.

ปริญญาานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่อง สถิติ  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสาร  
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ของ

วรรณศิริ หลงรัก

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. 2553

คณะกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เสวตมาลัย)

(รองศาสตราจารย์ ดร.นพพร แหม่มแสง)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)

(รองศาสตราจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เสวตมาลัย)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)



งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำวิจัยจากรองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ กรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และกรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม รองศาสตราจารย์ ดร.นพพร แหยมแสง ประธานกรรมการสอบปากเปล่า อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน กรรมการสอบปากเปล่า ซึ่งท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัยนี้แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ และอาจารย์ลักขณา กุลสวัสดิ์ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียน และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลองในการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ สมาชิกในครอบครัวทุกคน ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีได้เอื้อนามมา ณ ที่นี้ ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจตลอดเวลา ผู้วิจัยจักระลึกถึงพระคุณของท่านตลอดไป

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

วรรณศิริ หลงรัก

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
สมมติฐานของการวิจัย.....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านบริบท.....	12
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	35
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	46
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	63
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	86
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	86
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	86
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	103
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	111
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	111
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	111
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	112

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	116
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	116
สมมติฐานของการวิจัย.....	116
วิธีดำเนินการวิจัย.....	117
สรุปผลการวิจัย.....	119
อภิปรายผลการวิจัย.....	119
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	123
ข้อเสนอแนะ.....	123
บรรณานุกรม.....	125
ภาคผนวก.....	138
ภาคผนวก ก.....	139
ภาคผนวก ข.....	146
ภาคผนวก ค.....	159
ภาคผนวก ง.....	233
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	235

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลการสอบวัดของผู้เรียน 5 คน หลังการทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอน.....	29
2 ผลการวัดระหว่างเรียนกับหลังเรียนและผลการหาค่าประสิทธิภาพ.....	30
3 มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	65
4 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	94
5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	97
6 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	97
7 วิธีการประเมินแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียน.....	98
8 แบบแผนการทดลอง.....	104
9 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	112
10 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ.....	113
11 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์.....	113
12 การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์.....	114
13 การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์.....	115
14 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ จำนวน 60 ข้อ.....	140
15 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ.....	142
16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ จำนวน 50 ข้อ.....	143

## บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ วัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ.....	144
18 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่องที่ 1 การแจกแจงความถี่ของข้อมูล.....	147
19 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่องที่ 2 การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูล.....	148
20 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่องที่ 3 การวัดค่ากลางของข้อมูล.....	149
21 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่องที่ 4 การวัดการกระจายของข้อมูล.....	150
22 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ t – test Dependent.....	151
23 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One sample t – test.....	153
24 ผลการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One sample t – test.....	155
25 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One sample t – test.....	157

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	10
2 วงจรของนิเวศน์และเวทย์เลข.....	15
3 การใช้สมบัติการแจกแจงหาพื้นที่แรเงา.....	56
4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ข่าวสาร.....	70

# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคนซึ่งเป็นผลผลิตของระบบการศึกษาให้ปรับตัวและแก้ไขปัญหาที่มีความหลากหลายในสภาพการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว สามารถพัฒนาตนเอง ครอบครัว ชุมชน ตลอดจนประเทศชาติให้ก้าวหน้าไปอย่างพึงประสงค์ การจัดการศึกษาจึงควรเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 22 ซึ่งกล่าวว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ” (สำนักนโยบายและแผนการศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงศึกษาธิการ. 2542: 12) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล มีระเบียบการคิด ทำให้คนเกิดความคิดสร้างสรรค์จนเกิดวิทยาการก้าวหน้าไปในศาสตร์สาขาต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2545: 1) ได้ระบุว่าคณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ซึ่งสอดคล้องกับโครงการ PISA (Program for International Student Assessment) ที่ได้ให้ความสำคัญกับวิชาคณิตศาสตร์ โดยโครงการนี้ได้นิยามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ว่าเป็นการรู้และเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์ที่มีในชีวิตจริง สามารถตัดสินใจปัญหาต่างๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ และรู้จักใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาของตน

ในปัจจุบันนักเรียนต้องเผชิญกับภารกิจที่ต้องเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงมากมาย ในชีวิตประจำวันทุกคนใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น บอกเวลา การแลกเปลี่ยนเงินตรา การตัดสินใจ การคำนวณค่าภาษีที่ต้องจ่ายให้รัฐในแต่ละปี และในอาชีพต่างๆ เช่น นักบัญชี ครู – อาจารย์ นักเศรษฐศาสตร์ แพทย์ ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการประกอบอาชีพทั้งสิ้น (สิริพร ทิพย์คง. 2544: 13) จากที่กล่าวมาจะพบว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก แต่การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้สัมผัสกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวเขาเลย (สุรสาธิต ผาสุข. 2546: 3) ครูยังคงใช้วิธีสอนแบบอธิบายให้นักเรียนฟัง ขาดการทดลองจริง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 8) ซึ่งเป็นการเรียนการสอนแบบทางเดียว ขาดการค้นคว้า ทดลอง เน้นที่เนื้อหา โดยขาดกระบวนการ มองเห็นคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ไกลตัว ไม่มีประโยชน์ และไม่ค่อยสนุกกับวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปใช้งานได้อย่าง



กว้างขวางในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากที่เรียนในห้องเรียนและสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ (จรรยา ภูอุดม. 2544: 23–24; และ อัมพร ม้าคนอง. 2545: 1) จากที่กล่าวมาทำให้ตระหนักได้ว่าการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมาส่วนมากขาดการเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาอื่นและไม่มีการเชื่อมโยงกับ ชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนมองไม่เห็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์ที่มีต่อชีวิตจริงและมองว่าคณิตศาสตร์เป็น เรื่องไกลตัว

การเชื่อมโยงความรู้เป็นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังที่เคนเนดี; และ ทิปส์. (Kennedy; & Tipps. 1994: 194–198) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ ผู้เรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ เป็นรูปธรรม ได้แก่ รูปภาพ สัญลักษณ์ และมนทัศน์ กับกระบวนการรวมเนื้อหาและวิธีการต่างๆ ทาง คณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่ง สอดคล้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้พบเห็นหรือมีอยู่ในชีวิตประจำวัน เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจเองแท้จากตัวอย่างที่สัมผัสได้จริง ทำให้รู้สึกว่าการศึกษาคณิตศาสตร์มีประโยชน์ มีคุณค่า สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2544: 56) นอกจากนี้การสื่อสารก็เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ทั้งในด้านการดำเนินชีวิต ในสังคม การเมือง และการศึกษา จนอาจกล่าวได้ว่าการสื่อสารเป็นฟันเฟืองของการดำรงชีวิตในสังคม ให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่องโดยไม่หยุดยั้ง ซึ่งการสื่อสารเป็นความสามารถในการฟัง พูด อ่าน และเขียน เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนข่าวสารจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่ง เพื่อต้องการได้รับการ ตอบสนองให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ มุ่งก่อให้เกิดผลของการนำการสื่อสารไปใช้ และเกิดการ เปลี่ยนแปลงด้านการพัฒนาร่วมกัน (กิติมา สุรสนธิ. 2541: 1) ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใน ชั้นเรียนควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความชำนาญในด้านทักษะการสื่อสาร เพื่อจะได้นำเอาการสื่อสาร ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หนึ่งที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริง ได้แก่ การจัด กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual learning) ซึ่งการเรียนรู้ด้านบริบทจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียน เชื่อมโยงข้อมูลกับประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจ การสอนด้านบริบทเป็นวิธีการ สอนเพื่อเชื่อมโยงมนทัศน์ทางวิชาการกับสภาพชีวิตจริง และกระตุ้นให้นักเรียนเห็นว่าสิ่งที่พวกเขา เรียนมีความสัมพันธ์กับการดำเนินชีวิตของพวกเขาอย่างไร (Sears; & Hersh. 1999; Berns; & Erickson. 2001; & Lynch; et al. 2001.) สอดคล้องตามทฤษฎีและแนวความคิดเกี่ยวกับสติปัญญา (A Triarchic Theory of Human Intelligence) โดยใช้ชื่อทฤษฎีสามศร (Triarchic Theory) เสนอว่า องค์ประกอบของสติปัญญา มี 3 องค์ประกอบ ซึ่งสามารถอธิบายเป็นทฤษฎีย่อย 3 ทฤษฎี คือ ทฤษฎี ย่อยด้านบริบทสังคม (Contextual Subtheory) ทฤษฎีย่อยด้านประสบการณ์ (Experience

Subtheory) และทฤษฎีย่อยด้านการคิด (Componential Subtheory) (Sternberg. 1985: 21–23) โดยทฤษฎีย่อยด้านบริบทสังคมซึ่งอธิบายถึงความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของบุคคล เชื่อว่าการพัฒนาการคิดต้องมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมของบุคคลที่เขาเคยชิน ให้สิ่งเหล่านี้ค่อยๆ ปรับตัวด้วยกระบวนการ หรือเลือกสิ่งแวดล้อมเข้ามาช่วยปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและการปรับแต่งสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับสภาพของตน ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสัมพันธ์ ขั้นสร้างประสบการณ์ ขั้นประยุกต์ ขั้นร่วมมือ และขั้นถ่ายโอน นอกจากนี้จะเป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาไปยังชีวิตจริงตามประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นด้วยงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการสอนตามสภาพจริงพบว่า การสอนตามสภาพจริงช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น (Newman; & Wehlage. 1995: Online; Blank. 1997: Online; & Buckley. 2002: Abstract) ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วยรวมทั้งการนำสถานการณ์ในชีวิตจริงมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง ดังคำกล่าวที่ว่า การใช้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ (Blank. 1997: 15; Lubienski. 2001: Online; & Smith. 2001: 8) นอกจากนี้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาร่วมอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งลักษณะเด่นดังกล่าวนี้ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนในด้านการพูด การเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิดของตน เกิดการสื่อสาร แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน สามารถเรียนรู้แนวคิดอื่นๆ ได้จากเพื่อนร่วมชั้น

จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเนื้อหาเรื่องสถิติมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับชีวิตประจำวันของนักเรียนที่ได้พบกับข้อมูลข่าวสารต่างๆ มากมาย ส่งผลให้เกิดการวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารเพื่อช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง

## ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
5. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

### **ความสำคัญของการวิจัย**

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ จะช่วยเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาคณิตศาสตร์ภายในวิชา การเชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ หรือการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง

### **ขอบเขตของการวิจัย**

#### **ประชากรที่ใช้ในการวิจัย**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 168 คน

#### **กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 38 คน

#### **ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย**

การวิจัยใช้วิธีการทดลองโดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ใช้เวลาทั้งหมด 18 คาบ ใช้เวลาในการทดลอง 15 คาบ มีการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) 1 คาบ และทดสอบหลังเรียน (Posttest) 2 คาบ คาบละ 60 นาที

## เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค42102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ เรื่อง สถิติ ซึ่งมีเนื้อหาย่อยดังนี้

1. การแจกแจงความถี่ของข้อมูล	จำนวน	3	คาบ
2. การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูล	จำนวน	3	คาบ
3. การวัดค่ากลางของข้อมูล	จำนวน	6	คาบ
4. การวัดการกระจายของข้อมูล	จำนวน	3	คาบ

## ตัวแปรที่ศึกษา

### การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

### การศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
2. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การเรียนรู้ด้านบริบท** หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยงเนื้อหากับสภาพชีวิตจริง กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง โดยนำความรู้เดิมตามประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ได้รับกลายเป็นองค์ความรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1.1 **ขั้นสัมพันธ์ (Relating)** คือ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ชีวิตจริงหรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นโดยปกติทั่วไปตั้งแต่เป็นเด็กจนกระทั่งเติบโต

1.2 **ขั้นประสบการณ์ (Experiencing)** คือ ขั้นตอนการเรียนรู้โดยการให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลโดยการสำรวจ ทดลอง และประดิษฐ์คิดค้น ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ด้านบริบท ผู้เรียนนำประสบการณ์ที่ได้รับมาทั้งหมดทำความเข้าใจในทัศนอย่างลึกซึ้ง

1.3 **ขั้นประยุกต์ (Applying)** คือ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ขยายข้อความรู้จากขั้นตอนที่ 2 ในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการทราบ ผู้เรียนมีความสนใจ มีการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับเข้าด้วยกันเพื่อนำมโนทัศน์มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง

1.4 **ขั้นร่วมมือ (Cooperating)** คือ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแต่ละคนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนความรู้ ร่วมกันอภิปรายความเข้าใจมโนทัศน์ของพวกเขาเป็นกลุ่ม ในการเรียนแบบมีส่วนร่วมนี้จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีม

1.5 **ขั้นถ่ายโอน (Transferring)** คือ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แล้วให้ผู้เรียนนำข้อความรู้มาคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ พิจารณาไตร่ตรองร่วมกัน จนกระทั่งเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำมาใช้กับสถานการณ์ใหม่ในชีวิตจริงได้

**2. กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท** หมายถึง ขั้นตอนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับสภาพชีวิตจริง และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมทั้งเป็นรายบุคคลและกระบวนกรกลุ่ม โดยนำหลักการเรียนรู้ด้านบริบทแทรกลงในขั้นตอนของการจัดกิจกรรม มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 **ขั้นสัมพันธ์ (Relating)** ครูใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันเป็นการเตรียมความพร้อม การทบทวนความรู้ เพื่อเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งประสบการณ์ชีวิตจริงย่อมต้องมีความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องพยายามมุ่งเน้นไปที่ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นเป็นปกติสำหรับทุกคน เพื่อเป็นแนวทางเดียวกันผู้สอนอาจยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือสมมติสถานการณ์จำลอง ตั้งคำถาม ที่เป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยดี ถ้าเป็นปัญหาที่สร้างขึ้นมาจะต้องเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม และบริบททางสังคมของผู้เรียน

2.2 **ขั้นประสบการณ์ (Experiencing)** ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมแนะแนวทาง ศึกษาใบความรู้ อาจให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากสื่อ/แหล่งเรียนรู้ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด ชุมชน เป็นต้น เพื่อทำความเข้าใจและสรุปมโนทัศน์

2.3 **ขั้นประยุกต์ (Applying)** ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด หรือสร้างชิ้นงาน เพื่อเป็นการนำองค์ความรู้จากขั้นสร้างประสบการณ์มาปฏิบัติ โดยแบบฝึกหัดที่สร้างขึ้นต้องเป็นปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง รวมทั้งอาจให้นักเรียนสร้างปัญหาในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่สามารถนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

2.4 **ขั้นร่วมมือ (Cooperating)** ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้อภิปรายกลุ่ม มีการนำเสนอผลงาน หรือรายงานหน้าชั้นเรียน

2.5 ขั้นถ่ายโอน (Transferring) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แล้วนำความรู้ที่นำมาคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ในชีวิตประจำวันได้ อาจให้ผู้เรียนเขียนผังมโนทัศน์ หรือจัดนิทรรศการ เป็นต้น

**3. ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท** หมายถึง คุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อนำไปสอนแล้วทำให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 70/70 โดยมีความหมายดังนี้

70 ตัวแรก เป็นคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ

70 ตัวหลัง เป็นคะแนนที่ได้จากการประเมินหลังจากที่นักเรียนเสร็จสิ้นการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากผลการทำแบบทดสอบย่อย นำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ

**4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ จำแนกได้ 4 ด้าน ดังนี้

4.1 ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ ประกอบด้วยความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และความสามารถในการคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว

4.2 ความเข้าใจ ประกอบด้วยความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ สามารถเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามแนวของเหตุผล การอ่านและตีความโจทย์ปัญหา

4.3 การนำไปใช้ ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับที่ได้เรียนรู้มา สามารถเปรียบเทียบ วิเคราะห์ข้อมูล และมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน

4.4 การวิเคราะห์ ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ไม่เคยเห็นมาก่อน แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน สามารถค้นหาความสัมพันธ์จากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา สามารถสร้างข้อพิสูจน์ เข้าใจการพิสูจน์ ยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล สามารถสร้างสูตรหรือกระบวนการคิดคำนวณขึ้นมาใหม่ให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมอย่างสมเหตุสมผล

**5. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้เนื้อหาสาระ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับสาระภายในวิชา หรือวิชาอื่นๆ หรือ

ชีวิตประจำวัน โดยเชื่อมโยงมโนทัศน์ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ และการดำเนินชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

**6. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการพูด การเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิด ซึ่งแสดงความหมายและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียน โดยใช้แบบทดสอบและแบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสังเกตได้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

6.1 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวทางการคิดที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน จากการปฏิบัติกิจกรรมทางการสื่อสารในกิจกรรมช่วงการแสดงความคิดเห็น การอภิปราย และการนำเสนอ (ขึ้นร่วมมือ) ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ซึ่งวัดได้จากการทำใบงานโดยใช้แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูดเป็นแบบรูบริก (Rubric Assessment)

6.2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการเขียนอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการสื่อสารด้านการเขียนของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ซึ่งวัดได้จากการทำใบงานโดยใช้แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการเขียนเป็นแบบรูบริก (Rubric Assessment) และแบบทดสอบฉบับเดียวกับการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

**7. เกณฑ์** หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนจากใบงานแบบทดสอบหลังเรียน และแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยที่ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งปรับปรุงมาจากการตัดสินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สำนักวิชาการและมาตรฐานศึกษา ดังนี้

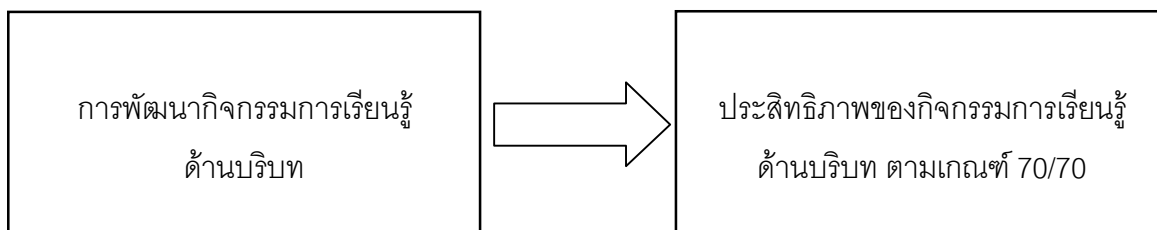
คะแนน	ความหมาย
ร้อยละ 80–100	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ทักษะการเชื่อมโยง/ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม
ร้อยละ 75–79	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ทักษะการเชื่อมโยง/ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
ร้อยละ 70–74	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ทักษะการเชื่อมโยง/ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี
ร้อยละ 65–69	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ทักษะการเชื่อมโยง/ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างดี
ร้อยละ 60–64	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ทักษะการเชื่อมโยง/ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับน่าพอใจ
ร้อยละ 55–59	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ทักษะการเชื่อมโยง/ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้
ร้อยละ 50–54	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ทักษะการเชื่อมโยง/ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
ร้อยละ 0–49	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ทักษะการเชื่อมโยง/ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

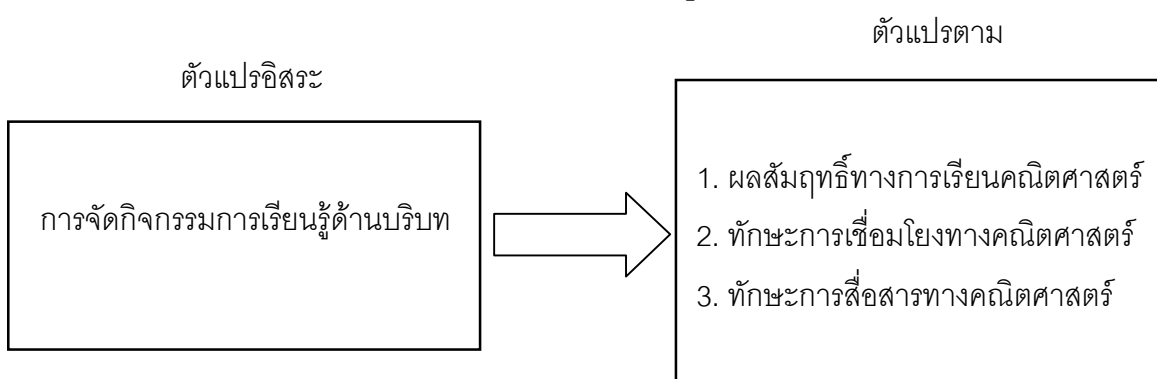
ผู้วิจัยได้นำแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทของครอบครัว; และ วิท (Crawford; & Witte. 1999: 34–38); ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (Advanced Technology Environmental and Energy Center, [ATEEC]. 2000: Online); เซียร์ส (Sears. 2002: 5–18); วิลเลียมส์ (Williams. 2007: 573); ศูนย์การวิจัยและพัฒนาทางอาชีพ (Center for Occupational Research and Development, [CORD]. 2009b: Online) และ มหาวิทยาลัยแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (University of Southern California, [USC]. 2009: Online) ซึ่งเน้นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับสภาพชีวิตจริง ตามประสบการณ์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งลักษณะเด่นของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทในชั้นร่วมมือหรือชั้นสื่อสารที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เป็นกรอบแนวคิด ดังแสดงในภาพประกอบ 1



### การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท



### การศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### สมมติฐานของการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
5. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านบริบท
  - 1.1 ความหมายของการเรียนรู้ด้านบริบท
  - 1.2 วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท
  - 1.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท
  - 1.4 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้
  - 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านบริบท
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 3.2 มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 3.3 การพัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 3.4 คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยง
  - 3.5 ประโยชน์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการเชื่อมโยง
  - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 4.1 ความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 4.2 มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 4.3 องค์ประกอบของการสื่อสาร
  - 4.4 อุปสรรคในการสื่อสาร
  - 4.5 การส่งเสริมการสื่อสารในการเรียนคณิตศาสตร์
  - 4.6 ประโยชน์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการสื่อสาร

4.7 การประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## 1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านบริบท

การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่ได้พบเห็นหรือมีอยู่ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ตระหนักถึงคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งซึ่งสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ คือ การจัดการเรียนรู้ด้านบริบท

### 1.1 ความหมายของการเรียนรู้ด้านบริบท

มีผู้ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้านบริบทไว้ดังนี้

ฮัล (Hull. 1993: Online) ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้านบริบทว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลกับโครงสร้างแห่งความคิดของพวกเขาด้วยตนเอง

เนื่องจากทฤษฎีการเรียนรู้ด้านบริบท การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนดำเนินการข้อมูลหรือความรู้ใหม่ในวิธีซึ่งทำความเข้าใจกับข้อมูลหรือความรู้ในโครงสร้างแห่งความคิดของนักเรียน (โลกแห่งความทรงจำของนักเรียน ประสบการณ์ และการตอบสนอง) ค้นหาความหมายในบริบท นั่นคือในสิ่งแวดล้อมซึ่งบุคคลอาศัยอยู่ โดยวิธีการค้นหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่เข้าใจและใช้เป็นประโยชน์

คาร์เวท (Karweit. 1993: Online) ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้านบริบทเป็นการเรียนรู้ที่ถูกออกแบบให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมและแก้ปัญหาในวิธีซึ่งสะท้อนธรรมชาติของงานในชีวิตจริง

ซูเดอร์ส (Souders. 1999: Online) ได้อธิบายความหมายของการเรียนรู้ด้านบริบทว่าเป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อความรู้ถูกจัดวางในโครงสร้างแห่งความคิดที่บุคคลรู้หรือเข้าใจแล้ว ทุกคนมีความแตกต่าง ต้องเริ่มต้นกับบางสิ่งซึ่งนักเรียนเข้าใจและอาศัยสิ่งนั้น และซูเดอร์สได้ให้ความหมายของการเรียนรู้บริบทว่า

- ความคิดค้นหาความหมายในสิ่งแวดล้อมซึ่งบุคคลอาศัยอยู่
- ความคิดค้นหาความหมายโดยวิธีการตรวจสอบความสัมพันธ์ซึ่งสร้างความเข้าใจและเป็นประโยชน์

ศูนย์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและพลังงานขั้นสูง (Advanced Technology Environmental and Energy Center, [ATEEC]. 2000: Online) กล่าวถึงการสอนสำหรับการเรียนรู้ด้านบริบทว่านักเรียนเรียนรู้ได้ดีที่สุดและจดจำสิ่งที่พวกเขาเรียนรู้เมื่อ

- นักเรียนสนใจในหัวเรื่อง

- มโนทัศน์ถูกประยุกต์กับบริบทของชีวิตของนักเรียนเอง

วิลเลียมส์ (Williams. 2007: 573) อธิบายการสอนด้านบริบทว่าเป็นวิธีการของการสอน ซึ่งเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางวิชาการกับเงื่อนไขในชีวิตจริงและกระตุ้นให้นักเรียนเห็นว่าสิ่งที่พวกเขาเรียนสัมพันธ์กับชีวิตของนักเรียนอย่างไร การสอนด้านบริบทไม่เพียงแต่เชื่อมโยงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับการประยุกต์ในชีวิตจริงเท่านั้น แต่ยังเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับงานของลูกจ้างในตำแหน่งอุตสาหกรรมต่างๆ ด้วย

ศูนย์การวิจัยและพัฒนาทางอาชีพ (Center for Occupational Research and Development, [CORD]. 2009a: Online) กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ด้านบริบทว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนดำเนินการข้อมูลหรือความรู้ใหม่ในวิธีซึ่งสร้างความเข้าใจกับข้อมูลหรือความรู้ใหม่ในโครงสร้างแห่งความคิดของพวกเขาด้วยตนเอง วิธีการนี้นำไปสู่การเรียนรู้และการสอนที่แสดงว่าความคิดตามธรรมชาติค้นหาความหมายในบริบท นั่นคือความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันของบุคคล โดยการตรวจสอบความสัมพันธ์ซึ่งสร้างความเข้าใจและเป็นประโยชน์

ทฤษฎีการเรียนรู้ด้านบริบทมุ่งเน้นที่ลักษณะที่หลากหลายของการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม เช่น ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สถานที่ทำงาน หรือนอกห้องเรียน ทฤษฎีการเรียนรู้ด้านบริบทกระตุ้นให้นักการศึกษาเลือกและ/หรือออกแบบการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมซึ่งรวมรูปแบบที่แตกต่างของประสบการณ์ที่เป็นไปได้เข้าด้วยกัน (สังคม วัฒนธรรม กายภาพ และจิตวิทยา) ในการทำงานไปสู่ผลลัพธ์ของการเรียนรู้ที่ต้องการ นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์ที่มีความหมายระหว่างความคิดทางนามธรรมและการนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในบริบทของชีวิตจริง มโนทัศน์ถูกทำให้มีลักษณะอยู่ภายในโดยกระบวนการของการค้นพบ การเสริมแรง และการสร้างความสัมพันธ์

มหาวิทยาลัยแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (University of Southern California, [USC]. 2009: Online) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้านบริบทเกิดขึ้นเมื่อครูสร้างความสัมพันธ์เนื้อหาที่สถานการณ์ในชีวิตจริง นักเรียนถูกกระตุ้นให้สร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้กับการดำเนินชีวิตของนักเรียน เช่น สมาชิกครอบครัว ประชากร คนงาน

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าการเรียนรู้ด้านบริบทเกิดขึ้นเมื่อมีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาที่ชีวิตจริงตามประสบการณ์ซึ่งสอดคล้องตามทฤษฎีและแนวความคิดเกี่ยวกับสติปัญญาของสเตอร์นเบิร์ก ดังนี้

สเตอร์นเบิร์ก (Sternberg. 1985: 21–23) ได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับสติปัญญา (A Triarchic Theory of Human Intelligence) โดยใช้ชื่อทฤษฎีสามคร (Triarchic Theory) เสนอว่าองค์ประกอบของสติปัญญามี 3 องค์ประกอบ ซึ่งสามารถอธิบายเป็นทฤษฎีย่อย 3 ทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีย่อยด้านบริบทสังคม (Contextual Subtheory) เชื่อว่าการพัฒนาการคิดต้องมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมของบุคคลที่เขาเคยชิน ให้สิ่งเหล่านี้ค่อยๆ ปรับตัวด้วยกระบวนการ หรือเลือกสิ่งแวดล้อมเข้ามาช่วยปรับแต่งสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับเขา

2. ทฤษฎีย่อยด้านประสบการณ์ (Experience Subtheory) เป็นการพิจารณาผลของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ ด้วยการทำความเข้าใจปัญหา และดำเนินการแก้ไขตามที่ตนเข้าใจ สิ่งเหล่านี้เป็นความสามารถคล่องในการคิดประมวลผลข้อมูลที่เป็นไปโดยอัตโนมัติด้วยกระบวนการ ซึ่งจะเกิดได้เมื่อต้องเผชิญเหตุการณ์ย่อยๆ จนเป็นความชำนาญ

3. ทฤษฎีย่อยด้านการคิด (Componential Subtheory) เป็นความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

3.1 ด้านการปรับความคิด (Meta Component) เป็นกระบวนการคิด สั่งการ ซึ่งประกอบด้วยการประมวลความรู้ คิดแก้ปัญหา วางแผนติดตาม และประเมินผล เพื่อให้งานดำเนินไปอย่างถูกต้อง

3.2 ด้านการปฏิบัติ (Performance Component) เป็นกระบวนการลงมือปฏิบัติตามการตัดสินใจสั่งการ

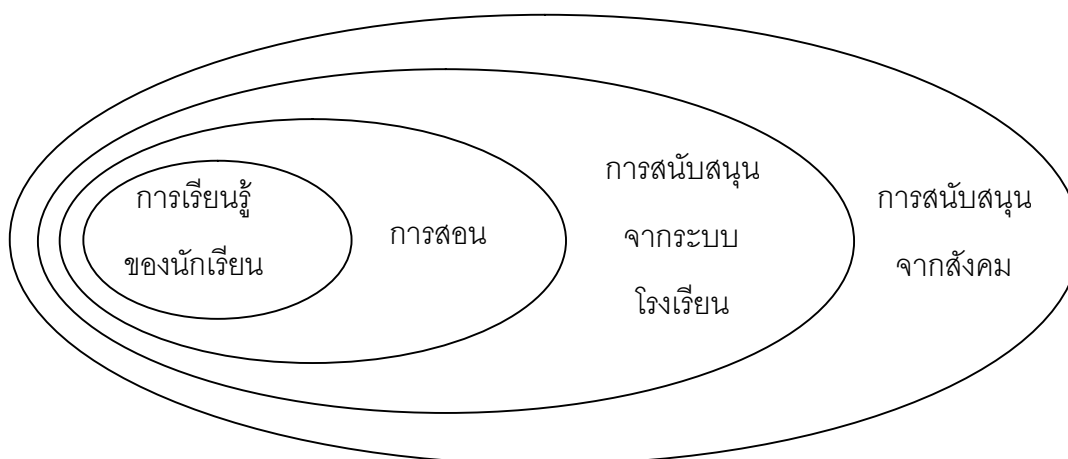
3.3 ด้านการแสวงหาความรู้ (Knowledge – Acquisition Component) เป็นกระบวนการหาความรู้ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องด้วยวิธีการต่าง ๆ เข้ามาเปรียบเทียบกับข้อมูลเดิม เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่สะสมไว้ในระบบความจำ

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้ด้านบริบทเป็นการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากการเชื่อมโยงเนื้อหา กับสภาพชีวิตจริง กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง โดยนำความรู้เดิมตามประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่รับกลายเป็นองค์ความรู้

## 1.2 วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบและวิธีการสำหรับการเรียนรู้ด้านบริบท เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

นิวแมนน์; และ เวห์เลจ (Newmann; & Wehlage. 1997: Online) อธิบายระบบของการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างแท้จริงต้องปรับให้เหมาะสม โดยอธิบายสนับสนุนเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบทด้วยวงจรของนิวแมนน์และเวห์เลจ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านบริบท ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 วงจรของนิวแมนน์และเวห์เลจ (Newmann and Wehlage's circles)

เป้าหมายสูงสุดคือส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีคุณภาพสูงสุด ทุกคนในโรงเรียนต้องยอมรับการกำหนดเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนควรจะเรียนและวิธีการที่จะสนับสนุนการเรียนรู้ วิธีการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบทต้องการการสนับสนุนจากระบบโรงเรียนเป็นอย่างมาก และทำที่สุด การสนับสนุนจากภายนอกเป็นแรงกระตุ้นและแหล่งเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนและนักการศึกษาสร้างสิ่งแวดล้อมการสอนและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพสูงสุด

ศูนย์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและพลังงานขั้นสูง (Advanced Technology Environmental and Energy Center, [ATEEC]. 2000: Online) ได้แนะนำให้ครูรวมวิธีการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบท 6 วิธี มาออกแบบหน่วยการเรียนการสอน ดังนี้

- สร้างพื้นฐานการเรียนรู้บนศูนย์กลางของปัญหาซึ่งอยู่ในบริบทของสังคมของนักเรียน
- วางแผนสำหรับการเรียนรู้ที่อยู่ในบริบทที่หลากหลาย
- ชักนำทักษะ ความสนใจ ประสบการณ์ และวัฒนธรรมที่หลากหลายของนักเรียน
- สร้างวิธีการซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้เรียนที่ปรับได้โดยอัตโนมัติ
- วางแผนวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนพึ่งพาอาศัยระหว่างกันและการเรียนรู้แบบกลุ่มของนักเรียน
- ตรวจสอบผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนโดยรวมวิธีการประเมินตามสภาพจริงเข้าด้วยกัน

เซียร์ส (Sears. 2002: 5-18) ได้เสนอหลักการทั่วไปและลักษณะเฉพาะเบื้องต้นของการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบท ซึ่งประกอบด้วย การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนรู้โดยอัตโนมัติ ยึดหลักการสอนและการเรียนรู้ในบริบทชีวิตของนักเรียน การสอนและการเรียนรู้ในบริบทที่หลากหลาย

ใช้การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้กลุ่มการเรียนรู้แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน และประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนโดยวิธีการประเมินตามสภาพจริง ดังนี้

1. การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนรู้โดยอัตโนมัติ โดยใช้เทคนิคการเรียนการสอนดังนี้

- เชื่อมโยงการสอนกับภูมิหลังและประสบการณ์ของนักเรียน
- กระตุ้นให้นักเรียนตั้งเป้าหมาย
- เปิดโอกาสสำหรับการแก้ปัญหา การตัดสินใจการกระทำ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- ให้ทางเลือกในงานที่ได้รับมอบหมาย
- สอนทักษะการเรียน
- เปลี่ยนแปลงความก้าวหน้าของนักเรียนเป็นขั้นๆ
- เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของพวกเขาด้วยตนเอง
- พัฒนาภาวะความเป็นผู้นำของนักเรียนทุกคน
- สอนนักเรียนว่าการสังเกตและประเมินความก้าวหน้าของพวกเขาด้วยตนเอง

และตรวจสอบวิธีการเรียนรู้ของพวกเขาเป็นสิ่งที่จำเป็น

2. การสอนและการเรียนรู้ในบริบทที่แตกต่างกัน

นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงเชื้อชาติ พื้นเพ เพศ สถานะทางสังคม และเศรษฐกิจ ภูมิหลังทางครอบครัว หรือระดับความสามารถและความรู้เบื้องต้น ครูผู้ซึ่งใช้วิธีการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบทเชื่อว่าโดยปกตินักเรียนเรียนรู้ได้ดีที่สุดในสังคมชั้นเรียนซึ่งสะท้อนความแตกต่าง นักเรียนเรียนรู้จากความแตกต่างมากกว่าไม่พอใจในความแตกต่าง

การวางแผนการสอนในความสัมพันธ์เกี่ยวกับความเชื่อ ค่านิยม ทักษะ และประสบการณ์ที่แตกต่างกันซึ่งนักเรียนนำมาสู่ห้องเรียน ค่านิยมและความรู้ของนักเรียนแต่ละคนซึ่งสร้างจากประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานที่สำคัญมากและเป็นบริบททางความคิดสำหรับการเรียนรู้ในอนาคต ดังนั้นครูต้องปรับการเรียนการสอนให้เหมาะสมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ ค่านิยม และเนื้อหาที่เรียนตามประสบการณ์เดิมอย่างมีความหมายด้วยตนเอง และความแตกต่างของนักเรียนจะทำให้เรียนรู้วิธีการที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนเกี่ยวกับบริบทให้นักเรียนใช้วิธีการที่หลากหลายในการเรียนรู้ของนักเรียน

การที่นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายที่แท้จริงร่วมกับคนอื่นๆ ซึ่งแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง นักเรียนเรียนรู้ที่จะทำความเข้าใจและประเมินมุมมองและความสามารถที่แตกต่างจากตนเอง การเชื่อมโยงการเรียนรู้กับชีวิตของนักเรียนในสังคม นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้ตั้งและปฏิบัติตามเป้าหมายของแต่ละคนในการเรียนรู้ของพวกเขา นักเรียนจะได้รับโอกาสที่ยิ่งใหญ่ที่จะจดจำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้

### 3. การสอนและการเรียนรู้ในบริบทที่หลากหลาย

การสอนและการเรียนรู้ด้านบริบทเป็นพื้นฐานของสมมติฐานที่ว่านักเรียนจดจำความรู้ขั้นสูงและทักษะได้อย่างยาวนาน เมื่อประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนถูกกำหนดโดยบริบทที่ใกล้ชิดกับชีวิตจริงที่เป็นไปได้ วิธีการและสถานที่ซึ่งบุคคลเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้และทักษะเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนจะต้องเรียน ครูเชื่อว่านักเรียนทำความเข้าใจข้อมูลใหม่โดยสัมพันธ์ข้อมูลใหม่กับสังคม วัฒนธรรม และประสบการณ์ทางกายภาพในอดีต

บนพื้นฐานทฤษฎีการสร้างสถานการณ์รู้คิด ยอมรับหลักการที่ว่าความรู้เกิดขึ้นอย่างเป็นธรรมชาติในบริบทที่หลากหลายทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน บริบทอาจเป็นบ้าน สังคม หรือที่ทำงาน และบางบริบทอาจจะไม่สามารถสัมผัสได้ เช่น อินเทอร์เน็ต และจินตนาการ

ครูชอบใช้บริบทที่แตกต่างซึ่งเป็นไปได้จำนวนมาก เพราะเชื่อว่าบริบทเหล่านั้นเสนอสถานที่การเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งนักเรียนสามารถเชื่อมโยงในงานที่แท้จริง งานที่แท้จริงคล้ายคลึงกับกิจกรรมในชีวิตจริง ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนซึ่งเชื่อมโยงงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับธนาคารจริงในสังคมของผู้เรียน จะเรียนรู้ได้มากกว่าการพยายามประยุกต์คณิตศาสตร์กับธนาคารจำลองในโรงเรียน แต่บางครั้งเหตุการณ์จริงไม่เหมาะสม ดังนั้นการเรียนรู้สิ่งที่เกิดขึ้นในธนาคารจำลองจะได้ผลมากกว่าให้นักเรียนอ่านเกี่ยวกับการประยุกต์คณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาในหนังสือ

### 4. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย

- ข้อตกลง นักเรียนฝึกเป็นผู้ชี้แนะแนวทางด้วยตนเอง ผู้แก้ปัญหาแบบร่วมมือ และเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่นำมาซึ่งปัญหาและเสนอแนวทางแก้ปัญหา

- การสืบสวนสอบสวน ผู้เรียนสำรวจวิธีการที่หลากหลายของการอธิบายผลที่ได้และสิ่งที่เกี่ยวข้อง ผู้เรียนรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูล

- การดำเนินการ ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่ค้นพบ

- การสอบถามรายละเอียด ผู้เรียนตรวจสอบสิ่งที่โจทย์กำหนดและคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา และสะท้อนประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียน

กิจกรรมถูกจัดให้ครอบคลุมการแก้ปัญหาในบริบทที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มการเรียนรู้ของนักเรียนในเนื้อหาสาระ วิธีการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนต้องการให้นักเรียน

- ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์และวิธีการอย่างเป็นระบบเพื่อสืบสวนสอบสวน

- ใช้ขอบเขตเนื้อหาที่หลากหลาย

- ใช้ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน

- เรียนรู้ทักษะและความรู้ใหม่



- ประยุกต์ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ถ่ายโอน และประเมินทักษะและความรู้เดิมด้วยวิธีการใหม่

#### 5. กลุ่มการเรียนรู้แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน

การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมและสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้นเมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอน ในบริบทการมีปฏิสัมพันธ์และการเรียนแบบร่วมมือ นักเรียนจะมีโอกาสได้รับมุมมองและการสะท้อนความคิดที่หลากหลายในวิธีการซึ่งสนับสนุนการพัฒนาด้านจิตใจและสังคม และการเคารพตนเอง กลุ่มการเรียนรู้สามารถช่วยให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนความคิดของพวกเขา และมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น

#### 6. การประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริงแตกต่างจากวิธีการประเมินการศึกษาตามที่ปฏิบัติกันมา โดยลักษณะการประเมินที่สนับสนุนการพัฒนารูปแบบของกระบวนการสอนและการเรียนรู้ประกอบด้วย

- นำนักเรียนไปสู่สถานการณ์ที่ลึกซึ้งซึ่งนักเรียนได้พัฒนาและแก้ปัญหาจนเคยชิน และใช้ความคิดขั้นสูง

- ใช้ความร่วมมือระหว่างนักเรียนและครูนำไปสู่การตัดสินใจอย่างมีความหมาย และสร้างความรู้

- ให้โอกาสที่หลากหลายสำหรับนักเรียนที่จะเรียนและดำเนินการตามที่ต้องการ ร่วมกับโอกาสที่หลากหลายสำหรับการให้ผลตอบรับและการสะท้อนกลับ

- ชี้แนะนักเรียนให้แสดงการอภิปราย ผลลัพธ์ที่ได้ และการดำเนินการที่นักเรียนประเมินความสำเร็จในอนาคต

- ใช้รายการประเมินแบบรูปรีดและแบบอื่นๆ ของการประเมินตามสภาพจริงเป็นมาตรฐานเพื่อปรับปรุงการเรียนและการสอน

- ใช้แหล่งข้อมูลนอกเวลาในบริบทที่หลากหลาย เช่น วารสาร เรียงความ แฟ้มสะสมผลงาน การจัดนิทรรศการ ตัวอย่างงาน งานวิจัย กรณีศึกษา แบบสำรวจ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (University of Southern California, [USC]. 2009: Online) ได้เสนอวิธีการสำหรับการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบทไว้ดังนี้

1. ตระหนักถึงความจำเป็นสำหรับการสอนและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในบริบทที่หลากหลาย เช่น บ้าน สังคม และสถานที่ทำงาน (การเรียนรู้แบบประสบการณ์จริง)

2. สอนในบริบทชีวิตที่หลากหลายของนักเรียน

3. เน้นการแก้ปัญหา (การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน)
4. กระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันกับคนอื่น ๆ (การเรียนรู้จากเพื่อน การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้แบบร่วมมือ)
5. สอนนักเรียนให้สังเกตและชี้แนะการเรียนรู้ของพวกเขาด้วยตนเอง เพื่อให้พวกเขา กลายเป็นผู้เรียนรู้โดยอัตโนมัติ (การเรียนรู้แบบบูรณาการ การเรียนรู้แบบตั้งใจ)

จากการศึกษาขั้นต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้จากปัญหาในบริบททางสังคมหรือสถานการณ์ ในชีวิตจริงของผู้เรียน จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ดังนั้นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านบริบทในชั้นเรียนต้องเชื่อมโยงกับบริบทชีวิตที่มีความหลากหลาย โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้แบบร่วมมือ เน้นกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วม อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิด ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มุมมองและความคิดที่แตกต่าง และผู้สอน สามารถตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยการประเมินตามสภาพจริง

### 1.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทถูกนำเสนอด้วยวิธีการ REACT ซึ่งมาจาก อักษรย่อในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบททั้ง 5 ขั้นตอน ดังนี้

ครอว์ฟอร์ด; และ วิท (Crawford; & Witte. 1999: 34–38) กล่าวว่า การเรียนรู้อย่าง กระตือรือร้นในบริบทที่มุ่งใจเป็นพื้นฐานของครูแบบสร้างสรรค์ความรู้ (constructivist) สร้างวิธีการ สอนและสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียนของพวกเขา ครูแต่ละคนมีลักษณะเฉพาะและใช้วิธีการที่หลากหลาย แต่มีลักษณะที่เหมือนกัน 5 ประการ ซึ่งเรียกว่าวิธีการสอนด้านบริบท คือ ขั้นสัมพันธ์ ขั้นประสบการณ์ ขั้นประยุกต์ ขั้นร่วมมือ และขั้นถ่ายโอน วิธีการเหล่านี้เน้นการสอนและการเรียนรู้ในบริบทซึ่งเป็น หลักการพื้นฐานของสรคินิยม (constructivism)

#### 1. ขั้นสัมพันธ์

ขั้นสัมพันธ์เป็นวิธีการสอนด้านบริบทที่มีสมรรถภาพสูงมากที่สุดและเป็นหัวใจของ การสร้างองค์ความรู้ ขั้นสัมพันธ์มีความหมายว่าเป็นการเรียนรู้ในบริบทของประสบการณ์ชีวิต

ครูสอนพิเศษคณิตเบื้องต้นระดับเกรด 9 ใช้ขั้นสัมพันธ์เมื่อเธอเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับ บางสิ่งที่คุ้นเคย นั่นคือการเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนของเธอรู้อยู่แล้วกับข้อมูลใหม่ พิจารณาบทเรียนเรื่อง อัตราส่วนและสัดส่วน วิธีการตามปกติเริ่มต้นด้วยการให้ความหมายดังตัวอย่าง “อัตราส่วนเป็นการ เปรียบเทียบจำนวน 2 จำนวน ด้วยการหาร สมมติให้ในถุงมีลูกแก้ว 5 ลูก เป็นลูกแก้วสีฟ้า 3 ลูก และสี อื่น 2 ลูก จำนวน 3 และ 5 เป็นรูปแบบของอัตราส่วน”

ครูเริ่มต้นโดยการตั้งคำถาม 2 ข้อ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้จาก ประสบการณ์ชีวิตนอกห้องเรียน ดังนี้ “นักเรียนเคยทำน้ำพริกผลไม้จากน้ำผลไม้เข้มข้นแช่แข็งหรือไม่”

และ “ฉลากอธิบายไว้อย่างไร” ครูอ่านฉลากจากภาชนะจริง “ผสมน้ำ 3 กระจกกับน้ำผลไม้เข้มข้น 1 กระจก” ขณะนี้ครูสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ที่คุ้นเคยนี้กับความหมายของอัตราส่วน

เมื่ออัตราส่วนถูกนำเสนอเกี่ยวกับตัวอย่างน้ำพันธ์ผลไม้ นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกว่าคุณครูเกี่ยวกับอัตราส่วนแล้ว เพราะนักเรียนคุ้นเคยกับประสบการณ์การทำน้ำพันธ์ผลไม้ นักเรียนจำความหมายของอัตราส่วนได้เพราะนักเรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกับการสอนทำน้ำพันธ์ผลไม้

## 2. ชั้นประสบการณ์

ชั้นสัมพันธ์ชักนำประสบการณ์ชีวิตซึ่งนักเรียนนำมาสู่ห้องเรียน ครูช่วยนักเรียนสร้างความรู้ใหม่โดยเตรียมประสบการณ์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติในห้องเรียน เรียกวิธีการนี้ว่า ชั้นสร้างประสบการณ์ ชั้นสร้างประสบการณ์เป็นการเรียนรู้โดยการกระทำผ่านการสำรวจ การค้นพบ และการประดิษฐ์ ประเภทของประสบการณ์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติที่สร้างความหมายสำหรับนักเรียนทั้งหมด โดยทั่วไปมี 3 ประเภท คือ

2.1 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์ นักเรียนเข้าใจนามธรรมที่เป็นตัวอย่างโน้ตทัศน์ อย่างเป็นรูปธรรม เช่น การใช้แบบจำลองภาพที่แบ่งเป็น 10 ส่วนเท่าๆ กันแทนระบบทศนิยม การใช้แท่งเศษส่วนแสดงความหมายของเศษส่วนอย่างต่ำ การบวก และการคูณเศษส่วน

2.2 กิจกรรมการแก้ปัญหา กิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติเกี่ยวพันกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนขณะที่สอนทักษะการแก้ปัญหา การคิดทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร และปฏิสัมพันธ์กลุ่ม ในบทเรียนน้ำพันธ์ผลไม้เรื่องเศษส่วนและสัดส่วน ครูตั้งคำถามดังนี้ “ถ้าต้องการทำน้ำพันธ์สำหรับนักเรียนทั้งชั้นเรียน ต้องใช้น้ำผลไม้เข้มข้นและน้ำอย่างละกี่กระจก” วิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่เป็นไปได้อย่างหลากหลาย เพราะคำตอบขึ้นอยู่กับข้อสันนิษฐานของนักเรียน เช่น “ต้องการน้ำพันธ์มากเท่าใด” “มั่นใจได้อย่างไรว่าใช้อัตราส่วนน้ำต่อน้ำผลไม้เข้มข้นเป็น 3 : 1” เมื่อจบบทเรียนนักเรียนทั้งชั้นเรียนตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเพียงวิธีเดียวและทำน้ำพันธ์ผลไม้เพื่อตรวจคำตอบของนักเรียน

2.3 กิจกรรมปฏิบัติการ ระหว่างกิจกรรมปฏิบัติการนักเรียนรวบรวมข้อมูลโดยทำการวัดด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูล และแสดงออกมาบนโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ในชั้นเรียนพีชคณิตในภาคเรียนแรก กลุ่มของนักเรียนวัดความสูงและแขนของพวกเขา นักเรียนทั้งชั้นรวบรวมข้อมูลของกลุ่มเขียนคู่อันดับของข้อมูลและวาดกราฟที่เหมาะสม แล้วนักเรียนวัดแขนของลูกชายของครู และใช้กราฟทำนายความสูงของเขา กิจกรรมนี้สอนคู่อันดับ การเขียนคู่อันดับบนระนาบพิกัดฉาก และประโยชน์ของความสัมพันธ์ นักเรียนพัฒนาความเข้าใจโน้ตทัศน์เหล่านี้อย่างเหมาะสมโดยใช้ข้อมูลของตนเอง

### 3. ชั้นประยุกต์

ความหมายของวิธีการประยุกต์เป็นการเรียนรู้โดยนำมโนทัศน์ไปใช้ นักเรียนประยุกต์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ กิจกรรมตามประสบการณ์ และกิจกรรมการแก้ปัญหา ครูบางคนประสบความสำเร็จโดยใช้ปัญหาปลายเปิดหรือโครงงานเป็นโอกาสสำหรับการประยุกต์คณิตศาสตร์ นอกจากนี้ครูสามารถใช้แบบฝึกหัดที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงกระตุ้นให้เห็นความจำเป็นของคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างปัญหาจากบทเรียนเรื่องปริมาตรของรูปทรงสามมิติ ดังนี้

- โดมพลาสติกรูปครึ่งวงกลมเป็นหลังคาของสระว่ายน้ำในร่ม ถ้าวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโดมได้ 150 ฟุต จงหาปริมาตรที่ปิดล้อมด้วยโดม

- เกสซ์กรมีหน้าที่ในการเลือกขนาดของแคปซูลที่เหมาะสมกับปริมาณยา ถ้าบริษัทผลิตยามีขนาดของแคปซูล 8 ขนาด เกสซ์กรต้องเลือกแคปซูลขนาดใดเมื่อต้องบรรจุยา  $650 \pm 10$  ลูกบาศก์มิลลิเมตร

นักเรียนจะเห็นความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์จริงนี้ แต่นักเรียนไม่ต้องการเป็นเกสซ์กรทุกคน ครูต้องกำหนดปัญหาซึ่งครอบคลุมสถานการณ์ที่แตกต่าง นักเรียนทุกคนหาสถานการณ์จริงซึ่งสามารถปฏิบัติได้ในปัจจุบันหรือชีวิตในอนาคตที่เป็นไปได้นอกห้องเรียน เช่น ผู้บริโภค สมาชิกครอบครัว ผู้แข่งขันกีฬา คนงาน และประชากร

### 4. ชั้นร่วมมือ

แบบฝึกหัดการแก้ปัญหาล้วนใหญ่ประกอบด้วยสถานการณ์เกี่ยวกับความจริงมีความซับซ้อน บางครั้งการทำงานของนักเรียนเพียงลำพังเป็นกระบวนการที่ไม่มีความหมายในชั่วโมงเรียนและไม่ได้ผล นอกจากครูจะให้คำแนะนำเป็นขั้นๆ แต่ถ้านักเรียนทำงานเป็นกลุ่มสามารถจัดการปัญหาที่ซับซ้อนกับความช่วยเหลือภายนอกเพียงเล็กน้อย เมื่อครูใช้กิจกรรมกลุ่มกับการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ นั่นคือครูใช้วิธีการของการเรียนรู้แบบร่วมมือในบริบทของการแลกเปลี่ยน การตอบสนอง และการสื่อสารระหว่างผู้เรียนด้วยกัน

การทำงานกับเพื่อนของนักเรียนในกลุ่มเล็กๆ นักเรียนส่วนใหญ่จะปราศจากความประหม่าและสามารถถามคำถามโดยไม่มีความอึดอัดใจ นักเรียนจะอธิบายความเข้าใจใหม่ในมโนทัศน์และแนะนำวิธีการแก้ปัญหสำหรับกลุ่มอย่างเต็มที่ นักเรียนประเมินผลและแสดงวิธีคิดขึ้นมาใหม่ด้วยตนเองโดยการฟังจากคนอื่นๆ นักเรียนเรียนรู้ที่จะประเมินค่าความคิดเห็นของคนอื่นๆ เพราะบางครั้งวิธีการที่แตกต่างแสดงให้เห็นวิธีการแก้ปัญหที่ดีกว่า

กิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติและการปฏิบัติกรเป็นการกระทำที่ดีที่สุดและบางครั้งต้องทำในกลุ่ม ครูส่วนใหญ่มอบหมายบทบาทของนักเรียนสำหรับกิจกรรมเหล่านี้ เช่น ผู้เก็บรักษา เครื่องมือ ผู้รักษาเวลา ผู้บันทึก ผู้ประเมิน และผู้สังเกต บทบาทจะสอนให้นักเรียนเข้าใจและมี

ความรับผิดชอบและกลายเป็นสิ่งสำคัญเช่นเดียวกับที่นักเรียนเข้าใจว่าความสำเร็จของกิจกรรมขึ้นอยู่กับสมาชิกของกลุ่มที่จะทำงานของเขา/เธอ ความสำเร็จยังขึ้นอยู่กับกระบวนการกลุ่มอื่นๆ ด้วย เช่น การสื่อสาร การสังเกต การแนะนำ การอภิปราย การวิเคราะห์ และการสะท้อนผล กระบวนการเหล่านี้เป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่สำคัญโดยตัวของมันเอง

#### 5. ขั้นถ่ายโอน

การถ่ายโอนเป็นวิธีการสอนซึ่งให้ความหมายว่าเป็นการใช้ความรู้ในบริบทหรือสถานการณ์ใหม่ การถ่ายโอนจะเป็นผลเมื่อนักเรียนใช้ความรู้ที่ได้รับมาในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

ครูที่ดีมีความสามารถแนะนำความคิดที่แตกต่างซึ่งกระตุ้นนักเรียนทำให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นหรือความรู้สึก ในชั้นเรียนพีชคณิตในภาคเรียนที่ 2 ครูแจกบทความจากนิตยสารซึ่งผู้เขียนอ้างอิงสถิติเพื่ออภิปรายว่าประชาชนไม่ควรได้รับอนุญาตใบขับขี่จนกระทั่งมีอายุครบ 18 ปี อย่างไรก็ตามน่าแปลกใจที่นักเรียนที่มีอายุ 16–17 ปี มีอารมณ์แสดงปฏิกิริยาโต้ตอบ ครูใช้ที่มาของพลังนี้ทำให้นักเรียนเกิดการอภิปรายอย่างมีชีวิตชีวา แล้วมอบหมายงานเป็นกลุ่มให้นักเรียนวิจารณ์บทความบทวิจารณ์ของนักเรียนประกอบด้วยการวิเคราะห์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ สถิติที่เป็นตัวอย่างที่ผิดข้อเท็จจริงหรือสมมติฐานที่ไม่ได้นำเสนอหรือละเว้น การอภิปรายมีเหตุผลหรือไม่ ถ้าบทวิจารณ์สามารถโน้มน้าวใจได้ ครูจะสนับสนุนให้นักเรียนเสนอบทวิจารณ์แก่บรรณาธิการของนิตยสารเป็นการโต้แย้ง

วิลเลียมส์ (Williams. 2007: 573) ได้เสนอขั้นตอนการเขียนแผนการสอนด้วยวิธี REACT ดังนี้

R = Relate คือ ขั้นสัมพันธ์ ผู้สอนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหม่กับประสบการณ์ของแต่ละคน

E = Experience คือ ขั้นประสบการณ์ นักเรียนนำประสบการณ์ที่ได้รับมาทั้งหมดทำความเข้าใจมโนทัศน์อย่างลึกซึ้ง

A = Application คือ ขั้นประยุกต์ นักเรียนนำมโนทัศน์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

C = Communication คือ ขั้นสื่อสาร นักเรียนร่วมมือ (แบ่งปัน) หรือสื่อสารความเข้าใจในมโนทัศน์ของพวกเขา

T = Transfer คือ ขั้นถ่ายโอน นักเรียนถ่ายโอนมโนทัศน์ไปสู่สถานการณ์ใหม่

**ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการเรียนรู้ด้านบริบท  
การแปลงทางเรขาคณิต**

จุดประสงค์: นักเรียนใช้การแปลงทางเรขาคณิต ซึ่งประกอบด้วย การหมุน การสะท้อน การเลื่อนขนาน การขยาย มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้

สื่อการเรียนรู้: โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)

ขั้นสัมพันธ: นำสัญลักษณ์ของบริษัทที่คุ้นเคยมาแสดงการแปลงทางเรขาคณิต เช่น การขยาย การเลื่อนขนาน ชักถามนักเรียนเกี่ยวกับการหมุน การพลิก การทำซ้ำ หรือการเปลี่ยนขนาดรูป

ขั้นประสบการณ์: นักเรียนใช้โปรแกรม GSP สำรวจการแปลงที่เป็นไปได้บนรูปเรขาคณิต อภิปรายจุดศูนย์กลางของการหมุน จุดศูนย์กลางของการขยาย อัตราส่วนของส่วนประกอบของภาพ

ขั้นประยุกต์: นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับอาชีพการออกแบบภาพ เช่น ระดับการศึกษา ลักษณะงานที่รับผิดชอบ และเงินเดือน นักเรียนแต่ละคู่เป็นตัวแทนของบริษัทการออกแบบภาพซึ่งได้รับมอบหมายให้ออกแบบสัญลักษณ์ การออกแบบสัญลักษณ์ต้องให้การแปลงทางเรขาคณิตอย่างน้อย 2 อย่าง (สามารถปรับเปลี่ยนได้ ขึ้นอยู่กับทักษะพื้นฐานของนักเรียน)

ขั้นสื่อสาร: แต่ละบริษัท (นักเรียน) ต้องนำเสนอและพูดโน้มน้าวให้ผู้บริหารของบริษัท (ครู) ให้เลือกสัญลักษณ์ที่นำมาเสนอ

ขั้นถ่ายโอน: มโนทัศน์ของการแปลงทางเรขาคณิตสามารถนำไปใช้ในการแปลงฟังก์ชันได้

### การแปลงฟังก์ชันพาราโบลา

วัตถุประสงค์: นักเรียนสามารถแปลงฟังก์ชันพาราโบลาในรูปของฟังก์ชันจุดยอด และสำรวจพาราโบลาในชีวิตจริงได้

สื่อการเรียนรู้: โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) อินเทอร์เน็ต เครื่องคำนวณ เครื่องกราฟรุ่น TI-83 หรือ TI-84

ขั้นสัมพันธ: นักเรียนแต่ละคู่ใช้อินเทอร์เน็ตสืบค้นวัตถุในชีวิตจริงที่มีรูปร่างพาราโบลา เช่น ส่วนโค้งของประตูทางเข้าเมือง St. Louis น้ำพุ จานดาวเทียม แต่ละกลุ่มรายงานสิ่งที่ได้จากการสืบค้นและบันทึกเว็บไซต์สำหรับนำไปใช้ในบทเรียน

ขั้นประสบการณ์/ขั้นสื่อสาร: นักเรียนสืบค้นภาพน้ำพุจากอินเทอร์เน็ตหรือหาภาพถ่ายดิจิทัลของน้ำพุที่แตกต่างกัน แล้วดำเนินการตามขั้นตอน

- ตัดและวางรูปลงในโปรแกรม GSP
- คลิกขวามือรูป นำเครื่องหมายถูกออกจากคำสั่ง Arrow Selectable
- ใช้เครื่องมือจุด สร้างจุด 3 จุดบนส่วนของน้ำที่ตกลงมา
- เลือกจุดทั้ง 3 จุด คลิกคำสั่ง Coordinates
- ใช้เครื่องคำนวณเครื่องกราฟ TI เลือก STAT → EDIT
- ใส่พิกัด x ลงใน L1 และพิกัด y ลงใน L2
- เลือก STAT → CALC → QUADREG (แสดงสัมประสิทธิ์ของสมการกำลังสอง)

- กลับไปที่โปรแกรม GSP เลือกคำสั่งกราฟ → วาดฟังก์ชันใหม่
- ใส่  $x^2$  แล้วกดตกลง
- กลับไปวาดฟังก์ชันใหม่ และใส่สมการของนักเรียนในรูปมาตรฐาน
- เปลี่ยนสมการให้อยู่ในรูปของจุดยอดและเปรียบเทียบ
- เปรียบเทียบรูปและสมการของนักเรียนกับกลุ่มอื่น หาข้อสรุปของค่า a, h และ k ที่เกิด

จากการแปลงฟังก์ชันพาราโบลาจากฟังก์ชันพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิด  $y = x^2$  สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับ h และ k ว่าใช้แทนอะไร

ขั้นประยุกต์/ขั้นสื่อสาร: ในชั้นเรียนร่วมอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน นักเรียนตรวจสอบวัตถุประสงค์และบรรยายการแปลงวัตถุจากฟังก์ชันพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิด  $y = x^2$

ขั้นถ่ายโอน: มโนทัศน์นี้สามารถนำไปใช้กับการแปลงฟังก์ชันอื่น เช่น ฟังก์ชันตรีโกณมิติ นักเรียนนำมโนทัศน์นี้มาใช้ในโครงการออกแบบน้ำพุ เตรียมสมการของแบบจำลอง บรรยายการแปลงจากฟังก์ชันเริ่มต้น และจัดหาพื้นที่สำหรับฐานของน้ำพุที่จะตกลงมา

ศูนย์การวิจัยและพัฒนาทางอาชีพ (Center for Occupational Research and Development, [CORD]. 2009b: Online) กล่าวถึงหลักสูตรและการสอนบนวิธีการเรียนรู้ด้านบริบทควรจะเป็นโครงสร้างที่กระตุ้นรูปแบบของการเรียนรู้ที่จำเป็น 5 ขั้น ประกอบด้วย

1. ขั้นสัมพันธ์ (Relating) การเรียนรู้ในบริบทของประสบการณ์ชีวิต เชื่อมโยงมโนทัศน์จากการเรียนกับบางสิ่งที่คุณเรียนรู้แล้ว เป็นรูปแบบของการเรียนรู้ด้านบริบทซึ่งเป็นแบบอย่างที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในตอนเด็ก อย่างไรก็ตามเมื่อนักเรียนเติบโตขึ้นการจัดบริบทที่มีความหมายสำหรับการเรียนรู้กลายเป็นสิ่งที่ยากมากยิ่งขึ้น หลักสูตรพยายามจัดการเรียนรู้ในบริบทของประสบการณ์ชีวิตอันดับแรกต้องกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในสิ่งที่พบเห็น เหตุการณ์ และเงื่อนไขในชีวิตประจำวัน แล้วสัมพันธ์สถานการณ์ในชีวิตประจำวันเหล่านั้นกับข้อมูลใหม่จนเกิดการเรียนรู้หรือนำไปใช้แก้ปัญหา

2. ขั้นประสบการณ์ (Experiencing) การเรียนรู้ในบริบทของการสำรวจ ค้นพบ และประดิษฐ์เป็นหัวใจของการเรียนรู้ด้านบริบท กิจกรรมและการอธิบายของคุณจะทำให้นักเรียนค้นพบความรู้ใหม่ อย่างไรก็ตามการกระตุ้นหรือปรับนักเรียนอาจเป็นผลลัพธ์ของวิธีการสอนอื่นๆ เช่น วิดีทัศน์ เรื่องเล่า หรือเอกสาร วิธีการเหล่านี้ค่อนข้างเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่นักเรียนไม่ได้มีส่วนร่วมและการเรียนรู้จะก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วเมื่อนักเรียนสามารถใช้เครื่องมือและเนื้อหาที่รูปแบบอื่นของการค้นคว้าอย่างกระตือรือร้น

3. ขั้นประยุกต์ (Applying) การเรียนรู้เมื่อความรู้ถูกนำเสนอในบริบทของการนำไปใช้ นักเรียนประยุกต์ความรู้ของพวกเขาเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ประยุกต์มโนทัศน์และข้อมูลในบริบทที่

ใช้ประโยชน์ นำเสนอนักเรียนในอนาคตที่จินตนาการ (อาชีพที่เป็นไปได้) หรือในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย (สถานที่ทำงาน) ในหลักสูตรการเรียนรู้ด้านบริบท การประยุกต์เกิดบ่อยในกิจกรรมเกี่ยวกับอาชีพ

4. **ขั้นร่วมมือ (Cooperating)** การเรียนรู้ในบริบทของการแลกเปลี่ยน การตอบสนอง และการสื่อสารกับผู้เรียนคนอื่นๆ เป็นวิธีการสอนขั้นพื้นฐานในการสอนด้านบริบท นักเรียนแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเพื่อเสริมความรู้และพัฒนาทักษะการร่วมมือ ประสบการณ์ของการร่วมมือไม่เพียงแต่ช่วยให้นักเรียนส่วนใหญ่เรียนรู้เนื้อหา แต่ยังคงสอดคล้องกับสภาพชีวิตจริงอีกด้วย นายจ้างจะรับลูกจ้างที่สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ แลกเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างอิสระ และสามารถทำงานได้อย่างสบายในกลุ่มที่ได้รับความเคารพนับถืออย่างสูงในสถานที่ทำงาน ดังนั้นเป็นเหตุผลที่เพียงพอในการสนับสนุนนักเรียนให้พัฒนาทักษะการร่วมมือในขณะที่พวกเขายังอยู่ในชั้นเรียน

การปฏิบัติการเป็นวิธีการสอนขั้นพื้นฐานวิธีหนึ่งในหลักสูตรด้านบริบท การร่วมมือเป็นสิ่งที่จำเป็น ตัวอย่างเช่น นักเรียนทำงานร่วมกับเพื่อนในการฝึกปฏิบัติการ ในบางกรณีพวกเขาทำงานเป็นกลุ่ม 3-4 คน ความสมบูรณ์ของการปฏิบัติการที่ประสบความสำเร็จที่ต้องการคือ การเป็นตัวแทน การสังเกต การแนะนำ และการอภิปราย ในการปฏิบัติการส่วนใหญ่ คุณภาพของข้อมูลที่รวบรวมโดยกลุ่มต้องอาศัยการปฏิบัติเป็นรายบุคคลของสมาชิกแต่ละคนของกลุ่ม

5. **ขั้นถ่ายโอน (Transferring)** การเรียนรู้ในบริบทของความรู้ที่มีอยู่หรือการถ่ายโอนใช้และอาศัยสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้ว นักเรียนนำสิ่งที่พวกเขาเรียนแล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือบริบทใหม่ วิธีการนี้คล้ายกับขั้นสัมพันธ์ นักเรียนจะพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเองถ้าสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่บนสิ่งที่พวกเขารู้อยู่แล้ว

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นสัมพันธ์ (Relating)** คือ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ชีวิตจริง หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นโดยปกติทั่วไปตั้งแต่เป็นเด็กจนกระทั่งเติบโต

**ขั้นประสบการณ์ (Experiencing)** คือ ขั้นตอนการเรียนรู้โดยการให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลโดยการสำรวจ ทดลอง และประดิษฐ์คิดค้น ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนด้านบริบท ผู้เรียนนำประสบการณ์ที่ได้รับมาทั้งหมดทำความเข้าใจในทัศนคติอย่างลึกซึ้ง

**ขั้นประยุกต์ (Applying)** คือ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ขยายข้อความรู้จากขั้นตอนที่ 2 ในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการทราบ ผู้เรียนมีความสนใจ มีการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับเข้าด้วยกันเพื่อนำมาประกอบใช้ในสถานการณ์จริง



ขั้นร่วมมือ (Cooperating) คือ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแต่ละคนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนความรู้ ร่วมกันอภิปรายความเข้าใจในทัศนของพวกเขาเป็นกลุ่มในการเรียนแบบมีส่วนร่วมนี้จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีม

ขั้นถ่ายโอน (Transferring) คือ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แล้วให้ผู้เรียนนำข้อความรู้มาคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ พิจารณาไตร่ตรองร่วมกัน จนกระทั่งเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำมาทัศนไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ในชีวิตจริงได้

#### 1.4 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูต้องมั่นใจว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ตรงตามเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เกิดประโยชน์สูงสุดเมื่อนำไปใช้ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง มีนักการศึกษาได้เสนอวิธีการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 494) กล่าวว่า การทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อจะต้องนำสื่อไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงดำเนินการผลิตเป็นจำนวนมากหรือใช้สอนในชั้นเรียนตามปกติได้ การทดลองมีขั้นตอนดังนี้

1. สำหรับทดลองแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อเด็ก 1 คน ให้ทดลองกับเด็กอ่อนเสียก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลาง และนำไปทดลองกับเด็กเก่ง อย่างไรก็ตามหากเวลาไม่อำนวยและสภาพการณ์ไม่เหมาะสมก็ให้ทดลองกับเด็กอ่อนหรือปานกลาง

2. สำหรับทดลองแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดลองที่ครู 1 คน ต่อเด็ก 6-12 คน โดยให้เด็กคละกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน ห้ามทดลองกับเด็กอ่อนล้วนหรือเด็กเก่งล้วน เวลาทดลองจะต้องจับเวลาด้วยว่ากิจกรรมแต่ละกลุ่มใช้เวลาเท่าใด

3. สำหรับการทดลองภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่ (1:100) เป็นการทดลองที่ครู 1 คน กับเด็กทั้งชั้น 30-40 คน (หรือ 100 คน สำหรับชุดการสอนรายบุคคล) ชั้นที่เลือกมาทดลองจะต้องมีนักเรียนคละกันทั้งเก่งและอ่อน ไม่ควรเลือกห้องเรียนที่มีเด็กเก่งหรือเด็กอ่อนล้วน หลังการทดลองคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5%

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533: 129-130) กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพของสื่อทำได้ 2 วิธี คือ

1. ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ การประเมินชุดกิจกรรมนั้นเป็นการตรวจสอบหรือประเมินประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมที่นำมาประเมิน จะเป็นชุดการสอนสำหรับกลุ่มกิจกรรม หรือชุดการสอนที่ใช้ในศูนย์การเรียน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เป็นเกณฑ์การประเมินสำหรับเนื้อหาประเภทความรู้

ความจำ และใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะ ความหมายของตัวเลขเกณฑ์มาตรฐานมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละของประสิทธิภาพในด้านกระบวนการของชุดการสอน ซึ่งประกอบด้วยผลของการปฏิบัติการกิจต่างๆ เช่น งานและแบบฝึกของผู้เรียน โดยนำคะแนนที่ได้จากการวัดผลภารกิจทั้งหลายทั้งรายบุคคลและกลุ่มย่อยทุกชั้นมารวมกัน แล้วคำนวณค่าร้อยละเฉลี่ย

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของผู้เรียนทุกคน นำมาคำนวณหาค่าร้อยละเฉลี่ย ก็จะได้ค่าทั้งสองเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานต่อไป

หลังการทดลอง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5%

2. ประเมินโดยไม่ต้องตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อด้วยการเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เรียนภายหลังจากที่เรียนจากสื่อชิ้นนั้นแล้ว (Posttest) ว่าสูงกว่าผลการสอบก่อนเรียน (Pretest) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผลการเปรียบเทียบพบว่า ผู้เรียนได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าสื่อชิ้นนั้นมีประสิทธิภาพ

กองวิจัยทางการศึกษา (2545: 81) กล่าวว่า วิธีการหรือนวัตกรรมที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้อย่างเช่น ชุดการสอน แบบฝึก แผนการสอน แบบเรียนสำเร็จรูป หรือกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ๆ ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้น ควรมีความถูกต้องด้านเนื้อหา เทียบตรง และครอบคลุมเนื้อหาตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ตลอดจนภาษา ถ้อยคำ รูปภาพ และขั้นตอนที่กำหนดขึ้นควรเหมาะสมกับนักเรียนด้วย ซึ่งผู้สอนสามารถหาประสิทธิภาพของเครื่องมือได้โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ หรือใช้การวิเคราะห์คะแนน หรือจะใช้ทั้งสองวิธีก็ได้เช่นกัน ดังนี้

1. ตรวจสอบด้านเนื้อหาและรูปแบบของเครื่องมือ โดยผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ เช่น ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนมีความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ จึงสร้างชุดฝึกทักษะการคิดคำนวณขึ้น ผู้สอนควรนำชุดฝึกไปให้ผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 คน ตรวจสอบ ถ้ามีความเห็นสอดคล้องกัน 2 หรือ 3 คน แสดงว่าเนื้อหาและรูปแบบมีความถูกต้อง เทียบตรง และครอบคลุม

2. หาเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อหรือนวัตกรรมการเรียนรู้โดยการวิเคราะห์คะแนน ใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

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

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนนักเรียนที่ได้จากการวัดระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบวัด

N แทน จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตร } E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E_2 = \frac{\bar{X}}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด

$\sum Y$  แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบวัด

N แทน จำนวนผู้เรียน

การกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับว่าสื่อหรือนวัตกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ คือ ด้านความรู้ความจำ  $E_1/E_2$  มีค่า 80/80 ขึ้นไป ด้านทักษะปฏิบัติ  $E_1/E_2$  70/70 ขึ้นไป โดยที่ค่า  $E_1/E_2$  ต้องไม่แตกต่างกันเกินกว่าร้อยละ 5

บุญชม ศรีสะอาด (2546: 153) กล่าวว่า เมื่อครูทำการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน หรือวิธีสอน หรือนวัตกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของสิ่งที่พัฒนาเพื่อที่จะมั่นใจในการที่จะนำไปใช้ต่อไป การหาประสิทธิภาพนิยมใช้เกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีวิธีการ 2 แนวทาง ดังนี้

แนวที่ 1 พิจารณาจากผู้เรียนจำนวนมาก (ร้อยละ 80) สามารถบรรลุผลในระดับสูง (ร้อยละ 80) กรณีนี้เป็นนวัตกรรมสั้นๆ ใช้เวลาน้อย เนื้อหาที่สอนมีเรื่องเดียว เช่น ชุดการสอน 1 บท 1 ชั่วโมง เป็นต้น เกณฑ์ 80/80 หมายถึง มีไม่ต่ำกว่า 80% ของผู้เรียนที่ทำได้ไม่ต่ำกว่า 80% ของคะแนนเต็ม ดังตัวอย่างในตาราง 1 ซึ่งเป็นผลของการสอน วัตหลังจากทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอนที่ครูได้สร้างขึ้น

ตาราง 1 ผลการสอบวัดของผู้เรียน 5 คน หลังการทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอน

ผู้เรียน	คะแนนที่ได้
ก	8
ข	10
ค	9
ง	9
จ	7

ที่มา: บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การวิจัยสำหรับครู*. หน้า 153.

จากตาราง 1 จะเห็นว่า จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ผู้ที่สอบได้ 8 คะแนนจนถึง 10 คะแนน เป็นผู้ที่สอบได้ไม่ต่ำกว่า 80% ซึ่งจะเห็นว่ามี 4 คน คือ ก ข ค และ ง จากทั้งหมด 5 คน นั่นคือ มีถึง 80% ของผู้เรียนทั้งหมดที่สอบได้ไม่ต่ำกว่า 80% แสดงว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เหตุผลเบื้องหลังการกำหนดเกณฑ์ 80/80 ก็คือ การที่สิ่งที่ครูผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถช่วยให้ผู้เรียนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปบรรลุผลได้ถึงระดับร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ย่อมชี้ถึงการมีประสิทธิภาพสูง

แนวที่ 2 พิจารณาจากผลระหว่างดำเนินการและผลเมื่อสิ้นสุดการดำเนินการโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (เช่น ร้อยละ 80) กรณีนี้ใช้การสอนหลายครั้ง มีเนื้อหาสาระมาก (เช่น 3 บทขึ้นไป) มีการวัดผลระหว่างเรียน (Formative) หลายครั้ง เกณฑ์ 80/80 มีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ )

80 ตัวหลัง เป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม ( $E_2$ )

การหาประสิทธิภาพใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนที่สอบได้ของทุกคน}}{\text{ผลรวมของคะแนนเต็มจากทุกคน}} \times 100$$

ประสิทธิภาพจึงเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ย เมื่อเทียบกับคะแนนเต็มซึ่งต้องมีค่าสูง จึงจะชี้ถึงประสิทธิภาพได้ กรณีนี้ใช้ร้อยละ 80

80 ตัวแรก ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ เกิดจากการนำคะแนนที่สอบได้ระหว่างดำเนินการ (นั่นคือระหว่างเรียน หรือระหว่างการทดลอง) มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

80 ตัวหลัง ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม เกิดจากการนำคะแนนจากการวัดโดยรวมเมื่อสิ้นสุดการสอนหรือสิ้นสุดการทดลอง มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

#### ตัวอย่างการวิเคราะห์

ตัวอย่าง ครูผู้วิจัยสร้างชุดการสอนตามกระบวนการ ชุดการสอนประกอบด้วยบทเรียน 3 บท ทำการทดลองใช้กับผู้เรียน หลังจากเรียนจบแต่ละบทเรียนได้ทำการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนในบทนั้นๆ แต่ละบทมีข้อสอบ 10 ข้อ และหลังจากเรียนจบทุกบท ทำการวัดด้วยแบบทดสอบซึ่งวัดครอบคลุมทุกเรื่องที่เรียนมีจำนวน 40 ข้อ ผลการวัดปรากฏในตาราง 2

หมายเหตุ ตัวอย่างนี้สมมติขึ้นเพื่อให้เข้าใจง่าย ในทางปฏิบัติมักมีจำนวนผู้เรียนเท่าชั้นเรียนปกติ คือ 20-40 คน

ตาราง 2 ผลการวัดระหว่างเรียนกับหลังเรียนและผลการหาค่าประสิทธิภาพ

ผู้เรียน	ผลการวัดระหว่างเรียน				ผลการวัดหลังเรียน
	ครั้งที่ 1 (10)	ครั้งที่ 2 (10)	ครั้งที่ 3 (10)	รวม (30)	
1	5	10	9	24	30
2	6	8	9	23	36
3	10	9	9	28	40
4	9	7	8	24	32
5	5	6	10	21	22
รวม	35	40	45	120	160
เฉลี่ย	7	8	9	24	32
ประสิทธิภาพ	70	80	90	80	80

ที่มา: บุญชม ศรีสะอาด (2546). *การวิจัยสำหรับครู*. หน้า 155.

ตาราง 2 แสดงคะแนนผลการวัดที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้ในการวัดระหว่างเรียนแต่ละครั้ง และผลรวมของคะแนนทั้ง 3 ครั้ง และแสดงคะแนนผลการวัดหลังเรียนหรือหลังทดลองซึ่งมีทั้งหมด 40 ข้อ

วิเคราะห์หาประสิทธิภาพจากสูตรต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพ} &= \frac{\text{ผลรวมของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนของทุกคน}}{\text{ผลรวมของคะแนนเต็มจากทุกคนระหว่างเรียน}} \times 100 \\ &= \frac{120}{150} \times 100 = 80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพ} &= \frac{\text{ผลรวมของคะแนนที่ได้หลังเรียนของทุกคน}}{\text{ผลรวมของคะแนนเต็มจากทุกคนหลังเรียน}} \times 100 \\ &= \frac{160}{200} \times 100 = 80 \end{aligned}$$

หมายเหตุ 1) 150 มาจาก  $30 \times 5$  และ 200 มาจาก  $40 \times 5$

2) จากตาราง 2 ครูผู้วิจัยสามารถทราบประสิทธิภาพจากการวัดแต่ละครั้งระหว่างเรียนอีกด้วย เช่น ครั้งที่หนึ่ง 70 ครั้งที่สอง 80 ครั้งที่สาม 90 แสดงว่าในครั้งที่หนึ่งยังไม่ถึงเกณฑ์ ครูผู้วิจัยอาจพิจารณาปรับปรุงชุดการสอนในหน่วยแรกเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

แง่คิดเกี่ยวกับการกำหนดเกณฑ์

1. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ สามารถกำหนดได้หลากหลายขึ้นกับครูผู้วิจัยจะกำหนด ถ้าต้องการประสิทธิภาพสูง ก็กำหนดค่าไว้สูง เช่น 90/90 แต่การกำหนดเกณฑ์ไว้สูงอาจพบปัญหาว่าไม่สามารถบรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ การที่จะทำให้ผู้เรียนส่วนมากทำคะแนนได้เกือบเต็ม มีค่าเฉลี่ยเกือบเต็ม คือ ร้อยละ 90 ขึ้นไปไม่ใช่เรื่องง่าย ดังนั้นจึงไม่ค่อยพบว่ามี การตั้งเกณฑ์ 90/90 ในงานวิจัยบางเรื่องตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่า 80 ทั้งด้านกระบวนการและผลโดยรวม เช่น ตั้งเกณฑ์ 70/70 ทั้งนี้เนื่องจากเห็นว่าเรื่องนั้นโดยธรรมชาติแล้วเป็นเรื่องที่ยาก เช่น วิชาเรขาคณิต เป็นต้น การตั้งเกณฑ์ไว้สูงจะพบว่าไม่อาจบรรลุผลได้ อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ต่ำเกินไป เช่น ต่ำกว่า 70/70 ทั้งนี้เพราะถ้าสิ่งที่ครูพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพจริงแล้วจะต้องสามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุผลระดับสูงเป็นส่วนใหญ่ได้ การตั้งเกณฑ์ 50/50 หรือ 60/60 แสดงถึงว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนได้โดยเฉลี่ยครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มหรือมากกว่าครึ่งหนึ่งเล็กน้อย (60%) ซึ่งไม่น่าจะเพียงพอ ควรพัฒนาได้มากกว่านั้น

2. การเขียนเกณฑ์ 80/80 ไม่ได้หมายถึงอัตราส่วนหรือสัดส่วนระหว่าง 2 ส่วนนี้ โดยทั่วไปไม่ได้แปลความหมายโดยนำมาเปรียบเทียบ ดังนั้นครูผู้วิจัยอาจไม่เขียนในรูป 80/80 แต่เขียนในรูปอื่น เช่น 80,80 หรือแม้กระทั่งเขียนว่าใช้เกณฑ์ 80% ทั้งกระบวนการและผลโดยรวมก็ได้

การเขียน 80/80 เป็นเพียงการแยกส่วนของประสิทธิภาพของกระบวนการซึ่งเป็น 80 ตัวหน้ากับประสิทธิภาพของผลโดยรวมซึ่งเป็น 80 ตัวหลัง

3. ครูผู้วิจัยอาจตั้งเกณฑ์ 2 ส่วนไม่เท่ากันก็ได้ เช่น ตั้งเกณฑ์เป็น 70/80 ซึ่งหมายถึงว่าประสิทธิภาพของกระบวนการใช้ 70% ส่วนประสิทธิภาพของผลโดยรวมใช้ 80% ซึ่งไม่นิยมกำหนดในลักษณะดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นที่จะทำอะไรให้สอดคล้องกับความนิยม ข้อสำคัญคือเหตุผลเบื้องหลังของการตั้งเกณฑ์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าตั้งเกณฑ์แบบนี้มีความเหมาะสม มีเหตุผลที่ดีกว่า

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้นั้นจะช่วยตรวจสอบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เกิดประโยชน์สูงสุดเมื่อนำไปใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ดังนี้

70 ตัวแรก เป็นคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ

70 ตัวหลัง เป็นคะแนนที่ได้จากการประเมินหลังจากที่นักเรียนเสร็จสิ้นการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากผลการทำแบบทดสอบย่อย นำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ

### 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านบริบท

#### งานวิจัยต่างประเทศ

นิวแมนน์; และ เวห์เลจ (Newmann; & Wehlage. 1995: Online) ได้ศึกษาโรงเรียน 8 แห่ง ที่มีการใช้หลักสูตรในรายวิชาบังคับใหม่โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะหาระดับการใช้การสอนตามสภาพจริงในชั้นเรียนที่ถูกคัดเลือก และหาว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการสอนตามสภาพจริงกับความสามารถของนักเรียนหรือไม่ พวกเขาพบว่า มีการใช้การสอนตามสภาพจริงบ้างแต่ไม่มากนัก พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างการใช้การสอนตามสภาพจริงกับความสามารถของนักเรียน และเมื่อเปรียบเทียบกันภายในห้องเรียน นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางที่ได้รับการสอนตามสภาพจริงเลื่อนระดับจากที่เคยอยู่เปอร์เซ็นต์ที่ 30 ขึ้นไปที่เปอร์เซ็นต์ที่ 60 ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่าการสอนตามสภาพจริงพัฒนาความสามารถของนักเรียน

สถาบันและสมาคมการเรียนรู้ด้านบริบท; และ พาร์เนล (Williams. 2007: 573 อ้างอิงจาก Contextual Learning Institute and Consortium, [CLIC]. 1997; & Parnell. 2001.) สถาบันและสมาคมการเรียนรู้ด้านบริบท โครงการให้ทุนโดยสถาบันนวัตกรรมการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์

ของสหรัฐอเมริกา ได้สอบถามความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการสอนด้านบริบทและการประเมินความก้าวหน้าทางวิชาการของนักเรียน ผลการศึกษารูปว่า ถึงแม้ว่าการสอนด้านบริบทต้องใช้เวลาในการวางแผนมากและใช้ชั่วโมงเรียนนาน แต่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากและบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่สูงขึ้น

เอทัลลา (Atallah. 2003: 1201) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดกับกลุ่มตัวอย่าง 238 คน ที่เป็นนักเรียนเพศหญิง ผลลัพธ์ของการศึกษาพบว่า 86% มีความคิดทางคณิตศาสตร์ที่กว้างขึ้น เพราะเห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันในเรื่องงานและการเรียน (46%) เพราะรูปแบบของกิจกรรมมีประโยชน์ต่อจิตใจ การพัฒนาทางสติปัญญาและความสามารถในการแก้ปัญหา (31%) กฎสำหรับการคำนวณ (9%) ตัวอย่างของคณิตศาสตร์เป็นตัวอย่างในชีวิตประจำวัน เช่น เกี่ยวกับเงินตรา เกี่ยวกับเวลา การใช้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับตัวเลข และการคำนวณที่ดูธรรมดา การศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจตรวจค้นในธรรมชาติ การค้นพบนี้จำเป็นต่อบรรยากาศ สิ่งแวดล้อมในห้องเรียน มีประโยชน์สำหรับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในชีวิตจริง

วีเจล (Wiegel. 2003: 2) ได้ศึกษาวิธีการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบท: กรณีศึกษาของลิน (Lynn) ซึ่งเป็นครูฝึกสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยม กรณีศึกษาของประสบการณ์การสอนนักเรียนของลิน 1 ภาคเรียนของการสอนในปีแรกของเธอ ลินใช้ประสบการณ์ของเธอกับการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบทก่อนที่จะรวมเข้ากับโครงการการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบทตามที่กำหนดขึ้น ประกอบด้วยชั้นเรียนเรขาคณิตระดับมัธยมและกิจกรรมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัย 2-3 ชั้นเรียน องค์ประกอบของการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบทประกอบด้วยงานที่ได้รับมอบหมายแบบเขียน แฟ้มสะสมผลงาน การทำงานเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ร่วมกับการนำเสนอ และกิจกรรมที่เน้นการปฏิบัติ ปัจจัยที่หลากหลายซึ่งดูราวกับว่าเป็นอุปสรรคต่อวิธีการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบทสำหรับลินระหว่างการสอนนักเรียนคือ การใช้ตำราพีชคณิตตามที่เรียนกันมา ไม่มีเวลาสำหรับการวางแผนที่เหมาะสม และปัญหาเกี่ยวกับการจัดการชั้นเรียน อย่างไรก็ตามลินมีน้ำใจที่แบ่งเวลากับนักเรียนของเธอโดยสอนพิเศษและดูแลกิจกรรมนอกหลักสูตรของนักเรียน ปัจจัยที่สนับสนุนวิธีการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบทระหว่างการสอนนักเรียนประกอบด้วยตำราสถิติที่ใช้แล้ว เพราะลินเห็นว่ามันเป็นปัญหาที่ช่วยสนับสนุนและเป็นกิจกรรมการสอนที่ทำให้เข้าใจ ประสบการณ์ที่ผ่านมาของลินในวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถของเธอสะท้อนการกระทำและประเมินผลในเป้าหมายของเธอได้อย่างชัดเจน ลินคล้ายกับครูฝึกสอนส่วนใหญ่ซึ่งถูกครอบงำด้วยความซับซ้อนของความต้องการที่จะสอนในแต่ละวัน เธอดำเนินเป้าหมายของเธออย่างมีชีวิตชีวา ในฐานะที่เป็นครูในปีแรก ภายในเดือนแรกลิน



เริ่มโครงการการสอนและการเรียนรู้ด้านบริบทกับชั้นเรียนของเธอ 3 ชั้นเรียนจาก 5 ชั้นเรียน และสร้างเว็บไซต์ชั้นเรียนซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลระหว่างชั้นเรียน ตัวอย่างของการใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง

เฟอร์แมน (Furman. 2005: Online) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนที่เน้นทางด้านกายภาพและสิ่งแวดล้อมกับนักเรียนเกรด 10-12 ที่อาศัยอยู่นอกเมืองและมีรายได้ต่ำ เพื่อศึกษาสถานภาพทางสังคมของแต่ละคน พบว่า นักเรียนที่ได้ร่วมกิจกรรมทางด้านกายภาพและสิ่งแวดล้อมสามารถเลื่อนสถานภาพทางสังคมของตนเองด้วยการสร้างรายได้ให้กับครอบครัว

### งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยพบว่า งานวิจัยในประเทศยังไม่มีการทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท ผู้วิจัยจึงเสนองานวิจัยที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท ซึ่งเป็นลักษณะของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงหรือชีวิตประจำวัน ดังนี้

อนันตนิจ โพธิ์ถาวร (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนเมืองกลาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 88 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 46 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ในโลกจริงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือสูงกว่าร้อยละ 50 รวมทั้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ทุกด้านอยู่ในระดับมาก คือ ด้านการมีส่วนร่วม ด้านสัมพันธไมตรี ด้านการสนับสนุนจากครู ด้านเป้าหมายการทำงาน ด้านความเป็นระเบียบในชั้นเรียน ด้านการชี้แจงกฎระเบียบ และด้านความพึงพอใจในการทำงาน

ทิพย์วรรณ สุวรรณี (2549: 72) ได้ศึกษาชุดการเรียนรู้แบบรายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์ภายใต้สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน เรื่อง การเตรียมความพร้อมในการให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมประจักษ์พัฒนา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบรายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์ภายใต้สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน เรื่อง การเตรียมความพร้อมในการให้เหตุผลสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญญาธิสา แซ่หล่อ (2550: 108) ได้ศึกษาการบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยานตาชาวรัฐชนูปถัมภ์ จังหวัดตรัง จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลของการใช้การบูรณาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย

จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01 ผลของการใช้การบูรณาการด้านความลึกในการเข้าใจเนื้อหาในแต่ละระดับพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความลึกในการเข้าใจเนื้อหาในแต่ละระดับภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01 ผลของการใช้การบูรณาการด้านการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงพบว่านักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงความสามารถในการเชื่อมโยงมีผลต่อความลึกในการเข้าใจเนื้อหาในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์แบบเชิงเส้นโดยมีคุณภาพ 35% และผลการพัฒนาในเชิงคุณภาพจากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยนักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในด้านความลึกในการเข้าใจเนื้อหานักเรียนมีระดับความลึกในการเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ส่วนในด้านการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงนักเรียนทุกคนให้ความคิดเห็นที่ดีต่อคณิตศาสตร์และเห็นว่าคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

รจณี บุญลือ (2550: 78–79) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมนาคนาวาอุปถัมภ์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 78 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 39 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 39 คน ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันสูงกว่านักเรียนที่ได้ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบททำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มาก และบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทเป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับสภาพชีวิตจริงครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นสภาพแวดล้อมรอบตัวและสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักและเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง รวมทั้งยังช่วยพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนอีกด้วย

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนถือว่าเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นภาระหน้าที่สำคัญประการหนึ่งของครู คือการส่งเสริมปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และขจัดสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาให้ถึงขีดสุดตามศักยภาพของตนเอง เรียนรู้อย่างเต็มที่ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามความสามารถที่แท้จริง

## 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งของไทยและต่างประเทศ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

วิลสัน (Wilson. 1971: 643-696) ได้แบ่งพฤติกรรมกรเรียนรู้อันที่พึงประสงค์ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาออกเป็น 2 ด้าน

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ความคิด (Cognitive Domain)
2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัยหรือด้านความรู้สึกรู้สึก (Affective Domain)

สำหรับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ความคิด (Cognitive Domain) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

- 1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

- 1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

- 1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้อยู่แล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายคล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนทัศน์เป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนทัศน์นั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปแบบหรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

- 2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles Rules and Generalizations) เป็นความสามารถในการเอาหลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้า

คำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from one Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจความสามารถทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน คือ แบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ต้องยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้นคือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มี

ปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Pattern Isomorphisms and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิธีที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนทัศน์ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษา เพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วมาพิสูจน์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการพิจารณาเป็นพฤติกรรมที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนทัศน์ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to Formulate and Validate Generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นใหม่โดยให้สัมพันธ์กับ

เรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือการถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

กู๊ด (Good. 1973: 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) หรือการพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

ไพศาล หวังพานิช (2526: 9) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) ว่า หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้เกิดจากการฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2537: 286) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือผลการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ในรายวิชาต่างๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ ประกอบด้วยความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และความสามารถในการคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว
2. ความเข้าใจ ประกอบด้วยความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ สามารถเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามแนวของเหตุผล การอ่านและตีความโจทย์ปัญหา
3. การนำไปใช้ ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับที่ได้เรียนรู้มาแล้ว สามารถเปรียบเทียบ วิเคราะห์ข้อมูล และมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน
4. การวิเคราะห์ ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ไม่เคยเห็นมาก่อน แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน สามารถค้นหาความสัมพันธ์จากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา สามารถสร้างข้อพิสูจน์ เข้าใจการพิสูจน์ ยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล สามารถสร้างสูตรหรือกระบวนการคิดคำนวณขึ้นมาใหม่ให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมอย่างสมเหตุสมผล

## 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยหรือองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้นตามศักยภาพของผู้เรียน ดังนี้

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14–16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง

2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

แคร์รอล (Carroll. 1963: 723–733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครูและหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

แมดดอกซ์ (Maddox. 1963: 9) ได้ศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละบุคคลนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญาและความสามารถทางสมองร้อยละ 50–60 และขึ้นอยู่กับโอกาสและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 10–15

ชฎานิษฐ์ พุกเถื่อน (2536: 16–17) พบว่า ปัจจัยที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีองค์ประกอบมากมายหลายลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1. ด้านคุณลักษณะในการจัดระบบในโรงเรียน จะประกอบด้วยขนาดโรงเรียน อัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนนักเรียนต่อห้องเรียน และระยะทางจากโรงเรียนถึงสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอ/กิ่งอำเภอ

2. ด้านคุณลักษณะของครู จะประกอบด้วย อายุ วุฒิครู ประสบการณ์ของครู การฝึกอบรมของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่งสัปดาห์ ความเอาใจใส่ต่อหน้าที่ทัศนคติเกี่ยวกับนักเรียน ฯลฯ

3. ด้านคุณลักษณะของนักเรียน เช่น เพศ อายุ สติปัญญา การเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน สมาชิกในครอบครัว ความเอาใจใส่ในการเรียน ทักษะคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอน การขาดเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น ฯลฯ

4. ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยขนาดครอบครัว ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ตั้งบ้าน การมีสื่อทางการศึกษาต่างๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายปัจจัยทั้งในด้านของสิ่งแวดล้อม ตัวผู้เรียนเอง เพื่อน ผู้ปกครอง และครู โดยคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

### 2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อจะได้ขจัดอุปสรรคหรือปัญหาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้เรียนจะได้มีโอกาสพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ และส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนี้

เรวัต; และ คุปตะ (Rawat; & Gupta. 1970: 7-9) ได้กล่าวว่า สาเหตุของการสอบตกและการออกจากโรงเรียนในระดับประถมศึกษา อาจมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือมากกว่านั้น โดยมีด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกลงในการมีส่วนร่วมที่โรงเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม ความเชื่อที่ไม่เหมาะสม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกซ้ำชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่นๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก

วัชร บุนนาคสิงห์ (2525: 435) ได้กล่าวว่า นักเรียนที่อ่อนวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นนักเรียนที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q.) อยู่ระหว่าง 75-90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30



2. อัตราการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่านักเรียนอื่นๆ
  3. มีความสามารถทางการอ่านต่ำ
  4. จำหลักหรือมโนคติเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้
  5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ
  6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์โดยทั่วไป
  7. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย สังเกตจากการสอบตกวิชาคณิตศาสตร์บ่อยครั้ง
  8. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อวิชาคณิตศาสตร์
  9. มีความกดดันและรู้สึกกังวลต่อความล้มเหลวทางด้านการศึกษาของตนเอง และบางครั้งรู้สึกถูกดูถูกตัวเอง
  10. ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง
  11. อาจมาจากครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากนักเรียนอื่นๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน
  12. ขาดทักษะในการฟัง และไม่มีความตั้งใจในการเรียน หรือมีความตั้งใจในเพียงชั่วระยะเวลาสั้น
  13. มีข้อบกพร่องในด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาด้านการฟัง และมีข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ
  14. ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนทุกๆ ไป
  15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองก็ยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้นๆ
  16. มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางด้านอารมณ์และสังคม
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 145) กล่าวถึง สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ ดังนี้
1. ข้อบกพร่องทางร่างกาย
  2. ระดับสติปัญญาต่ำ
  3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีมาก่อนทำให้ฝังใจเกิดการต่อต้านไม่ยอมรับ ปิดกั้นตัวเองทั้งแบบรู้ตัวและไม่รู้ตัว
  4. สิ่งแวดล้อมที่บ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียน ตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่างๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม การแสดงออก ความคงทน ความเพียรพยายาม การรู้จักแบ่งเวลา ความมีระเบียบวินัยในตนเอง ความรับผิดชอบ การมีสมาธิ

## 5. วุฒิภาวะต่ำ

### 6. พื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นมีหลายประการทั้งการจัดการเรียนการสอน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สภาพแวดล้อม และวุฒิภาวะของตัวผู้เรียนเอง ดังนั้นครูต้องจัดการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมต่อผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

### งานวิจัยต่างประเทศ

บุล (Bull. 1993: 54–07A) ได้ศึกษาเรื่องการสำรวจประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 8 โดยใช้การเรียนแก้ปัญหา 4 ชั้นตอน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นครูจำนวน 5 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 274 คน และกลุ่มควบคุมเป็นครูจำนวน 4 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 237 คน ซึ่งกลุ่มทดลอง ครูจะสอนโดยใช้ชุดการเรียน “Magic Math” โดยสังเกตการณ์สอนของครูในชั้นเรียน ส่วนกลุ่มทดลองครูจะสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนมีความสามารถมากกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

ริโอแดน; และ นอยซ์ (Riordan; & Noyce. 2001: 368–A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของหลักสูตรมาตรฐานหลักวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเกรด 5 ถึงเกรด 8 ศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับนักเรียน 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรเดิม ส่วนกลุ่มที่ 2 เรียนตามหลักสูตรมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิม

ฟินน์; และคนอื่นๆ (Finn; et al. 2003: 74–A) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลัก โดยทำการศึกษากับครู 20 คน และนักเรียน 1,466 คน จาก 26 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การเตรียมการสอนตามหลักสูตร รองลงมา คือ พฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

โจนส์; โจนส์; และ เวอร์เมตต์ (Jones; Jones; & Vermette. 2009: 4) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้การเรียนรู้ทางด้านอารมณ์และการเรียนรู้ทางด้านสังคมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า การสอนทักษะทางด้านอารมณ์และทักษะทางด้านสังคมมีส่วนช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น ทั้งยังทำให้เจตคติทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมในชั้นเรียน และความสำเร็จของงานของนักเรียนเพิ่มมากขึ้นด้วย

วอง (Wong, 2009: Abstract) ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของครูว่าสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหรือไม่ โดยพวกเขาตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเกรด 5 ในวิชาคณิตศาสตร์กับการอ่าน และตัวชี้วัดคุณภาพของครูต่างๆ เช่น การรับรองความเป็นครู ประสบการณ์การสอน และระดับการศึกษาของครู การออกแบบงานวิจัยนี้ทำให้เกิดผลดีต่อห้องเรียนในโรงเรียนอนุบาลที่จัดการศึกษาระยะยาวของเด็กนานาชาติ การวิเคราะห์พบว่า การรับรองของโรงเรียนระดับประถมศึกษาส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเกรด 5 ในวิชาคณิตศาสตร์และการอ่าน ขณะที่ประสบการณ์การสอนของครูมีความสำคัญสำหรับการอ่านมากกว่าวิชาคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษาของครู พบว่า มีผลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อการเพิ่มของคะแนนทดสอบของนักเรียน อย่างไรก็ตามผลการวิจัยนี้แสดงว่า วงศ์ตระกูลของนักเรียน ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง และสถานะที่เกี่ยวกับเศรษฐกิจและสังคมมีผลกระทบต่อคะแนนทดสอบมากกว่าการศึกษาของครู ประสบการณ์ หรือการรับรองอย่างเป็นทางการโดยทั่วไป

#### งานวิจัยในประเทศ

พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ (2542: 85-86) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุนันท์ ฉิมวัย (2543: 75) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กรรณิการ์ แพลอย (2547: 35-36) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงแบบหมุนแกนพิกัดของสมการกำลังสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนรู้เรื่องการแปลงแบบหมุนแกนพิกัดของสมการกำลังสอง ที่ระดับนัยสำคัญ .01

วนิดา พรชัย (2548: 70) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบซีปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมกล้าแสดงออกของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบซีปปา (CIPPA MODEL) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ชานนท์ ศรีม่วงงาม (2549: 77) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 86.04/82.16 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความก้าวหน้าของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.02

ปริญญา สองสีดา (2550: 78) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการสอน สื่อ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งสภาพแวดล้อม ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมโดยใช้วิธีการเรียนรู้ด้านบริบทที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้เพิ่มขึ้นด้วย

### 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การจัดกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การบูรณาการเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่แข็งแกร่งในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป และทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้อย่างมีความหมาย

#### 3.1 ความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทั้งของไทยและต่างประเทศ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991: 102) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาเป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กัน ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชาเป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

กรมวิชาการ (2544: 20) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยง คือ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่ออันจำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องเซตในการให้คำจำกัดความบทนิยามในเรื่องต่างๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามลำดับในรูปของฟังก์ชัน

นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น เรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม ในงานศิลปะและการออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

อัมพร ม้าคะนอง (2547: 101) กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มีสามประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่นๆ

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับสาระ ภายในวิชา หรือวิชาอื่นๆ หรือชีวิตประจำวัน โดยเชื่อมโยงมโนทัศน์ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ และการดำเนินชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

### 3.2 มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เพื่อให้การจัดกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ได้มีการจัดโปรแกรมการสอนเป็นมาตรฐานหลักสูตรสำหรับให้ครูใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2002: 64–66) ได้กำหนดมาตรฐานการเชื่อมโยง (Connection Standard) ไว้ดังนี้

โปรแกรมการสอนตั้งแต่ชั้นก่อนปฐมวัยถึงเกรด 12 มุ่งให้นักเรียนสามารถ

1. ตระหนัก และรู้จักเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์

การศึกษาคณิตศาสตร์สามารถเชื่อมโยงกันได้ ควรสอดแทรกในการเรียนการสอนในโรงเรียนในทุกระดับชั้น การให้ประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์กับเด็กในครั้งแรกที่เข้ามาในโรงเรียนไม่ควรแยกเป็นเรื่องๆ แต่ควรรวมคณิตศาสตร์เข้าหลายๆ เหตุการณ์ ซึ่งเด็กสามารถเรียนรู้ และจดจำแบบรูปของคณิตศาสตร์จากจังหวะดนตรี เพลงที่ร้อง รูปหกเหลี่ยมในวงผึ้ง จำนวนครั้งที่กระโดด เมื่อขึ้นไปเรียนในระดับเกรด 3–5 กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรเป็นนามธรรมมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเริ่มเห็นการเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการทางเลขคณิต ตัวอย่างเช่น การคูณเป็นเหมือนการบวก จำนวนที่ซ้ำกัน รู้ว่าการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในเหตุการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง ทั้งเรื่องตรรกยะ สัดส่วน และความสัมพันธ์เชิงเส้น ควรสอดแทรกเข้ามาในกิจกรรมการเรียนการสอนทุกครั้ง ในเกรด 9–12 นักเรียนไม่เพียงต้องรู้ถึงลักษณะของการเชื่อมโยง แต่ต้องสามารถหยั่งรู้ที่จะนำความรู้หนึ่งไปแก้ปัญหาต่างๆ ได้

ตลอดการเรียนตั้งแต่อนุบาลถึงเกรด 12 นักเรียนควรถามตนเองว่า “ปัญหานี้ หรือคณิตศาสตร์เรื่องนี้เหมือนกับปัญหาอื่น หรือเรื่องอื่นที่เคยเรียนมาก่อนหรือไม่ อย่างไร” การเชื่อมโยงเป็นการสร้างแนวคิดใหม่ๆ ขยายเพิ่มเติมจากคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาแล้ว เรียนรู้ในการเตรียมตัวรับความรู้ใหม่ นักเรียนระดับประถมศึกษา รู้จักนำเรื่องการลบจำนวนเต็มบวกมาโยงเข้ากับการลบ

ทศนิยม และเศษส่วน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นตระหนักและรู้จักวิธีนำเสนอการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีแนวคิดเดียวกัน เช่น อัตราส่วนใช้ในการนำเสนออัตราการเปลี่ยนแปลงเพื่อหาความเอียงหรือความชันของเส้นตรง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายรู้จักเชื่อมโยงแนวคิดในพีชคณิต และเรขาคณิต

กิจกรรมที่ใช้ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นรอบวงกลม ทำการทดลองโดยนำวงกลมขนาดต่างๆ หลายๆ รูป มาวัดความยาวของเส้นรอบวงและเส้นผ่านศูนย์กลาง นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอาจจะนำข้อมูลมาเขียนกราฟ 2 ตัวแปร เส้นรอบวง (c) และเส้นผ่านศูนย์กลาง (d) จะได้แนวเส้นตรงผ่านจุด (0, 0) และอัตราส่วนของ  $c/d$  คงที่ เมื่อเฉลี่ยค่าของ  $c/d$  จะได้ค่าอยู่ระหว่าง 3.1 และ 3.2 ซึ่งเป็นค่าประมาณของ  $\pi$  ปัญหานี้ได้นำแนวคิดในเรื่องของการวัด การวิเคราะห์ข้อมูล เรขาคณิต พีชคณิต และจำนวนมาใช้

2. เข้าใจคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมโยงกันได้อย่างไร และนำความรู้หนึ่งไปสร้างความรู้ใหม่ที่เกี่ยวข้องกันได้

เมื่อนักเรียนสั่งสมประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่โรงเรียนไปเรื่อยๆ ความสามารถในการเห็นส่วนที่สามารถเกี่ยวข้องกันได้คณิตศาสตร์ควรมีเพิ่มขึ้น นักเรียนในระดับชั้นอนุบาลถึงเกรด 2 จะตระหนักในเรื่องการนับ รู้จักจำนวน และสัณฐานของวัตถุต่างๆ นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาจะได้ค้นหาการดำเนินการทางเลขคณิตแบบต่างๆ และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจะได้ค้นหาตัวอย่างของจำนวนตรรกยะ รู้จักการสร้างสัดส่วน และความสัมพันธ์เชิงเส้น ส่วนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจะได้ค้นหาการเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่างๆ ดังตัวอย่างพีระมิดสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ถูกตัดยอดสามารถนำมาเป็นแนวทางในการหาสูตรหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

3. ตระหนัก และรู้จักประยุกต์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

ในการเรียนคณิตศาสตร์ควรได้ทำงานเกี่ยวกับปัญหาในวิชาอื่นๆ บ้าง การเชื่อมโยงสามารถทำได้กับวิชาอื่นๆ ที่เป็นชีวิตประจำวันของนักเรียน ตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงเกรด 2 นักเรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานที่มีการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง นักเรียนในระดับเกรด 3-5 ควรจะได้เรียนการประยุกต์ของคณิตศาสตร์ที่สำคัญกับวิชาอื่นๆ และขยายเพิ่มเติมขึ้นไปอีกในระดับเกรด 6-8 และในระดับเกรด 9-12 ควรจะใช้คณิตศาสตร์ไปอธิบายปัญหาที่ประยุกต์ซับซ้อนขึ้น

การให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการให้งานถือเป็นเรื่องสำคัญคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ และบริหารธุรกิจ การเชื่อมต่อกคณิตศาสตร์เข้ากับวิทยาศาสตร์ไม่ได้ทำแค่เฉพาะเนื้อหาแต่ยังรวมถึงกระบวนการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้นำไปประยุกต์ให้เข้ากับการเรียนคณิตศาสตร์ ดังในมาตรฐานการศึกษา

วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Education Standards) ที่ระบุไว้ใน 1 ปี โรงเรียนประถมศึกษา จะต้องสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อากาศ โดยนำคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับกิจกรรมการสอนนี้ ซึ่งสามารถทำได้หลากหลาย เช่น นักเรียนอาจจะออกแบบเครื่องมือ หรืออุปกรณ์วัดสภาพอากาศ วางแผนการจัดการ และการสื่อสารข้อมูล เป็นต้น

ตัวอย่างของการประยุกต์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เป็นเรื่องที่นักเรียนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแห่งหนึ่งได้ไปฝึกงานที่บริษัทผลิตยาแห่งหนึ่ง ซึ่งกำลังขยายงานด้วยการตั้งสาขาใหม่ จากข้อมูลที่ทราบทางบริษัทไม่ได้คำนึงถึงแต่เฉพาะยอดขายที่จะได้ในอนาคตในการหาทำเลที่ตั้งร้านเท่านั้น ทีมงานของนักเรียนได้รับความช่วยเหลือให้คำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารของบริษัท นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์สถิติข้อมูลประชากรและข้อมูลทางเศรษฐกิจที่ทำให้เราทราบถึงอุปสงค์ทางการตลาด นักเรียนได้ทำงานกับพนักงานของบริษัทและร่วมประเมินความเป็นไปได้ของทำเลที่ตั้งสาขาใหม่ นักเรียนได้ทำงานกับสถาปนิกในการออกแบบตัวร้าน และทำงานร่วมกับพนักงานบัญชีในการวางแผนในเรื่องการเงิน

โทมัส; และ ซานเตียโก (Thomas; & Santiago. 2002: 484) กล่าวถึงมาตรฐานการเชื่อมโยง ปี 1989 และ 2000 ว่า ในปี 1989 มาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผล มาตรฐานการเชื่อมโยงได้กำหนดไว้อย่างมีความหมายเป็น 1 ใน 4 ของมาตรฐานด้านกระบวนการที่เชื่อมต่อนี้ เพื่อการผ่านระดับช่วงชั้นทั้งหมด

แต่ละกลุ่มระดับอนุบาล-เกรด 4, เกรด 5-เกรด 8 และเกรด 9-เกรด 12 ลักษณะเฉพาะของหลักสูตรจะส่งเสริมให้การเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์เป็นการพิสูจน์ว่าระดับช่วงชั้นที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มความลึกซึ้งในการสร้างการเชื่อมโยงให้มากขึ้น

ในระดับอนุบาลถึงเกรด 4 เน้นการกำหนดนี้ถึงความสัมพันธ์ สร้างการเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้พวกเขาเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดในวิชาคณิตศาสตร์ ในเกรด 5-8 การสังเกตการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เป็นการเน้นถึงจุดมุ่งหมายอย่างกว้างๆ ของนักเรียน เทคนิคการเขียนภาพให้ได้สัดส่วนอย่างเห็นด้วยตาจริงในวิชาคณิตศาสตร์เหมือนกับการรวบรวมสิ่งทั้งหมด หลักสูตรที่สนับสนุนนักเรียนในเกรด 9-12 มีความสำคัญต่อการสืบสวนสอบสวนของการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ต่อไปถึงการรวบรวมความสนใจในความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อคณิตศาสตร์และการประยุกต์

หลักการและมาตรฐานขั้นสูง มาตรฐานการเชื่อมโยงตลอดจนหลักสูตร เป็นตัวบ่งชี้ที่มากกว่าการเข้าใจ (หยั่งรู้) จุดความสนใจ และการเชื่อมโยงกันเป็น 1 ใน 5 ของมาตรฐานด้านกระบวนการ มาตรฐานการเชื่อมโยงนิยามอย่างชัดเจน เป็น 1 ในกลุ่มของเกณฑ์สำหรับนักเรียนระดับอนุบาล-เกรด 12 ในแผนการเรียนรู้อื่นๆ



แผนการเรียนรู้จากระดับอนุบาล-เกรด 12 ควรจะทำให้นักเรียนสามารถ

- ตระหนัก และรู้จักเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์

- เข้าใจถึงความคิดทางคณิตศาสตร์ว่ามีการเชื่อมโยงกันอย่างไร และสร้างความคิดเพื่อสร้างการเชื่อมโยงทั้งหมดเข้าด้วยกัน

- ตระหนัก และรู้จักประยุกต์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

กรมวิชาการ (2545: 26-27) ได้กล่าวถึงมาตรฐานการเชื่อมโยงในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ช่วงชั้นที่ 4 ดังนี้

1. เชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปหรือเรื่องราวต่างๆ ได้

2. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ในงานและในการดำรงชีวิต

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ นำความรู้ไปใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น ประยุกต์ในศาสตร์อื่นๆ และประยุกต์กับชีวิตประจำวันได้

### 3.3 การพัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การจัดกระบวนการเรียนรู้ ครูถือว่าเป็นผู้ที่มีบทบาทที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงสำหรับครูที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

เบซิล (Basil. 1999: 8-12) ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนหาข้อมูลนอกห้องเรียน เนื่องจาก การให้นักเรียนได้มีโอกาสหาข้อมูลนอกห้องเรียนเป็นการช่วยให้พวกเขาเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการเพิ่มความสามารถของนักเรียนให้สามารถเชื่อมโยงแนวคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่นๆ และชีวิตจริง โดยการใช้ประสบการณ์เหล่านี้จะเป็นการกระตุ้น สนับสนุนการเรียนการสอน และนักเรียนจะได้จดจำว่าความรู้ในตอนเริ่มต้นของพวกเขาเกี่ยวกับ จำนวน ขนาด รูปร่าง และแบบรูป เกี่ยวพันกับสิ่งที่อยู่รอบตัวโดยผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 360) กล่าวว่า นักเรียนควรได้รับโอกาสในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ทั้งในโรงเรียน และในสังคมปัจจุบันมากขึ้น ครูคณิตศาสตร์ต้องค้นคว้าร่วมมือกับครูในวิชาอื่นเพื่อสำรวจแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไปยัง ปัญหาอื่นซึ่งเกิดขึ้นในห้องเรียน การรวมคณิตศาสตร์เข้าไปในเนื้อหาซึ่งให้สัญลักษณ์และกระบวนการที่มีประโยชน์ เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของมาตรฐานทั้งหมด ทำให้นักเรียนมองเห็นแนวคิดทาง

คณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้เข้าใจมันได้ ทักษะการเชื่อมโยงมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา การอภิปราย และแบบจำลองข้อเท็จจริงในโลก และการสื่อสารความคิดและข้อมูลที่ซับซ้อนในลักษณะที่ละเอียดและชัดเจน การนำเสนอปัญหาช่วยให้มองสิ่งต่างๆ ได้ทั่วและชัดเจนขึ้น ทำให้นักเรียนอธิบายปัญหาและหาคำตอบได้ ถ้านักเรียนเป็นผู้มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องฝึกให้นักเรียนปรับเปลี่ยนวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายขึ้น และตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างมุมมองที่แตกต่างกัน

การเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์สามารถสร้างได้หลายแนวทางเมื่อนักเรียนศึกษาหัวข้อหนึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในหัวข้ออื่นได้ โดยการเชื่อมโยงปรากฏออกมาขณะนักเรียนทำคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น

- ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่สามารถช่วยให้เข้าใจในการดำเนินการของเศษส่วน การนำเสนอข้อมูล การแก้ปัญหาคัดส่วน การหาตัวประกอบ และความน่าจะเป็น

- บทเรียนเรื่องการวัดต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสูตรและแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิดทางเรขาคณิต การวัด และพีชคณิต

นักเรียนจะได้แนวคิดใหม่ๆ กระบวนการ และทักษะจากการแก้ปัญหา แล้วสามารถรวบรวมแนวคิดและความคิดรวบยอดเพื่อส่งเสริมความเชื่อมั่นของนักเรียนในความคิดของเขาเอง เนื้อหาส่งเสริมทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเชื่อมโยง แต่ครูจะต้องหาโอกาสในการช่วยเหลือนักเรียนให้สร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ปัญหาที่สร้างขึ้นต้องเป็นปัญหาที่เน้นให้นักเรียนสร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เอาใจใส่ต่อการตระหนัก และการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อจะค่อยๆ ซึมซาบเข้าไปในตัวนักเรียน ซึ่งคาดหมายว่าแนวคิดที่พวกเขาจะได้เรียนรู้เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาและค้นคว้าความโน้มนำทางคณิตศาสตร์อื่นๆ

ไคลล์ และคนอื่นๆ (Kyle; et al. 2001: 80–86) กล่าวว่า ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พวกเขาสนใจ เนื่องจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของพวกเขา นักเรียนจะชอบแก้ปัญหาและสนุกกับการเรียนรู้ และนักเรียนได้ทำงานอย่างมีความหมาย อีกทั้งกิจกรรมหรือปัญหาที่สมควรเป็นปัญหาเปิดเพื่อให้นักเรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิดและแสดงเหตุผลได้

กรมวิชาการ (2545: 200–205) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับ

ศาสตร์อื่นๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงมีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การพัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยง ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดเชื่อมโยง โดยกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายซึ่งเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับศาสตร์อื่นๆ และเชื่อมโยงชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น และสนับสนุนให้นักเรียนได้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอและแลกเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบของปัญหาร่วมกัน

### 3.4 คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยง

คณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงกันอยู่ภายในเนื้อหา ทั้งยังมีการเชื่อมโยงกับศาสตร์ต่างๆ มากมาย และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะการเชื่อมโยงในรูปแบบต่างๆ ไว้ดังนี้

สครอย; และ สครอย (Sqroi; & Sqroi. 1993: 569–570) กล่าวว่า เดิมการสอนพีชคณิตและเรขาคณิตในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นนั้นมีการสอนโดยแยกออกจากกัน ต่อมาบางรัฐในสหรัฐอเมริกา มีการปรับปรุงหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายโดยมีการนำการบูรณาการมาใช้กับพีชคณิตและเรขาคณิต โดยแท้จริงมโนคติของการเชื่อมโยงระหว่างพีชคณิตและเรขาคณิตไม่ใช่เรื่องใหม่ นักคณิตศาสตร์และนักปรัชญาชาวฝรั่งเศส ชื่อเรเน่ เดส์คาร์ตส์ (Rene' Descartes) ได้พัฒนาเรขาคณิตที่รู้จักกันดี คือ เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยการนำภาพเรขาคณิตเข้ามานำเสนอด้วยพีชคณิตด้วยการใช้ระบบจำนวนจริงและสมการ

เคนเนดี; และ ทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 194–200) กล่าวว่า การเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์นั้นนักเรียนจำเป็นต้องทำการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม รูปภาพ แผนผัง

สัญลักษณ์ และภาษา รูปแบบการแสดงมโนทัศน์และความเข้าใจเนื้อหาต่างๆ ให้รวมกันเป็นหลักการทางคณิตศาสตร์ พวกเขาจำเป็นต้องทำการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และโลกแห่งความเป็นจริง

การเชื่อมโยงนี้มีความเกี่ยวข้องกันในระหว่างการสอน ควรสร้างให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ในระหว่างการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรม แล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ กราฟ และสัญลักษณ์ต่างๆ ตัวอย่างเช่น ในชั้นเรียนเกรด 3 ครูได้สอนให้นักเรียนสร้างการเชื่อมโยงระหว่าง “คุกกี้” กับเศษส่วน นักเรียนในชั้นเรียนนั้นได้รู้จักการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันด้วยปัญหา “คุกกี้” การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ กับชีวิตจริงเกิดได้อย่างมากมาย ครูสามารถให้นักเรียนปฏิบัติงานที่จะเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศิลปะ งานกิจกรรมเกี่ยวกับอาหาร และกิจกรรมในวิชาต่างๆ บางทีอาจเป็นกิจกรรมในชั้นเรียนและสามารถทำเป็นโครงการรายบุคคลหรือกลุ่มเล็กๆ หรือบางทีจะทำในช่วงเวลาที่เหมาะสม

ตัวอย่างต่อไปนี้ แสดงถึงวิธีที่ครูจะสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่างๆ และสังคครอบตัว ด้วยการให้นักเรียนทำโครงการที่บางโครงการอาจให้ทำร่วมกันทั้งชั้นรายบุคคล หรือทำโดยกลุ่มย่อย ดังนี้

#### 1. คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

- การโคจรของดวงจันทร์
- การจับบันทึกอุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันอากาศ
- การส่งมนุษย์ไปยังดวงจันทร์ การโคจรของดาวเคราะห์
- การกำหนดมาตราส่วน
- การสร้างระบบโซลาร์เซลล์

#### 2. คณิตศาสตร์และสังคมศึกษา

- นาฬิกาและนาฬิกาทราย
- การสร้างพีระมิดในประเทศอียิปต์
- การออกแบบพรมและตะกร้าที่ใช้หลักการสมมาตรและทรงลูกบาศก์ของ

ชาวอินเดียนแดงทางตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา

- การเปรียบเทียบภูมิประเทศ ตำแหน่งที่ราบสูง ที่ราบต่ำ ภูมิประเทศที่สูงที่สุด และที่ลึกที่สุดได้ทะเล

#### 3. คณิตศาสตร์และสุขภาพ

- การเรียนรู้เกี่ยวกับระดับโคเลสเตอรอลเพื่อสุขภาพ
- การวัดความสูงของนักเรียน การบันทึกผลในรูปตารางและกราฟ

- การหาปริมาณแคลอรีจากการอ่านฉลากข้อมูลโภชนาการข้างกล่องผลิตภัณฑ์  
การวัดระดับโคเลสเตอรอล

#### 4. คณิตศาสตร์และศิลปะ

- การวัดรอบขอบกระดาษเพื่อติดขอบผนัง  
- การกำหนดมาตราส่วนฉากละครในชั้นเรียน วัดและเตรียมกระดาษสร้างฉาก  
การวาดภาพทิวทัศน์ต่างๆ

- การอ่านและทำตามคำแนะนำจากการประดิษฐ์ Origami ของชาวญี่ปุ่น

#### 5. คณิตศาสตร์และการอ่านและศิลปะทางภาษา

- การหารูปแบบของคำ การแยกประเภทของคำ  
- อ่านรายงานการวิจัยและงานเขียนทางคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง  
- เลขวิทยา (Numerology) และตัวเลขที่ดังงาม  
- การวิจัยและเขียนเรื่องราวของนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง จำนวน และความงาม  
ของตัวเลข การวิเคราะห์ข้อความเพื่อบอกจำนวนพยัญชนะ (เรื่องนี้สามารถเชื่อมโยงกับรายการ  
เกมโชว์ทางโทรทัศน์ของสหรัฐที่ชื่อ Wheel of Fortune)

#### 6. คณิตศาสตร์และการศึกษาทางกายภาพ

- นับจำนวนไม้เลื้อยที่ขึ้นตามเชือก  
- แบบแผนพื้นที่ในการเล่น  
- การนับจำนวนรอบของการกระโดดเชือก การแสดงให้เห็นว่าโอลิมปิกยิ่งใหญ่  
การจัดวางพื้นที่ในการเล่น การจับเวลาในการแข่งขัน

คณิตศาสตร์กับโลกปัจจุบันเชื่อมโยงกันในหลายๆ ด้าน จากบทความในหนังสือพิมพ์  
หรือนิตยสาร ไม่ว่าจะเป็นทางด้านธุรกิจ แนวโน้มทางเศรษฐกิจ สภาพอากาศ และข้อมูลทาง  
วิทยาศาสตร์ การรายงานพิเศษทั้งในรูปแบบบทความ และภาพข่าว แผนผังการเดินทางที่ท่าเรือ สถานี  
รถไฟ และสนามบิน ล้วนให้ข้อมูลที่เป็นคณิตศาสตร์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้คนที่กำลัง ปัญหาทาง  
เศรษฐกิจ ปัญหาการจัดการขยะและมลพิษที่เกิดจากรถยนต์ ของเสียจากโรงงาน ได้ทำให้นักเรียน  
สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับการดำรงชีวิตในปัจจุบัน ครูจึงควรสอนโดยบูรณาการคณิตศาสตร์กับ  
ศาสตร์อื่นๆ หรือกับปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน

ดังนั้นนักเรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อจะได้  
บูรณาการเนื้อหาทั้งหมด ครูจะประสบความสำเร็จเมื่อทำหน้าที่ให้นักเรียนสามารถสร้างการเชื่อมโยง  
มโนคติของเนื้อหาต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่น เศษส่วนและทศนิยมกับเรื่องของเปอร์เซ็นต์ การคูณกับ

การบวก การหารกับการลบ และการนำการวัดไปใช้ในเรขาคณิต นักเรียนต้องรู้จักการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้

นุธ (Knuth. 2000: 48–53) กล่าวว่า การที่นักเรียนจะเข้าใจความหมายของฟังก์ชันที่ไม่เพียงแค่ว่า ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนมีการนำเสนอวิธีที่ต่างกันในการหาคำตอบให้มีการแสดงสมการในรูปแบบต่างๆ เช่น ให้มีการนำเสนอสมการเชิงเส้นทั้งในรูปแบบ Point-slope และรูปแบบต่างๆ วิธีการนำเสนอด้วยกราฟ การแปลงกราฟไปเป็นสมการ ซึ่งควรให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้และอภิปรายถึงวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ

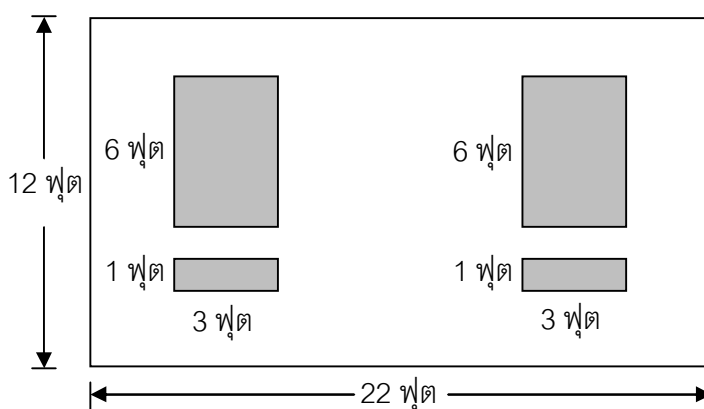
นัทเซาลัส (Natsaulas. 2000: 364–370) กล่าวว่า การเชื่อมโยงระหว่างกรุปสมมาตร (Symmetry Groups) ในคณิตศาสตร์กับศิลปะและประวัติศาสตร์ว่า ที่ผ่านมามีการนำเอาวัฒนธรรมจากที่ต่างๆ มาเป็นต้นแบบในการผลิตออกแบบสิ่งประดับและตกแต่ง หรือเป็นภาพสัญลักษณ์ของพิธีการ หรือสัญลักษณ์ทางศาสนา ซึ่งจากที่กล่าวว่าเป็นคณิตศาสตร์ธรรมชาติมีภาพที่สร้างมาจากการสะท้อน และการหมุนภาพบนระนาบ ดังนั้นประวัติศาสตร์และการผสมผสานทางศิลปะ ทำให้นักเรียนได้ศึกษาการสะท้อน และการหมุนบนระนาบได้ เช่นเดียวกับมโนทัศน์ของรูปสมมาตร การศึกษารูปสมมาตรเพื่อให้เชื่อมโยงศิลปะและประวัติศาสตร์ ส่งเสริมความเข้าใจในการสร้างภาพบนระนาบ

วาเชอร์; และ มิลรอย (Vacher; & Mylroie. 2001: 640–641) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับธรณีวิทยาในการสำรวจถ้ำว่า ถ้ำนั้นแตกต่างจากภูเขา ทะเลสาบ หรือแม่น้ำตรงที่เราไม่สามารถเห็นปากถ้ำได้ในระยะไกล ไม่สามารถทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพถ่ายดาวเทียม ไม่สามารถบอกลักษณะภายในถ้ำได้จนกว่าเราจะเดินเข้าไปสำรวจภายใน ถ้ำนั้นยังทอดยาวออกไปหลายทาง จนไม่อาจทำนายส่วนปลายของถ้ำได้ จึงต้องมีวิธีการในการสำรวจ โดยหาความยาวของระยะทางในถ้ำเป็นส่วนๆ และทิศทาง แล้วเขียนแทนด้วยเวกเตอร์ การเขียนแผนที่ของถ้ำจึงเป็นการแปลงข้อมูลของระยะทางและมุมออกมาเป็นเวกเตอร์ในระบบสามมิติ

ดอสเซย์; และคนอื่นๆ (Dossey; et al. 2002: 81–83) กล่าวถึง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์สร้างขึ้นได้ทันทีขณะเกิดการเรียนรู้ โดยสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว นักเรียนที่สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่นๆ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือเนื้อหาในคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ การแยกคณิตศาสตร์ออกเป็นวิชาย่อยๆ เช่น เรียนพีชคณิตเบื้องต้น แล้วมาเรียนวิชาพีชคณิต และเรขาคณิตตามลำดับ

ทำให้นักเรียนมองวิชาคณิตศาสตร์ว่าไม่สัมพันธ์กัน แม้ว่าบทเรียนก่อนหน้าจะเป็นพื้นฐานความเข้าใจในคณิตศาสตร์ระดับสูง การแยกเนื้อหาออกจากกันทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างการเชื่อมโยงที่ทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ การเรียนที่เน้นการเชื่อมโยงจะทำให้ให้นักเรียนมีพื้นฐานที่แข็งแกร่งในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป

สมบัติการแจกแจงนับเป็นตัวอย่างที่ดีของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงหลายเนื้อหาเข้าด้วยกัน สมบัติการแจกแจงเป็นสิ่งสำคัญในการคูณจำนวนเต็มบวก การคูณที่ตัวคูณมีเลขโดดถึง 3 ตัว เช่น  $8 \times 172$  ทำให้ง่ายขึ้นโดยใช้สมบัติการแจกแจงเป็น  $(8 \times 100) + (8 \times 70) + (8 \times 2)$  นอกจากนี้สมบัติการแจกแจงยังช่วยนักเรียนในการหาพื้นที่แรงแง ดังแสดงในภาพประกอบ 3 (Dossey; et al. 2002: 82) ซึ่งสมบัติการแจกแจงไม่ได้ใช้แยกตัวประกอบ และแทนค่าในประโยคพีชคณิตเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปใช้กับผลคูณเชิงสเกลาร์ในเวกเตอร์และเมตริกซ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูง ครูสามารถช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ในภาพกว้างได้



พื้นที่ คือ  $(22)(12) - 2[(3)(6) + (3)(1)]$

ภาพประกอบ 3 การใช้สมบัติการแจกแจงหาพื้นที่แรงแง

ที่มา: Dossey; John A.; et al. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom. A Contemporary Approach to Teaching Grades 7–12.*: 82.

นักเรียนต้องรู้จักและเริ่มการสร้างการเชื่อมโยงตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ครูอาจชี้แนะให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงเรขาคณิตในระบบพิกัดฉาก โดยให้พิสูจน์ว่าเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานตัดแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน สามารถใช้วิธีการหาจุดกึ่งกลางของเส้นทแยงมุมทั้งสอง เพื่อพิสูจน์ข้อความดังกล่าว

ครูสามารถแนะนำกระบวนการเชื่อมโยงให้กับนักเรียนโดยการให้งานที่ครูออกแบบขึ้น งานที่แสดงการเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ของเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว เช่น การสำรวจลำดับฟีโบนัชชี (Fibonacci Sequence) 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ... สามารถเชื่อมโยงกับแบบรูปและฟังก์ชันก่อกำเนิด เมื่อสำรวจต่อไปนำไปสู่ความรู้เรื่องอัตราส่วนของสี่เหลี่ยมมุมฉากทอง และประยุกต์เข้ากับงานศิลปะ โลกของการออกแบบ การเชื่อมโยงกับวิชาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

ดวงเดือน อ่อนน่วม; และคนอื่นๆ (2547: 50) กล่าวถึงลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นไปได้หลายลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างสูตร การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใน 2 ประเด็น คือ พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ตั้งอยู่บนฐานเดียวกัน และมีความสูงเท่ากัน และพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ ความกว้างคูณความยาว ดังนั้น

$$\text{สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม คือ } \frac{1}{2} \times \text{ความยาวฐาน} \times \text{ความสูง}$$

2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่างๆ ของคณิตศาสตร์ เช่น การลบเป็นการดำเนินการตรงข้ามของการบวก การคูณเป็นการบวกซ้ำๆ การคูณและการหารเป็นการดำเนินการตรงกันข้าม ร้อยละสัมพันธ์กับเศษส่วน การวัดสัมพันธ์กับเรขาคณิต

3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลายๆ แบบสู่ความคิดรวบยอดเดียวกัน เช่น การให้นักเรียนสร้างหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐานตามความต้องการของตนเอง ก็จะได้หน่วยที่ไม่เป็นมาตรฐานหลายๆ ลักษณะ แต่ทุกหน่วยนำไปสู่ความคิดรวบยอดเดียวกันว่าเป็นหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน

4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่วิถีคิดคำนวณ เช่น ในการเรียนรู้เรื่องหน่วยการวัด เด็กต้องเกิดความคิดรวบยอดว่าจำนวนต่างๆ จะมาบวกกลับกันได้ต้องมีหน่วยการวัดเดียวกัน ดังนั้น ถ้าหากจำนวนเหล่านี้มีหน่วยต่างกันจึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยให้เหมือนกันก่อน

5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นวิถีทางหนึ่งที่สนับสนุนส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การกำหนดหน่วยการเรียนรู้เปิดโอกาสให้เด็กได้ศึกษา สำรวจ สืบค้นเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ที่ตนสนใจ ได้มีโอกาสแสดงความคิดริเริ่ม ได้สร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ในขณะเดียวกันยังคงเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย หน่วยการเรียนรู้อาจเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้กลางที่คณิตศาสตร์เรียนรู้ร่วมกับวิชาอื่นๆ ก็ได้

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า คณิตศาสตร์มีการเชื่อมโยงกับศาสตร์ต่างๆ ในโลกอย่างมาก ครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้เดิมกับเนื้อหาความรู้



ใหม่ ให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดการบูรณาการทางคณิตศาสตร์ แล้วขยายการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปสู่ศาสตร์ต่างๆ และนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง และเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน

### 3.5 ประโยชน์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการเชื่อมโยง

นักการศึกษาได้เสนอให้เห็นประโยชน์ของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เบิร์คฮาร์ด (Burkhardt. 2001: Online) กล่าวถึงประโยชน์ของการเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ทำให้นำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้มากขึ้น
2. ทำให้ไม่มีช่องว่างในการเรียนรู้
3. ทำให้หลักสูตรเกิดความสมดุล
4. สนับสนุนความเสมอภาค

เมอลิโน; โอเวนส์; และ เวนท์ูรา (Merlino. 2000: Online; Owens. 2001: Online; & Ventura. 2001: Online) กล่าวถึงประโยชน์ของการเชื่อมโยงในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ว่าทำให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าสนใจ ภูมิใจในชีวิตชีวิามากขึ้น และตระหนักว่าคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตจริง และมีอยู่รอบตัวเรา

แม็ค (Mack. 2004: 226–232) กล่าวถึงการเชื่อมโยงในการพัฒนาความคล่องแคล่วในการคำนวณด้วยเศษส่วน โดยให้นักเรียนเกรด 5–8 ดำเนินการด้วยขนาดของหน่วยที่เหมือนกัน ขณะที่สนับสนุนให้นักเรียนมองสิ่งที่เหมือนกัน นักเรียนสำรวจการบวกและการลบเศษส่วน วิธีการนี้อาจจะช่วยให้เด็กนักเรียนมองเห็นการบวกและการลบของเศษส่วนในวิธีเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบเดียวกัน จึงเป็นการสนับสนุนนักเรียนให้เกิดการพัฒนาความคล่องแคล่วในการคำนวณด้วยเศษส่วน

กรมวิชาการ (2545: 203) กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยงดังนี้ มีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง ตวง วัด

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้เด็กนักเรียนสร้างความสัมพันธ์ มองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยมองเป็นภาพรวมระหว่างเนื้อหาภายในวิชา เกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิมเพื่อพัฒนาความเข้าใจคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น และคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น รวมทั้งมองเห็นว่าคณิตศาสตร์สัมพันธ์กับวิชาอื่นๆ และมีอยู่ในชีวิตจริงรอบตัวเรา

### 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยต่างประเทศ

เดริกเซล (Drexel. 1997: 2119–A) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างเศษส่วนสามัญ (Common Fraction) หรือเศษส่วนที่มีทั้งตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม กับเศษส่วนทศนิยม (Decimal Fraction) หรือเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นพหุคูณของ 10 เริ่มต้นที่เลือกนักเรียน 9 คน ซึ่งเป็นนักเรียนเกรด 6 ที่อยู่ต่างห้องเรียนกันมาทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงเศษส่วนสามัญและเศษส่วนทศนิยม โดยให้ทำข้อสอบเศษส่วนแบบเขียนตอบ และสัมภาษณ์ถึงการเรียนเรื่องเศษส่วนที่ผ่านมา เพื่อจะได้ทราบระดับความรู้และมโนทัศน์เรื่องเศษส่วนของนักเรียน ปรากฏว่ามโนทัศน์เรื่องเศษส่วนของนักเรียนมีอยู่จำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้บทเรียน 6 บท ในการปูพื้นฐานมโนทัศน์และทักษะเรื่องเศษส่วน และใช้บทเรียนเพียง 2 บท ในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของเศษส่วนสามัญและเศษส่วนทศนิยมกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากการใช้บทเรียนก็ทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถจำแนก เปรียบเทียบ ดำเนินการบวกและลบเศษส่วนทศนิยมได้ สามารถนำหลักการของเศษส่วนสามัญไปใช้กับเศษส่วนทศนิยมได้ ซึ่งข้อจำกัดนี้ชี้ว่าความรู้ของนักเรียนยังมีปัญหาต่อการนำมาใช้ แต่จากการที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเศษส่วนสามัญและเศษส่วนทศนิยมมาสัมพันธ์กันได้ อาจมีความหมายต่อความเข้าใจมโนทัศน์ และการดำเนินการในทศนิยม

ลอร์สัน; และ ชินแนพแพน (Lawson; & Chinnappan. 2000: 26–43) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานแก้ปัญหากับการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน และศึกษาต่อไปถึงตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหา และการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต ระหว่างนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ขึ้นเองได้มากกว่าและสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ครูจัดตามแผนการสอนมาสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และตัวชี้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงมีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาสูงกว่าตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหา จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลกับครูในการหาวิธีการสอน เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ที่มีคุณภาพได้

ไคล์; และคนอื่นๆ (Kyle; et al. 2001: 80–86) ได้พัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยใช้วิธีเข้าไปเยี่ยมครอบครัวของนักเรียน ใช้การพูดคุยแบบไม่เป็นทางการและการสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง หลังจากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลและจัดรูปแบบของสิ่งที่นักเรียนสนใจและทักษะการปฏิบัติของแต่ละครอบครัว ซึ่งบางอย่างเกี่ยวกับขั้นตอนการทำเกษตร การเลี้ยงสัตว์ การฝีมือ การดูทีวี และการทำอาหาร หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลนั้นมาพัฒนาเป็นปัญหาที่มีความหลากหลาย และมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน แล้วนำมาให้นักเรียนร่วมกัน

แก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผู้ปกครองของนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น จากที่เคยคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องยาก และช่วยให้ครูผู้สอนสามารถนำความรู้ที่บ้านของนักเรียนมาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น นอกจากนั้นแล้วโค้ชและคณะยังเชื่อว่าการให้นักเรียนได้ทำงานที่มีความหมาย การให้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการส่งเสริมความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน และนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมอย่างสุดความสามารถถ้าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นได้เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของพวกเขา ความรู้และทักษะที่ครอบครัวยุติสนใจ

แพนดิสซิโอ (Pandiscio. 2002: 216–221) ได้สำรวจการโยงมิติการพิสูจน์กับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เรขาคณิตของนักศึกษาฝึกสอน โดยให้นักศึกษาฝึกสอน 4 คน (ชาย 2 คน หญิง 2 คน) แก้ปัญหาเรขาคณิตที่ไม่คุ้นเคยโดยใช้พื้นฐานมโนทัศน์ของยูคลิดจำนวน 2 ข้อ ให้สร้างการพิสูจน์ตามรูปแบบที่ให้ผลออกมาเป็นรูปแบบกรณีทั่วไป และให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตผลปรากฏว่านักศึกษาฝึกสอนทั้ง 4 คน ยอมรับว่าแม้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตจะไม่ได้ช่วยพิสูจน์ แต่ก็ยังเป็นเครื่องมือช่วยสร้างความรู้สึก (Sense) ให้เกิดความเข้าใจความสัมพันธ์ในปัญหาหรือทฤษฎีบท เพื่อนำไปใช้ในการพิสูจน์

นิโคล; และ เครสโป (Nicol; & Crespo. 2005: 240–251) ได้ศึกษาการค้นหาคณิตศาสตร์จากสถานที่ทางจินตนาการ โดยการทบทวนหาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ การศึกษาดังกล่าวมีความมุ่งหมายที่จะแลกเปลี่ยนความคิด เพื่อที่จะหาหนทางในการทำให้คณิตศาสตร์มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนไม่เพียงแต่เข้าใจในเรื่องทักษะวิธีการ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เท่านั้น ยังเป็นการทำให้นักเรียนมีความเฉลียวฉลาดในการคิดมากยิ่งขึ้น มีการใช้คณิตศาสตร์มาประยุกต์กับชีวิตประจำวัน และมีความเห็นเรื่องการเรียนรู้คณิตศาสตร์ภายในโรงเรียนที่ต้องเชื่อมโยงกับงานต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันตามความหลากหลายของอาชีพ เช่น ช่างไม้ ชาวประมง ค้าขาย ซึ่งแต่ละอาชีพสามารถนำความรู้มาใช้ในการคำนวณและแก้ไขปัญหาในชีวิต งานชิ้นนี้ได้อ้างถึงสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนนำเอาหลักการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับประสบการณ์ในชีวิตจริง ผลการศึกษาเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าแบบทดสอบทางจินตนาการเป็นตัวเสนอถึงโอกาสในการใช้สติปัญญาและอารมณ์ ความรู้สึกที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งจากการเรียนคณิตศาสตร์ นี่คือนิยามของการรวมกลุ่มกันที่จะให้คุณค่ากับการศึกษาทางคณิตศาสตร์ การทำให้คณิตศาสตร์เป็นที่น่าสนใจต่อนักเรียนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อนักเรียน การศึกษาทำให้มีการสำรวจคำถามว่าอะไรที่ทำให้คณิตศาสตร์มีความหมายต่อนักเรียน และหาแนวทางที่ทำให้มีการพัฒนาต่อไปและทำให้อยู่ในรูปแบบที่สละสลวยที่จะช่วยให้การสอนเข้าถึงความท้าทายและคุณภาพของการทำงานร่วมกันของ

นักเรียนด้วยความแตกต่างของชนิดของบทเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้เห็นถึงความตั้งใจของรูปแบบของการรวมตัวในการศึกษาทางสติปัญญาและอารมณ์

เกนส์เบิร์ก (Gainsburg, 2007: online) กล่าวว่า คณิตศาสตร์ศึกษาจะเน้นความสำคัญเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันในการเรียนการสอน สิ่งตีพิมพ์ที่มีอยู่บ่งบอกถึงสภาพความเป็นจริงในห้องเรียนว่ามีการฝึกฝนเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันไม่บ่อยครั้งนัก และทำอย่างเร่งรีบ แต่ในการเรียนสองถึงสามครั้งจะมีการเน้นเฉพาะเพื่อสอบ ฉะนั้นทำอย่างไรที่ครูจะเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสำรวจครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมจำนวน 62 คนในเรื่องความเข้าใจและการประยุกต์ใช้การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน จุดมุ่งหมายของงานวิจัยคือการสร้างการเชื่อมโยงในการสอน และปัจจัยที่สนับสนุนและผลักดันให้มีการฝึกฝนการเชื่อมโยง ผู้วิจัยสังเกตครู 5 คน ในการใช้การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันภายในห้องเรียนและติดตามผลโดยการสัมภาษณ์ครู ผลการวิจัยพบว่า การสร้างการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเป็นสิ่งสำคัญซึ่งเป็นที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น และสนับสนุนสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวกับจะทำอย่างไรในการช่วยเหลือนักเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกันในการเรียนคณิตศาสตร์

#### งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545: 97) ได้พัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศึกษานารีวิทยา จำนวน 45 คน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 89.84/82.32 และผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร แก้วรักษา (2547: 59) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบ (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนละหานทรายรัชดาภิเษก จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 45 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 82.11/83.59 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบชิปปา (CIPPA

MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชดา ยাত্রา (2549: 66) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ที่สนใจสมัครเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ทั้งหมด จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิลลา ดลภาค (2549: 62-63) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอน เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรางคณา ยานหิ (2549: 117) ได้พัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก จำนวน 44 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 96.88/97.36 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการสอนโดยชุดการเรียนแบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิมล อยุพิพัฒน์ (2551: 71) ได้ศึกษาบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (GEOMETER'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนไตรโยคมนตรีกาญจนาวิทยา จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ทั้งการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน การเชื่อมโยงกับศาสตร์ต่างๆ และการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และเป็นการเรียนรู้ที่มีคุณค่า ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ได้อย่างชัดเจน ลึกซึ้ง ครอบคลุม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตได้

#### 4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คำว่า “การสื่อสาร” ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Communication มาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า “Communis” หรือ “Common” ในภาษาอังกฤษมีความหมายว่าเหมือนกัน หรือร่วมกัน ดังนั้นเมื่อเกิดการสื่อสารขึ้นก็คือการที่เรามีส่วนร่วมกันในการสื่อสาร นั่นคือกระบวนการของการถ่ายทอดสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร โดยอาศัยเครื่องมือหรือวิธีใดวิธีหนึ่งให้ไปถึงเป้าหมายเพื่อให้ความเข้าใจร่วมกัน

##### 4.1 ความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สำหรับความหมายของการสื่อสาร มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ดังนี้

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976: 513) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ในกิจกรรมการเขียนหรือพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งจะมีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อผู้เรียนได้ฝึกหัดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีพลังในการคิดด้วยตนเอง

เคนเนดี; และ ทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 181) กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์คือ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเป็นการนำเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนความรู้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 4-5) กล่าวถึงทักษะทางคณิตศาสตร์ว่า ในการจัดหลักสูตรการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนนั้นควรจะต้องให้ผู้เรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้ จัดระบบและรวบรวมความคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันและสื่อสารได้ถูกต้อง สื่อสารความคิดที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของพวกเขาแก่ครูอาจารย์และผู้อื่นได้อย่างสมเหตุสมผลและแจ่มแจ้งชัดเจน วิเคราะห์และประเมินค่าแนวความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ด้วย

กลยุทธ์ต่างๆ ได้ ใช้ภาษาของคณิตศาสตร์เพื่อการสื่อความหมายได้อย่างกระชับ ชัดเจน ได้ใจความที่ถูกต้อง แน่นนอน

รีส์; และคนอื่นๆ (Reys; et al. 2001: 83) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ซึ่งผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การเขียนกราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2542: 6) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารว่า หมายถึงกระบวนการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างมนุษย์ภายใต้สภาพแวดล้อม ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ตามสภาวะการณ์

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 21) กล่าวว่า การสื่อสารหรือการสื่อความหมาย หมายถึง การถ่ายทอดเรื่องราว การแลกเปลี่ยนความคิด การแสดงออกของข้อความคิดและความรู้สึก นอกจากนี้การสื่อสารยังเป็นการที่บุคคลในสังคมมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันโดยผ่านทางข้อมูลข่าวสาร สัญลักษณ์ และเครื่องหมายต่างๆ ด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543: 286) กล่าวว่า ในกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทักษะในการสื่อสาร (Communication Skills) หมายถึง การให้หรือการแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดหลักทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการอ่าน การฟัง การสังเกต และการตรวจสอบในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล โดยการพูด การเขียน

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการพูด การเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิด ซึ่งแสดงความหมายและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

#### 4.2 มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เพื่อให้การจัดกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ได้มีการจัดโปรแกรมการสอนเป็นมาตรฐานหลักสูตรสำหรับให้ครูใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2004: Online) ได้กล่าวถึงมาตรฐานการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงเกรด 12 จนทำให้ผู้เรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. จัดระบบและใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่แม่นยำด้วยวิธีการสื่อสาร
2. สื่อสารความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แม่นยำ ซึ่งครูและคนอื่นๆ สามารถมองเห็นได้
3. วิเคราะห์และประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์และกลยุทธ์ของคนอื่นๆ
4. ใช้สัญลักษณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์จูงนำไปสู่การแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ที่

แม่นยำ

กรมวิชาการ (2545: 26) ได้กำหนดมาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น			
ป. 1-3	ป. 4-6	ม. 1-3	ม. 4-6
ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

ที่มา: กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*.

หน้า 26.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร (2552: Online) ได้กล่าวถึงมาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของหลักสูตรการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ประเทศสหรัฐอเมริกาในศตวรรษที่ 21 ตั้งแต่ระดับชั้นที่ 3-12 ดังนี้

มาตรฐานการสื่อสารระดับชั้นที่ 3-5

- อธิบายและรวบรวมความคิดทางคณิตศาสตร์ถึงการสื่อสาร
- อธิบายและกำหนดค่าความคิดของคณิตศาสตร์และกลยุทธ์อื่นๆ
- ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์แสดงถึงความคิดอย่างแน่นอน



มาตรฐานการสื่อสารสำหรับระดับชั้นที่ 6–8

- จัดตั้งและสื่อสารสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
- อาจารย์สื่อสารให้กับนักเรียนได้ชัดเจน
- วิเคราะห์และพิจารณาสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
- ใช้ภาษาคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความคิดที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างแม่นยำ

มาตรฐานการสื่อสารสำหรับระดับชั้นที่ 9–12

- จัดจำและการเชื่อมโยงระหว่างความคิดที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- การสื่อสารด้านความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกลุ่มตนเองและอาจารย์ได้

อย่างชัดเจน

- วิเคราะห์ พิจารณาความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และกลวิธีอื่นๆ
- ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

แม่นยำ

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิดได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

#### 4.3 องค์ประกอบของการสื่อสาร

การสื่อสารจะดำเนินไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ มีความถูกต้อง ชัดเจนมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ของการสื่อสาร ซึ่งนักการศึกษาได้เสนอองค์ประกอบของการสื่อสารไว้ดังนี้

เบอร์โล (มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2552: Online; อ้างอิงจาก Berlo. 1960: 40–71) เป็นผู้คิดกระบวนการของการสื่อสารไว้ในลักษณะรูปแบบจำลอง SMCR Model ประกอบด้วย

1. ผู้ส่ง (Source) ต้องเป็นผู้ที่มีทักษะความชำนาญในการสื่อสาร โดยมีความสามารถใน “การเข้ารหัส” (Encode) เนื้อหาข่าวสาร มีทัศนคติที่ดีต่อผู้รับเพื่อผลในการสื่อสาร มีความรู้ที่ดีเกี่ยวกับข้อมูลข่าวสารที่จะส่ง และควรมีความสามารถในการปรับระดับของข้อมูลนั้นให้เหมาะสมและง่ายต่อระดับความรู้ของผู้รับ ตลอดจนมีพื้นฐานทางสังคมและวัฒนธรรมที่สอดคล้องกับผู้รับด้วย

2. ข่าวสาร (Message) เกี่ยวข้องทางด้านเนื้อหา สัญลักษณ์ และวิธีการส่งข่าวสาร

นั้น

3. ช่องทางในการส่ง (Channel) หมายถึง วิธีการที่จะส่งข่าวสารให้ผู้รับได้รับข่าวสาร ข้อมูลผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรือเพียงส่วนใดส่วนหนึ่ง เช่น การฟัง การดู การสัมผัส การลิ้มรส หรือการได้กลิ่น

4. ผู้รับ (Receiver) ต้องเป็นผู้มีทักษะความชำนาญในการสื่อสาร โดยมีความสามารถใน "การถอดรหัส" (Decode) สาร เป็นผู้ที่มีทัศนคติ ระดับความรู้ และพื้นฐานทางสังคม วัฒนธรรม เช่นเดียวกันหรือคล้ายคลึงกันกับผู้ส่ง จึงจะทำให้การสื่อสารนั้นได้ผล

ทัศนีย์ กระต่ายอินทร์; และ สุภิตร อนุศาสตร์ (2542: 4–10) ได้จัดองค์ประกอบของการสื่อสารดังนี้

1. ผู้ส่งสาร (Sender) คือ บุคคลที่เริ่มต้นสร้างสารและส่งสารไปยังผู้อื่นโดยใช้ภาษาเป็นเครื่องมือ ผู้ส่งสารในฐานะผู้เริ่มต้นการสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรพัฒนาตนเองให้มีคุณสมบัติ ดังนี้

1.1 เป็นผู้ที่มีเจตนาแน่วแน่ที่จะให้ผู้อื่นรับรู้ความประสงค์ของตน

1.2 เป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่จะสื่อสารเพียงพอ ผู้สื่อสารอาจสำรวจระดับความรู้ความเข้าใจของตนเองตามลำดับขั้น คือ

1.2.1 บอกได้ว่าเคยผ่านพบหรือได้ยินได้ฟังเรื่องนั้นๆ มา

1.2.2 นำมาบอกกล่าวด้วยถ้อยคำของตนเองได้

1.2.3 ใช้ความรู้ ความชำนาญ แก้ไขสถานการณ์ต่างๆ ได้

1.2.4 วิเคราะห์ปัญหาได้

1.2.5 ประมาณค่าได้

1.3 เป็นผู้ที่มีความเชื่อถือ ความเชื่อถือของผู้ส่งสารเป็นผลรวมของความรู้ ความสามารถ บุคลิกลักษณะ การเป็นคนที่สังคมยอมรับ การเป็นคนคล่องแคล่ว เปิดเผยในการติดต่อสื่อสาร

1.4 เป็นผู้ที่มีความพยายามจะเข้าใจความสามารถและความพร้อมของผู้รับสาร

1.5 เป็นผู้รู้จักใช้กลวิธีที่เหมาะสมในการนำเสนอสาร อาศัยการเตรียมการทักษะทางด้านภาษา การใช้อุปกรณ์ ตลอดจนเทคโนโลยีในการสื่อสารอย่างเหมาะสม

2. สาร (Message) คือ เรื่องราวอันมีความหมายและแสดงออกโดยอาศัยภาษาหรือสัญลักษณ์ที่สามารถทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันได้ สารประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

2.1 รหัสของสาร คือ ภาษาสัญลักษณ์หรือสัญญาณที่มนุษย์คิดขึ้นเพื่อแทนความคิด

2.2 เนื้อหาของสารจะครอบคลุมความรู้ ความคิด และประสบการณ์ที่มนุษย์ต้องการถ่ายทอด แลกเปลี่ยนเพื่อความเข้าใจร่วมกัน โดยเนื้อหาของสารดังกล่าวแบ่งออกเป็น 3

ประเภท คือ เนื้อหาสารที่แสดงข้อเท็จจริง เนื้อหาสารที่แสดงข้อคิดเห็น และเนื้อหาสารที่แสดงความรู้สึก

2.3 การจัดสาร หมายถึง รูปแบบวิธีการในการนำรหัสสารมาเรียบเรียง เพื่อให้ได้ใจความตามเนื้อหาที่ต้องการ สารที่ได้รับการจัดอย่างดีทั้งในด้านการเรียบเรียง การลำดับความ การลำดับความยากง่าย ตลอดจนรูปแบบและการใช้ภาษาที่ดี

3. สื่อหรือช่องทาง (Media or Channel) สื่อหรือช่องทางเป็นองค์ประกอบสำคัญอีกประการหนึ่งในการสื่อสาร ผู้ส่งสารต้องอาศัยสื่อหรือช่องทางทำหน้าที่นำสารไปสู่ผู้รับสาร โดยทั่วไปสารจะถ่ายทอดเข้าสู่ระบบการรับรู้

4. ผู้รับสาร (Receiver) ผู้รับสารเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสื่อสาร มีบทบาทในการกำหนดความรู้เรื่องราวที่ผู้ส่งสารส่งผ่านสื่อมาถึงตนและมีปฏิกิริยาตอบสนอง ผู้รับสารที่ดีควรทำหน้าที่ตามบทบาทของตนและควรพัฒนาตนเองให้มีคุณสมบัติ ดังนี้

- 4.1 เป็นผู้ที่มีเจตนาแจ่มชัดและกระตือรือร้นที่จะรับสาร
- 4.2 เป็นผู้พยายามรับรู้ข่าวสารต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ
- 4.3 เป็นผู้ที่มีความไว รู้สึกรวดเร็ว และถูกต้อง
- 4.4 เป็นผู้ที่มีสมาธิ สามารถบังคับใจให้อยู่ที่เรื่องราวที่กำลังสื่อสาร

5. ปฏิกริยาตอบกลับ (Feedback) ในการสื่อสารแต่ละครั้งผู้ส่งสารและผู้รับสาร ซึ่งเราเรียกว่าคู่สื่อสารต่างมีวัตถุประสงค์ในการสื่อสารของตนเองและจะแสดงปฏิกริยาตอบกลับ เพื่อให้อีกฝ่ายหนึ่งรับรู้ความรู้สึกนึกคิดของตน ต่างต้องประเมินผลและบรรยากาศในการสื่อสารตลอดเวลา การสื่อสารอาจเกิดผลตรงตามเป้าหมาย ปฏิกริยาตอบกลับจะช่วยให้ผู้ส่งสารสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูล ท่าที หรือวิธีการสื่อสารเพื่อให้การสื่อสารบรรลุวัตถุประสงค์

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 23-24) กล่าวว่า การถ่ายทอดข่าวสารหรือการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือข้อมูลในการสื่อสาร จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีต้นทางของการถ่ายทอดหรือเรียกว่า “ผู้ส่ง” ได้รับความทราบข่าวสารต่างๆ ในการผ่านสื่อไปยังจุดหมายปลายทางหรือเรียกว่า “ผู้รับ” ได้รับความทราบข่าวสารนั้นร่วมกัน จากหลักการนี้จึงเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้การสื่อสารเกิดขึ้นได้ ดังต่อไปนี้

1. ผู้ส่ง ผู้สื่อสาร หรือต้นแหล่งของการส่ง (Sender, Communicator or Source) เป็นแหล่งหรือผู้ที่นำข่าวสาร เรื่องราว แนวความคิด ความรู้ ตลอดจนเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อส่งไปยังผู้รับ ซึ่งอาจเป็นบุคคลเดียว เป็นกลุ่มบุคคลหรือสถาบัน โดยอยู่ในลักษณะต่างๆ ได้หลายอย่าง เช่น ผู้อ่านข่าว ครู นักเรียน นักเขียน จิตรกร ฯลฯ เป็นผู้นำเนื้อหาเรื่องราวของข่าว บทความ ภาพ มาเสนอแก่ผู้รับ เรียกว่า “การเข้ารหัส”

2. เนื้อหาเรื่องราว ได้แก่ เนื้อหาของสารหรือเรื่องราวที่ส่งออกมา เช่น ความรู้ ความคิด ข่าวสาร บทเพลง ข้อเขียน เพื่อให้ผู้รับรับข่าวสารเหล่านั้น

3. สื่อหรือช่องทางในการนำสาร หมายถึง ตัวกลางที่ถ่ายทอดแนวความคิด เหตุการณ์ เรื่องราวต่างๆ ที่ผู้ส่งต้องการให้ไปถึงผู้รับ สื่อที่ใช้กันมากที่สุดคือ “ภาษาพูด” ซึ่งใช้เสียงเป็นสื่อ เวลาเขียนหรืออ่านหนังสือสื่อที่ใช้ก็คือ “ภาษาเขียน” หรือถ้ามีการสื่อความหมายกับคนไปก็ใช้สื่อที่เป็นภาษามือ กิริยาท่าทางหรือการแสดงออกทางท่าทางหรือหน้าตา

4. ผู้รับหรือกลุ่มเป้าหมาย (Receiver or Target Audience) ได้แก่ ผู้รับเนื้อหาเรื่องราวจากแหล่งหรือที่ผู้ส่งส่งมา ผู้รับนี้อาจเป็นบุคคล กลุ่มชน หรือสถาบันก็ได้ เมื่อรับเรื่องราวแล้วผู้รับก็ต้องมีการถอดรหัส (Decode) คือ การแปลข่าวสารนั้นให้เข้าใจ

5. ผล (Effect) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้ส่งสารส่งเรื่องราวไปยังผู้รับ ผลที่เกิดขึ้นก็คือ การที่ผู้รับอาจมีความเข้าใจหรือไม่รู้เรื่อง ยอมรับหรือปฏิเสธ พอใจหรือโกรธ สิ่งเหล่านี้เป็นผลของการสื่อสาร และจะเป็นผลสืบเนื่องต่อไปว่าการสื่อสารนั้นจะสามารถบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับทัศนคติของผู้รับ สื่อที่ใช้ และสถานการณ์ในการสื่อสารเป็นสำคัญด้วย

6. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องจากผลซึ่งผู้รับส่งกลับมายังผู้ส่ง โดยผู้รับอาจแสดงอาการให้เห็น เช่น ง่วงนอน ประหม่อ ยิ้ม พยักหน้า สายหน้า การพูดโต้ตอบ หรือการแสดงความคิดเห็น เพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้ส่งทราบว่าผู้รับมีความพอใจหรือมีความเข้าใจในความหมายที่ส่งไปหรือไม่ ผลป้อนกลับนี้ก็คือข้อมูลย้อนกลับอันเกิดจากการตอบสนองของผู้รับที่ส่งกลับไปยังผู้ส่งคนอื่นนั่นเอง

ทิสนา แชมมณี (2545: 44) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญในการสื่อสารมีดังนี้

1. ผู้ส่งสาร หมายถึง ผู้ที่ส่งสารที่ต้องการให้ผู้อื่นได้รับทราบโดยวาจา ทางสัญญาณ หรือท่าทาง

2. ผู้รับสาร หมายถึง ผู้ที่รับสารที่ผู้ส่งสารมาให้ไม่ว่าจะเป็นโดยวาจา ทางสัญญาณ หรือท่าทาง

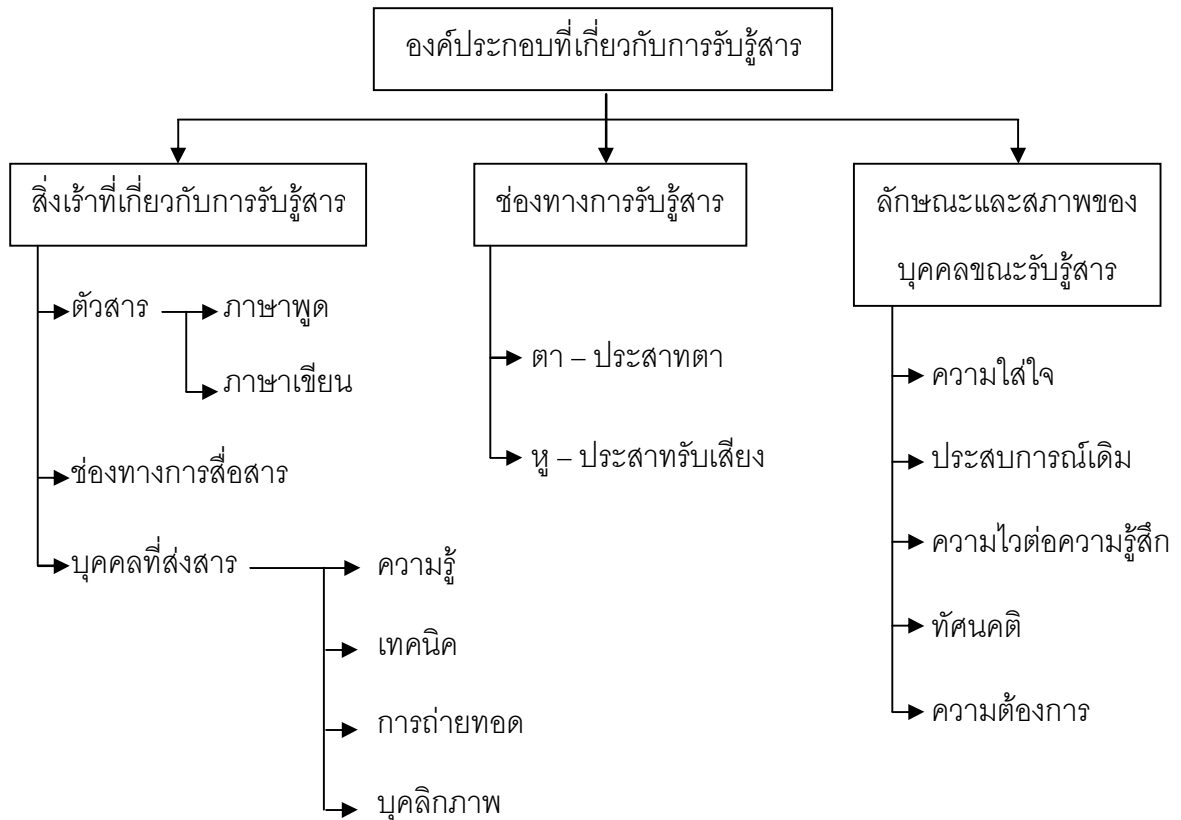
3. สารหรือข่าวสาร หมายถึง เนื้อหาหรือเรื่องราวที่ผู้ส่งสารส่งไปให้ผู้รับสาร

4. สื่อ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ติดต่อสื่อสาร เพื่อช่วยในการส่งหรือรับสารเป็นไปอย่างสะดวกและชัดเจน

5. สภาพแวดล้อมภายนอกขณะสื่อสารความหมาย หมายถึง สภาพแวดล้อมรอบตัวของผู้ส่งสารและผู้รับสารขณะสื่อความหมายกันอยู่ เช่น เสียง แสง กลิ่น กิจกรรมต่างๆ เป็นต้น

6. สภาพแวดล้อมภายในขณะสื่อความหมาย หมายถึง สภาพแวดล้อมรอบตัวของผู้ส่งสารและผู้รับสารขณะสื่อความหมาย เช่น สภาวะทางอารมณ์ จิตใจ ความกังวล ความกลัว ประหมา ความเครียด หรือสภาวะร่างกาย เช่น ความเจ็บป่วย ความล้า เป็นต้น

กรมวิชาการ (2545: 56–57) ได้แบ่งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ข่าวสาร ดังแสดงในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ข่าวสาร

ที่มา: กรมวิชาการ. (2545). *การอธิบายแนวคิด*. หน้า 57.

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการสื่อสารประกอบด้วย ผู้ส่ง ผู้รับ ข่าวสาร และวิธีการ ซึ่งทุกองค์ประกอบก็เป็นส่วนที่มีความสำคัญเท่าๆ กัน หากองค์ประกอบใด องค์ประกอบหนึ่งบกพร่องไปก็จะส่งผลให้การสื่อสารขาดประสิทธิภาพ อีกทั้งสภาพแวดล้อมขณะที่ผู้ส่งสารและผู้รับสารกำลังสื่อความหมายกันอยู่นั้นก็ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารด้วยเช่นกัน

#### 4.4 อุปสรรคในการสื่อสาร

เพื่อให้กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ศึกษาอุปสรรคในการสื่อสาร เพื่อเป็นข้อควรคำนึงถึงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งนักการศึกษาได้เสนออุปสรรคที่เกิดขึ้นในการสื่อสารไว้ดังนี้

มณฑล ไบบัว (2536: 65–69) กล่าวว่า สาเหตุหลายอย่างที่จะทำให้เกิดอุปสรรคในการสื่อสารดังนี้

1. การเลือกในการสื่อสาร (Selectivity in Communication) ปกติคนเราจะเลือกคิดเลือกทำ เลือกเชื่อในสิ่งที่เราปรารถนา การสื่อสารก็เช่นเดียวกัน ในการสื่อสารแต่ละสถานการณ์เราจะเลือกที่เราจะสื่อสารอย่างไรตามความรู้สึกและความต้องการของเรา การเลือกในการสื่อสารมี 4 สถานการณ์ดังนี้

1.1 การเลือกรับหรือการเลือกใช้ (Selective exposure)

1.2 การเลือกให้ความสนใจ (Selective attention)

1.3 การเลือกรับรู้และเลือกตีความหมาย (Selective perception and interpretation)

1.4 การเลือกจดจำ (Selective retention)

2. การมีความหมายไม่ตรงกัน (By passing) หมายถึง การที่ผู้ส่งสารและผู้รับสารมีความหมายต่อสารไม่เหมือนกัน ความหมายของภาษาอังกฤษไม่ได้อยู่ที่คำ แต่ความหมายของภาษาอยู่ที่ผู้ใช้โดยขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของคน

3. ความสับสนระหว่างความรู้สึกกับความจริง (The inference observation confusion) อุปสรรคของการสื่อสารอีกประการหนึ่งก็คือ คู่สื่อสารไม่รู้ตัวว่าสิ่งที่ตนพูดนั้นเป็นการพูดตามความรู้สึกของตนไม่ใช่เป็นการพูดตามความจริงที่ตนได้พบเห็น

4. การไม่เปลี่ยนแปลงความเห็น (Frozen evaluation) ปกติคนเรามักไม่ค่อยยอมเปลี่ยนแปลงความรู้สึกนึกคิด เมื่อมีความเชื่ออย่างไร มีความคิดอย่างไร ก็มักจะยึดมั่นถือมั่นในความคิดและความเชื่อนั้นๆ ทั้งๆ ที่ในความเป็นจริงแล้วสิ่งต่างๆ ในโลกนี้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

5. การมองไม่เห็นความแตกต่าง (Indiscrimination) อุปสรรคของการสื่อสารที่เกิดจากการสื่อสารในข้อนี้ หมายถึง ผู้สื่อสารไม่สามารถมองเห็นความแตกต่างระหว่างสิ่งสองสิ่งหรือหลายสิ่งได้ แต่มักจะมองว่าสิ่งเหล่านั้นเหมือนกัน ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากธรรมชาติของคนเรามากกว่าจะชอบจำแนกสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อความสะดวกในการจดจำแต่การกระทำเช่นนี้จะทำให้เราละเลยในความแตกต่างเล็กๆ น้อยๆ จนทำให้เราขาดความรู้ที่แท้จริงในสิ่งนั้น เพราะไม่ได้ทำการวิเคราะห์หรือสอบสวนสิ่งนั้นโดยเฉพาะ

6. การมีความคิดแบบสุดโต่ง (Polarization) หมายถึง การที่เรามองตัดสินอะไรเด็ดขาด ไม่มีการประนีประนอม มองเห็นสิ่งต่างๆ ว่ามีเพียงสองลักษณะซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างตรงกันข้าม ไม่มีจุดตรงกลางระหว่างความแตกต่างทั้งสองนั้น การคิดแบบนี้ย่อมเป็นอุปสรรคต่อการสื่อสาร เพราะจะทำให้จำกัดความคิดของเราและสกัดกั้นทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาต่างๆ

7. การมีความคิดว่ารู้หมด (Allness) การมีความคิดว่ารู้หมด เป็นความรู้สึกของคนที่ไม่รู้ว่าตนเองได้สรุปหรือย่อสิ่งที่ตนพบเห็น ดังนั้นจึงมักทึกเอาสิ่งที่ตนพูดหรือสิ่งที่ตนรู้มานั้นสมบูรณ์ เบ็ดเสร็จ ครบถ้วน แน่นนอน ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วเราไม่สามารถที่จะรู้ หรืออธิบายสถานการณ์หรือความจริงในสิ่งแวดล้อมของเราได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ เพราะจะทำให้เรามีความคิดแคบ ปิดกั้นความจริง

บุญศรี ปราบณศักดิ์; และ ศิริพร จิรวัดน์กุล (2538: 52-62) ได้แยกประเภทหรือสิ่งที่ เป็นอุปสรรคขัดขวางการสื่อสารหลายประการ ดังนี้

1. กรอบแห่งการอ้างอิง (Frame of Reference) กล่าวคือเมื่อได้รับสารอย่างใดอย่างหนึ่ง เราจะเอาประสบการณ์ของตนเองเป็นเครื่องช่วยสร้างภาพ สร้างความนึกคิด ตีความ และตัดสินใจ กระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. กระบวนการเลือกทางจิตวิทยา (Psychology Selective Process) ลักษณะการเลือก ที่มีผลต่อการสื่อสาร จำแนกเป็น 4 ระดับ คือ

2.1 การเลือกเปิดรับ (Selective Exposure) หมายถึง การมีโอกาสเปิดรับสารได้หลายสื่อหรือหลายช่องทาง เช่น วิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร ฯลฯ แต่ละสื่อจะมีชนิดและจำนวนให้เลือกมาก วิทยุก็มีหลายคลื่น โทรทัศน์มีหลายช่อง หนังสือพิมพ์มีหลายหัว(ชื่อ) ผู้ส่งสารจึงพบอุปสรรคในการสื่อสารต้องพิจารณาเลือกสื่อให้ตรงกับทางเลือกของผู้รับสาร

2.2 การเลือกให้ความสนใจ (Selective Attention) เมื่อผู้รับสารเลือกสื่อจากข้อ 1 ได้แล้วก็ต้องเลือกเฉพาะที่ตนสนใจเท่านั้น การสื่อสารจึงพบอุปสรรคมากขึ้น

2.3 การเลือกรับรู้และเลือกตีความ (Selective Perception And Interpretation) เมื่อผู้รับสารเลือกรับสารที่ตนสนใจแล้ว จะเลือกรับรู้และตีความตามประสบการณ์และความรู้ของตนอาจตีความผิดก็ได้ จึงเป็นอุปสรรคของการสื่อสารอีกประการหนึ่ง

2.4 การเลือกจดจำ (Selective Retention) สารที่รับและตีความมีมากมาย เราจึงเลือกจะจดจำเฉพาะที่เราสนใจ มีประโยชน์ และสร้างความสุขแก่เราได้ การสื่อสารจึงอาจมีอุปสรรคด้วยเหตุนี้ได้

3. ลักษณะความหมายของภาษา ความหมายคือผลที่เกิดขึ้นในการรับรู้จากการที่คนเรามีปฏิกริยาต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อม ความหมายเป็นผลจากองค์ประกอบของคนกับองค์ประกอบของ

สิ่งแวดลอมทางกายภาพ คือ สมอของเรอสมผัสสิ่งเรออยางเป็นรูปธรรม ลักษณะของความหมายในภาษาที่เราใช้สื่อสารกันมีผลกระทบต่อการสื่อสาร บางครั้งอาจทำให้เกิดความเข้าใจไม่ตรงกันได้ ลักษณะความหมายของภาษาแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

3.1 ความหมายนัยตรง (Denotative meaning) คือ ความหมายที่ปรากฏในพจนานุกรม เป็นความหมายเชิงวัตถุวิสัยสามารถผูกโยงเข้ากับปรากฏการณ์ วัตถุ สิ่งของที่ปรากฏมีจริงได้

3.2 ความหมายนัยประหวัด (Connotative meaning) คือ ความหมายที่มีได้ปรากฏในพจนานุกรม เป็นความหมายในเชิงอัตวิสัยเกิดขึ้นในความรู้สึกหรืออารมณ์สะท้อนใจของแต่ละบุคคล จึงไม่จำเป็นต้องเหมือนกัน

3.3 ความหมายเชิงโครงสร้าง (Structural meaning) ภาษาพูด ภาษาเขียนของคนชาติต่างๆ จะมีรูปแบบการจัดเรียงประโยคเป็นข้อความ รูปแบบดังกล่าวกำหนดโดยหลักไวยากรณ์ของภาษานั้นๆ เช่น ประโยคต้องประกอบด้วยประธาน กริยา กรรม มีคำวิเศษณ์ สันธาน บุพบท ฉะนั้นบ่อยครั้งที่เราไม่ต้องทราบความหมายของคำทุกคำ

3.4 ความหมายเชิงอรรถาธิบาย (Contextual meaning) เป็นความหมายที่เกิดจากการพรรณนาหรืออธิบายเนื้อหาของเรื่องราวที่ทำการสื่อสาร

#### 4. การมีความหมายไม่ตรงกัน

4.1 ความหมายเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา

4.2 ความหมายเปลี่ยนแปลงไปตามพื้นที่

4.3 ความหมายทั่วไปกับความหมายทางเทคนิค

4.4 ความหมายในความรู้สึกกับความเป็นจริง

5. การไม่เปลี่ยนแปลงความคิดเห็น เป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งในการสื่อสาร เพราะในความเป็นจริงแล้ว ชีวิต สังคม และสิ่งแวดลอมต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงไป การที่บุคคลไม่ยอมเปลี่ยนแปลงความคิดก็เป็นปัญหาในการสื่อสารได้

6. การมองข้ามความแตกต่าง คนเรานิยมที่จะจำแนกสิ่งต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกในการจำ ทำให้เราเน้นความเหมือนกันจนมองข้ามความแตกต่าง ซึ่งมีผลต่อเจตคติ อคติ ค่านิยม และความเชื่อซึ่งมีผลกระทบต่อสื่อสาร

7. การมีความคิดแบบทวินาม หมายถึง การพิจารณาหรือตัดสินสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างเด็ดขาด



กิดานันท์ มลิทอง (2543: 41–42) ได้กล่าวว่า ในบางครั้งการสื่อสารหรือการสื่อความหมายและการเรียนรู้อาจจะไม่ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ทั้งนี้เพราะอาจเกิดอุปสรรคระหว่างผู้ส่งและผู้รับ (ผู้สอนหรือผู้เรียน) ในด้านต่างๆ เช่น

1. คำพูด (Verbalism) การใช้ภาษาหรือคำพูดยากเกินไปในการทำความเข้าใจ
2. ผันกลางวัน (Day Dreaming) ผู้รับมีจิตใจเลื่อนลอย ไม่มีสมาธิทำให้ไม่รับรู้ได้
3. ข้ออ้างถึงที่ขัดแย้ง (Referent Confusion) ข่าวสารหรือบทเรียนที่ส่งมานั้นอาจขัดแย้งกับประสบการณ์เดิมของผู้รับ ทำให้เกิดความขัดแย้งได้
4. การรับรู้ที่จำกัด (Limited Perception) ผู้รับอาจมีข้อจำกัดของการรับรู้ซึ่งเกี่ยวกับประสาทสัมผัสเฉพาะแต่ละบุคคล
5. สภาพแวดล้อมทางกายภาพไม่เอื้ออำนวย (Physical Discomfort)
6. การไม่ยอมรับ (Interception) ผู้ส่งอาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้รับทำให้เกิดการต่อต้านหรือไม่สนใจที่จะรับข้อมูลที่ส่งมา

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า อุปสรรคในการสื่อสารล้วนเกิดจากองค์ประกอบของการสื่อสาร ทั้งผู้ส่งสารที่เลือกสื่อสารตามความต้องการ และความสนใจของตนเอง และผู้รับสารที่ดีความตามประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล การไม่เปลี่ยนแปลงความคิดเห็น อีกทั้งลักษณะความหมายของภาษาก็อาจส่งผลต่อการสื่อสารให้ตีความหมายไม่ตรงกันได้

#### 4.5 การส่งเสริมการสื่อสารในการเรียนคณิตศาสตร์

การจัดกระบวนการเรียนรู้ ครูถือว่าเป็นผู้ที่มีบทบาทที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการสื่อสาร ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับครูที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976: 514–534) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ควรจัดดังนี้

1. ศัพท์ทางคณิตศาสตร์ (The Vocabulary of Mathematics) ซึ่งให้ผู้เรียนได้เข้าใจที่มาและความหมายของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์หรือการสร้างคำศัพท์
2. การนำเสนอด้วยปากเปล่า (Oral Presentations) ได้แก่ การให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมดังนี้

2.1 การสรุปรายงานในห้องเรียนหรือการรายงานสั้นๆ ที่ให้ผู้เรียนได้ออกมาพูดหน้าชั้นและมีคำถามตอบจากเพื่อนในชั้น

2.2 พุดนำเสนอเมื่อได้รับการฟัง หรือการอ่านหนังสือ การดูภาพยนตร์ คุ่มืออบหมายให้ผู้เรียนไปอ่าน หรือให้ชมภาพยนตร์เรื่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ แล้วนำมาพุดรายงาน โดยมีวัตถุประสงค์ของการพุดและการรายงาน

2.3 การนำเสนอเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีมของผู้เรียนโดยให้เตรียมเรื่องที่สนใจที่ ต้องการพุด และนำเสนออภิปราย

2.4 เกมทางคณิตศาสตร์ อาจจะให้เล่นเกมในเวลาสั้นๆ โดยการเขียนที่ให้แสดงจินตนาการ หรือกำหนดสถานการณ์มาให้และให้คิดแก้ปัญหา

2.5 รายการโทรทัศน์และวิทยุ ให้ดูรายการที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ อาจจัดกิจกรรม กำหนดเวลาสั้นๆ ให้ และให้มีการนำเสนอความคิดจากการดูรายการโทรทัศน์หรือวิทยุ

3. การเขียนที่ดีและเพิ่มการเขียนให้มากกว่าเดิม โดยสนับสนุนการเขียนของผู้เรียน อาจให้ผู้เรียนได้มีการสรุปจากบทเรียนที่ได้เรียนมา หรือในการให้ผู้เรียนได้เขียนจากประสบการณ์โดยไม่ต้องจำกัดหน้าในการเขียน

โรวาน; และ มอร์โรว์ (Rowan; & Morrow. 1993: 9-11) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การนำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาถึงสิ่งที่พบ

2. ใช้เนื้อหา เรื่องราว หรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียนทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิดจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และมีการคิดอย่างสร้างสรรค์

4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจน

5. ใช้การเรียนแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะทางอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

เคนเนดี; และ ทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 81) ได้กล่าวว่า จากสภาพสังคมในยุคสังคมสารสนเทศ (Information Society) ที่เป็นยุคของข้อมูลข่าวสารใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ดังนั้นผู้เรียนที่จะออกสู่สังคมจะต้องเป็นผู้ที่มีพื้นฐานการใช้ทักษะการสื่อสารแนวความคิดของตนร่วมกับคนอื่นๆ ในการทำงานและในบางครั้งอาจจะต้องสื่อสารผ่านเทคโนโลยีต่างๆ เช่น เครื่องคำนวณคอมพิวเตอร์ ที่เป็นเครื่องมือที่ต้องอาศัยคำสั่งการทำงานจากมนุษย์อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนที่ชัดเจน จึงจะสามารถปฏิบัติงานได้ และจากลักษณะสำคัญของคณิตศาสตร์ประการหนึ่งคือคณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีความหมาย เป็นภาษาเฉพาะ รัดกุม สามารถสื่อสารและนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน และมีบทบาทในการเรียนการสอน คือ เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างความคิดนามธรรมกับรูปธรรม โดยใช้รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ตัวอักษร กล่าวได้ว่า การสื่อสารนั้นช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในความคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 4-5) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถามนั้น ถือเป็นส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแสดงเหตุผล โดยการเปิดโอกาสให้อธิบายเหตุผลกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนหรือการคิดค้นหาคำตอบจากคำถามที่เกี่ยวกับบางสิ่ง เช่น ปริศนาต่างๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิดของพวกเขา การจัดลำดับที่จะติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับแนวคิดของคนอื่นๆ ให้ผู้เรียนหลายคนตอบสนองอย่างเปิดเผยตรงไปตรงมาในการเรียนรู้ การจัดระบบ และรวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของพวกเขาเข้าด้วยกัน ผู้เรียนควรจะได้รับ การสนับสนุนเพื่อพัฒนาความสามารถเฉพาะตัวของพวกเขาเองอย่างชัดเจนและต่อเนื่องตลอดเวลา เมื่อพวกเขาอายุมากขึ้นรูปแบบที่ตกลงกันของพวกเขาและการพูดอภิปราย ควรจะไม่ยึดติดกฎเกณฑ์แต่ควรมีการพิสูจน์เพื่อให้ได้แบบแผน และผู้เรียนควรจะทราบมากขึ้นเกี่ยวกับการสำนึกถึง การตอบสนอง และการรับฟังของผู้เรียน การส่งเสริมความสามารถพิเศษเกี่ยวกับการเขียนคณิตศาสตร์ที่ควรมีโดยเฉพาะในแต่ละระดับที่กำหนดในหลักสูตรการทำงานเพื่อที่จะแก้ปัญหาพร้อมกับเพื่อนในชั้นเรียน ผู้เรียนจะได้มีโอกาสในการแสดงทัศนคติและวิธีอื่นๆ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และประเมินค่าแนวความคิดอื่นๆ รู้จักการสร้างแนวความคิดใหม่ๆ ยกตัวอย่าง เช่น ให้ผู้เรียนลองแก้ปัญหาที่มีคำถามลักษณะพีชคณิตที่ได้แสดงไว้ดังต่อไปนี้

มีกระต่ายอยู่จำนวนหนึ่ง และมีงูใส่กระต่ายอยู่อีกจำนวนหนึ่ง ถ้าเรานำกระต่ายใส่ในกรง กรงละ 1 ตัว จะมีกระต่ายเหลือ 1 ตัว ที่ต้องอยู่นอกกรง และถ้าเราใส่กระต่ายไว้กรงละ 2 ตัว จะมีกรงเหลือ 1 กรงที่ว่างอยู่ ถามว่ามีกระต่ายทั้งหมดกี่ตัว และมีงูใส่กระต่ายกี่กรง

ผู้เรียนอาจจะช่วยเหลือและอาศัยความเข้าใจของผู้เรียนผู้ที่สามารถมองเห็นปัญหาและสามารถอธิบายให้เพื่อนเข้าใจได้ ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ถึงจุดเด่นและจุดด้อยหรือขีดจำกัดของตนเองที่แตกต่างกันของผู้เรียนในแต่ละคนที่ใช้วิธีในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้การสื่อสารจึงจำเป็นสำหรับนักคิดคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543: 286–387) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำๆ และสามารถฝึกทักษะในการสื่อสารได้ดังนี้

1. การเล่าหรือพูดทางคณิตศาสตร์เป็นการให้ข้อมูลข่าวสารและแนวคิดสำคัญทางคณิตศาสตร์ที่มีเหตุผล การเล่าหรือการเขียนสรุปเรื่องราวทางคณิตศาสตร์ที่อ่านจากวารสาร หนังสือพิมพ์ หนังสือต่างๆ จากการดูโทรทัศน์ การสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตโดยคร่อมอบหมายให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารอีกวิธีหนึ่ง

2. การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษาหรือการศึกษาภาคสนามในโอกาสที่ผู้เรียนกลับมาจากทัศนศึกษาหรือศึกษาภาคสนามแล้ว ให้ผู้เรียนเขียนรายงานสรุปถึงความรู้ความคิดในบางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปสำรวจข้อมูลจำนวนผู้เรียนในโรงเรียนใกล้เคียง ผู้เรียนควรจะเขียนบรรยายสรุปเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทั่วไปในบริเวณโรงเรียน ลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่พบเห็น รวมทั้งข้อคิดเห็นที่ดีต่อการจัดสภาพแวดล้อมในโรงเรียน ซึ่งผลสุดท้ายอาจทำให้ผู้เรียนแสดงข้อมูลผู้เรียนออกมาในรูปแบบภูมิ รูปวงกลม แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิเส้น เป็นต้น

3. การเล่าบันทึกสิ่งที่สังเกตในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง กิจกรรมในส่วนนี้อาจทำได้ดังตัวอย่าง เช่น ครูอาจให้ผู้เรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตได้จากข้อแตกต่างของการนำเสนอข้อมูลในลักษณะต่างๆ

4. การจัดแสดงผลงานหรือการนำเสนอผลงานทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือการสังเกตที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอควรให้มีการนำเสนอด้วยวาจาและผลงาน นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนการสอนในหลักสูตรสามารถใช้ฝึกทักษะในการนำเสนอผลงานทางคณิตศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนเขียนสรุปผลการศึกษาแล้วนำมาเล่าให้เพื่อนฟังก่อนที่จะเรียนครั้งต่อไป และถือว่าเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนไปด้วย ทั้งนี้อาจมอบหมายให้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นผู้เล่า

5. การพูดหรือการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ใช้ฝึกทักษะในการสื่อสารได้วิธีหนึ่ง โดยให้ผู้เรียนช่วยกันระบุเรื่องที่จะพูดหรืออภิปราย กำหนดให้ผู้เรียนขึ้นมาพูดหรืออภิปรายเป็นกลุ่ม มีการปรึกษาหารือกันในประเด็นที่จะพูด แบ่งกันไปอ่านและค้นคว้าหาข้อมูลมาประกอบในการพูดหรืออภิปราย ตัวอย่างเช่น การพูดหรือการอภิปรายเรื่องราวในการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมที่มี

อยู่ตามหนังสือ สิ่งทีตีพิมพ์ต่างๆ หรือประโยชน์ในการนำเสนอข้อมูลในแต่ละรูปแบบ ประโยชน์ในการนำเสนอข้อมูลในการเรียนคณิตศาสตร์

6. การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ซึ่งพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งในด้านรู้จักข้อมูลที่ตรงตามวัตถุประสงค์ รู้จักเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม รู้จักประมวลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ รู้จักใช้การสื่อสารด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งในด้านค้นคว้าหาข้อมูลและหาความรู้

กรมวิชาการ (2545: 197–199) กล่าวถึงการพัฒนาทักษะ/กระบวนการการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้วิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำเสนอไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ในวิชาเรขาคณิตมีเนื้อหาที่ต้องการฝึกวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการพิสูจน์ ผู้เรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่างๆ เพื่อสื่อความหมาย แล้วนำความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอในวิชาพีชคณิต เป็นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปแบบของตาราง กราฟ หรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น ขั้นตอนในการดำเนินการเริ่มจากการกำหนดโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนวิเคราะห์ กำหนดตัวแปร เขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปของสมการหรืออสมการตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางพีชคณิต

การจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอมีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยแนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอข้อมูล

การฝึกทักษะ/กระบวนการนี้ต้องทำต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร เขียนรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรได้อย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อความหมาย

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การส่งเสริมการสื่อสารในการเรียนคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดในการพูด การเขียน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ มีส่วนร่วมในการดำเนินการทุกขั้นตอน ตั้งแต่การอ่านเพื่อเข้าใจปัญหา พูดอธิบายและแลกเปลี่ยนแนวคิด และเขียนเป็นข้อสรุปร่วมกัน หากเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของ

นักเรียนจะช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

#### 4.6 ประโยชน์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการสื่อสาร

นักการศึกษาได้เสนอให้เห็นประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

รีเดเซล (Riedesel. 1990: 377) ได้นำเสนอประโยชน์ของการสื่อสารโดยการเขียนดังนี้

1. เป็นการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพราะสิ่งที่ผู้เรียนเขียนบรรยายจะแสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกัน

2. เป็นเครื่องมือช่วยวิจัยกระบวนการคิดของผู้เรียน

3. เป็นทักษะที่จำเป็นช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในการคิด

4. เป็นทักษะที่จะช่วยเสริมทักษะการอ่านและการเขียนในรายวิชาอื่น โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้การบรรยายในสิ่งที่ค้นพบ

5. เป็นวิธีในการเรียนคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ปกติผู้เรียนไม่ค่อยได้ใช้

6. เป็นทักษะที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดในระดับสูง เพื่อตอบคำถามว่า อย่างไร (How) และทำไม (Why) มากกว่าตอบว่าอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When)

7. เป็นการร่วมมือกันในการทำกิจกรรมเดียวกัน ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าสมาชิกในกลุ่มประสบความสำเร็จร่วมกัน เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการเรียนรู้

มัมมี; และ เชพเพอร์ต (Mumme; & Shepherd. 1993: 7-11) ได้เสนอประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการส่งเสริมการสื่อสารดังนี้

1. การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้อธิบายความคิดของเขา มีความสนใจในการที่จะได้อธิบาย และการฟังก็จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง การฟังจะช่วยให้ผู้เรียนได้พิจารณาความคิดของคนอื่นที่แตกต่างกันออกไปของผู้เรียน แม้จะอยู่ในสถานการณ์เดียวกันก็ตาม การสื่อสารจะสนับสนุนการสร้างความรู้แก่ผู้เรียน โดยการสื่อสารจะช่วยขยายความคิด

2. การสื่อสารจะช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน ผู้เรียนส่วนมากมักจะล้มเหลวในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อผู้เรียนได้นำเสนอกฎเกณฑ์และกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์โดยการจำมากกว่าการคิดแบบค้นพบด้วยตนเองและการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ครูจำเป็นต้องให้เกิดการสื่อสารมากขึ้น เพื่อให้บุคคลหนึ่งได้เชื่อมต่อกับความคิดทางคณิตศาสตร์ไปยังอีกบุคคลหนึ่ง โดยการอธิบายและการแลกเปลี่ยนความคิดกัน ครูต้องให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทางภาษาคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจในบทบาทของคำนิยามและกระบวนการในการอธิบายและขยายสมมติฐานให้ชัดเจน

3. การสื่อสารจะช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ เมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนความคิดของผู้เรียน เพื่อให้ครูแน่ใจในความสามารถทางการสื่อสารความคิดของผู้เรียนอย่างแท้จริง ผู้เรียนควรฝึกการใช้ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ของพวกเขาให้มาก เพื่อที่ผู้เรียนจะได้กลายเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง

4. การสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การพูดและการฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ เป็นวิธีการที่จะทำให้เราหลุดพ้นจากความวิตกกังวลในการแสดงความคิด การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนจะเป็นการให้ความสนุกสนานในการเรียนแก่ผู้เรียน การอำนวยความสะดวกและสังคมจะมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะพูดเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดของผู้เรียน

5. การสื่อสารจะช่วยให้ครูผู้สอนได้รับประโยชน์ในการหยั่งรู้ถึงความคิดของผู้เรียน ครูจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการคิดของผู้เรียนเป็นอย่างมาก โดยการฟังการอธิบายและการให้เหตุผลของผู้เรียน ความสามารถที่เป็นทักษะการสื่อสารจะเป็นการอธิบายโดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ทั้งหมดอย่างคล่องแคล่ว โดยผู้เรียนจะต้องนำไปใช้และมีการฝึกปฏิบัติบ่อยๆ

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการสื่อสารคณิตศาสตร์จะทำให้ครูผู้สอนประเมินนักเรียนได้เป็นรายบุคคล ทำให้ครูสามารถที่จะส่งเสริมและแก้ไขให้นักเรียนได้ รวมทั้งช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่ดีในการเรียนรู้ โดยการอธิบายและการแลกเปลี่ยนความคิดกันจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนจะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสนุกสนาน

#### 4.7 การประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้โดยการสื่อสาร เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียนของผู้เรียน ดังนี้

เคนเนดี; และ ทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 112) ได้แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ภาษาคณิตศาสตร์ (Mathematics Language)
  - 1.1 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์อย่างไม่เหมาะสม
  - 1.2 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์เหมาะสมเป็นบางครั้ง
  - 1.3 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
  - 1.4 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ถูกต้อง ชัดเจน
2. การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Representation)
  - 2.1 ไม่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

- 2.2 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นบางครั้ง
- 2.3 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมเกือบทุกครั้ง
- 2.4 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องเหมาะสมทุกครั้ง
3. การนำเสนอความคิด (Presentation)
  - 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด เนื้อหาสับสน)
  - 3.2 การนำเสนอชัดเจนเป็นบางส่วน
  - 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
  - 3.4 การนำเสนอชัดเจนดีมาก (สมบูรณ์ เป็นระบบ)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 18–19) ได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม
2. ใช้ข้อความ คำศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล
3. บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล
4. สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้
5. เสนอความคิดที่เหมาะสมกับปัญหา

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียนของนักเรียน ดังนี้

1. วัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงการอธิบายแนวความคิด การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการสรุปทั้งด้านการพูดและการเขียนของนักเรียน โดยสังเกตพฤติกรรมด้านการพูดจากการปฏิบัติกิจกรรมการสื่อสารในช่วงการแสดงความคิดเห็น การอภิปราย และการนำเสนอ และพฤติกรรมด้านการเขียนจากกระบวนการสื่อสารด้านการเขียนจากการทำใบงาน โดยปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่จิตติมา ชอบเอียด (2551: 75–81) ปรับปรุงขึ้น
2. วัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนจากการเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย

#### 4.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยต่างประเทศ

โรจาส (Rojas. 1992: 53–A) ทำการศึกษาวิจัยการส่งเสริมการเรียน เรื่องความน่าจะเป็น โดยการพัฒนาให้นักเรียนด้านทักษะการอ่านและการเขียน นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่ม โดย



ให้นักเรียนเรียนเนื้อหา เรื่อง ความน่าจะเป็น และใช้เทคนิคในการเสริมกิจกรรมทางภาษาในการเรียนคณิตศาสตร์ ฝึกการสื่อสารให้แก่ นักเรียนโดยกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้า โดยใช้การเสริมแรงในการอ่าน เขียน และพูด ผลปรากฏว่า การทดลองนี้ทำให้นักเรียนมีการเรียนดีขึ้นในกิจกรรมการเขียน แต่ว่ากิจกรรมการอ่านนักเรียนเห็นประโยชน์เล็กน้อย โดยไม่รู้ว่า การอ่านจะมีประโยชน์อย่างไร อะไรที่เป็นความสามารถในการอ่านของพวกเขา

โจฮันนิง (Johanning. 2000: 151–160) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียนมัธยมศึกษาในการศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิรูปโดยการส่งเสริม โดยการให้นักเรียนอ่าน เขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญกับการเขียนซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนคิดไปพร้อมๆ กัน โดยพิจารณาจากผลงานของนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับเกรด 7 และ 8 จำนวน 48 คน เป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 14 คน และเกรด 8 จำนวน 34 คน การดำเนินการโดยใช้การเขียนและการทำงานกลุ่มในการเรียนพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลาการทดลอง 1 ปี โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 7 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนเกรด 8 จำนวน 4 คน (ผู้ชาย 1 คน ผู้หญิง 3 คน) นักเรียนเกรด 7 จำนวน 3 คน (ผู้ชาย 2 คน ผู้หญิง 1 คน) เพื่อให้เกิดการสมดุลของกลุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยบันทึกภาพการมีส่วนร่วมและการอภิปรายกลุ่ม และการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเองลงบนกระดาษและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่ม ทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูกับเพื่อนๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่มโดยการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

โรดิเฮฟเวอร์ (Rodeheaver. 2000: Online) ได้ทำการศึกษาระดับศึกษาระหว่างนักเรียนและครูและความร่วมมือของครูที่สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อศึกษาว่าการสื่อสารอะไรบ้างที่จะมีผลต่อการเรียนการสอน และทำการประเมินข้อมูลย้อนกลับจากนักศึกษาครู ผลปรากฏว่า ข้อมูลย้อนกลับของนักศึกษานี้แสดงถึงครูได้ให้ความสำคัญกับการสื่อสารเป็นอย่างมาก โดยมีการจัดการสื่อสารเข้าไปในกระบวนการเรียนการสอน แต่ว่าคุณภาพของการสื่อสารนั้นจะเป็นการเน้นเพียงให้บรรลุจุดมุ่งหมายเท่านั้น ไม่ได้เน้นในด้านปฏิบัติ ซึ่งในการใช้การสื่อสารในการทดลองนี้ไม่ได้รับความเป็นอิสระจากครูเลย

เลวิสสัน; เกรฟส์; และ ซานเชส (Lewison; Graves; & Sanchez. 2006: Abstract) ได้ศึกษา เรื่อง การสนทนาเสริมในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนประถมศึกษา โดยศึกษาการใช้ประโยชน์จากการสร้างกิจกรรมในการสนทนาระหว่างนักเรียน จุดเด่นในการศึกษาในครั้งนี้อยู่ที่การให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้อง ได้ฝึกปฏิบัติการสนทนาทางคณิตศาสตร์ การพิจารณาจากการวิเคราะห์สภาพงานที่เป็นเอกลักษณ์ของนักเรียนในการฝึกฝนความรู้ ผลการวิจัยพบว่า การให้ความเอาใจใส่ในรายละเอียดเฉพาะเป็นการทำให้นักเรียนเกิดความชำนาญในการพูดภาษาทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของนักเรียนภายในกลุ่ม

ฮาวิล; และ ลูดวิส (Havill; & Ludwis. 2007: Abstract) ได้จัดให้มีการส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และนักเรียนสาขาคณิตศาสตร์ โดยเริ่มต้นนำมาใช้ในภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยเคเนดิสัน เป็นการนำองค์ประกอบด้านการสื่อสารการพูดแนวใหม่ที่มีความสำคัญมาใช้กับทั้งสองภาควิชา โดยมีการจัดการเรียนการสอนในห้องทดลองร่วมกันระหว่างนักเรียนในสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และนักเรียนในสาขาคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ การปรับปรุงทักษะการสื่อสารด้านการพูดเพื่อเตรียมพร้อมนักเรียนสำหรับการสำเร็จการศึกษาและการทำงาน การอบรมนักวิจัยในอนาคตในทั้งสองสาขาให้แสดงความสามารถในการเริ่มต้นการวิจัยได้เป็นอย่างดีในขณะที่ยังเป็นนักศึกษาฝึกหัด และการเปิดรับนักเรียนสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์เพิ่มขึ้นเพื่อเข้าสู่การเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยในการวิจัยได้ทำการศึกษาจากความต้องการในชั้นเรียน การอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งจากการวิจัยผลสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในสามและผลการสื่อสารที่เพิ่มขึ้น

### งานวิจัยในประเทศ

วัชรวิ ชันเชื้อ (2545: 119) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นโดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารแนวความคิดโดยใช้ทักษะการพูดและการเขียนของนักเรียนภายหลังจากการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ร้อยละ 70

ศิริพร มาวรรณนา (2546: 54) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การนำเสนอข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ภายหลังได้รับการสอนตามคู่มือ

ครูโดยแทรกกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริงสูงกว่า ก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547: 93-94) ได้พัฒนาชุดการเรียน เรื่อง เมตริกซ์และ ดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าชุดการเรียนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ภายหลังการใช้ชุดการเรียนสูงกว่าก่อนใช้ชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยร้อยละ 79.94

ทินรัตน์ กาญจนบุญชู (2550: 112) ได้ศึกษาผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์และทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” มีประสิทธิภาพ 80.88/82.57 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะ/กระบวนการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิรากร สำเร็จ (2551: 72) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ (STAD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ 2 วิธีกับระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ต่อความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มี ระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งในกลุ่มที่มีความสามารถในการ เรียนคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิตติมา ชอบเอียด (2551: 91) ได้ศึกษาการใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.67

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารช่วยให้นักเรียนนั้นได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สามารถพูดหรือเขียนอธิบายแนวความคิด รวมทั้งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และการที่นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนยังส่งเสริมบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นักเรียนจะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยความกระตือรือร้น

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 168 คน

##### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 38 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยความสามารถของนักเรียน

##### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4. แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน

รายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

## 1. ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

### ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้อง

1. ศึกษารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จากเอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และคู่มือครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี แนวทางในการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ซึ่งมีผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ดังนี้

1.1 เลือกใช้ค่ากลางที่เหมาะสมกับข้อมูลที่กำหนดและวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้

1.2 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้ค่ากลาง การวัดการกระจาย และการวัดตำแหน่งของข้อมูลได้

1.3 นำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งการอ่านและตีความหมายจากการนำเสนอข้อมูลได้

1.4 ใช้ข้อมูลข่าวสารและค่าสถิติช่วยในการตัดสินใจบางประการได้

2. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยยึดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่คาดหวังตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อวิเคราะห์ให้เกิดความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

### ขั้นที่ 2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้

2) ด้านทักษะ/กระบวนการ

3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.2 สาระการเรียนรู้

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท)

1.4 สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.6 บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 1.7 ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

2. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านปริบท ทั้งหมด 4 แผน ดังนี้

แผนการเรียนรู้ที่ 1 การแจกแจงความถี่ของข้อมูล	3	คาบ
แผนการเรียนรู้ที่ 2 การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูล	3	คาบ
แผนการเรียนรู้ที่ 3 การวัดค่ากลางของข้อมูล	6	คาบ
แผนการเรียนรู้ที่ 4 การวัดการกระจายของข้อมูล	3	คาบ

3. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านปริบท ดังนี้

ขั้นสัมพันธ์ (Relating) ครูใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันเป็นการเตรียมความพร้อมการทบทวนความรู้ เพื่อเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งประสบการณ์ชีวิตจริงย่อมต้องมีความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องพยายามมุ่งเน้นไปที่ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นเป็นปกติสำหรับทุกคน เพื่อเป็นแนวทางเดียวกันผู้สอนอาจยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือสมมติสถานการณ์จำลอง ตั้งคำถาม ที่เป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนสนใจหรือคุ้นเคยดี ถ้าเป็นปัญหาที่สร้างขึ้นมาจะต้องเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม และบริบททางสังคมของผู้เรียน

ขั้นประสบการณ์ (Experiencing) ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมแนะแนวทาง ศึกษาใบความรู้ อาจให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากสื่อ/แหล่งเรียนรู้ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด ชุมชน เป็นต้น เพื่อทำความเข้าใจและสรุปเป็นมโนทัศน์

ขั้นประยุกต์ (Applying) ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด หรือสร้างชิ้นงาน เพื่อเป็นการนำองค์ความรู้จากขั้นสร้างประสบการณ์มาปฏิบัติ โดยแบบฝึกหัดที่สร้างขึ้นต้องเป็นปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง รวมทั้งอาจให้นักเรียนสร้างปัญหาในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่สามารถนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

ขั้นร่วมมือ (Cooperating) ครูและนักเรียนร่วมมืออภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้อภิปรายกลุ่ม มีการนำเสนอผลงาน หรือรายงานหน้าชั้นเรียน

ขั้นถ่ายโอน (Transferring) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แล้วนำความรู้ที่ได้ออกมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ในชีวิตประจำวันได้ อาจให้ผู้เรียนเขียนผังมโนทัศน์ หรือจัดนิทรรศการ เป็นต้น

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัตร เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของจุดประสงค์

การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ-อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้ ระยะเวลา และภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัตรแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิตสูงใหญ่ และอาจารย์ลักขณา กุลสวัสดิ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ-อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้ ระยะเวลา และภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านปริบท

**ขั้นที่ 3 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านปริบท** ผู้วิจัยดำเนินการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านปริบท 70/70 โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ตามลำดับดังนี้

1. หาประสิทธิภาพเป็นรายบุคคล ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านปริบท เรื่อง สถิติ ไปทดลองเป็นรายบุคคลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 4 คน ที่เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาเกี่ยวกับภาษาและกิจกรรมที่จัดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ โดยสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด สัมภาษณ์นักเรียนตลอดจนตรวจดูผลงานจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน แล้วนำไปปรับปรุงการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

2. การหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่ม ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านปริบท เรื่อง สถิติ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากการทดลองหาประสิทธิภาพเป็นรายบุคคลไปทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ โดยทดลองกับนักเรียน 12 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยการจัดเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน ที่มีนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน โดยสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด เพื่อดูข้อบกพร่องเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ การจัดการกิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรม และเวลา ว่าเป็นไปตามที่กำหนดไว้หรือไม่ จากนั้นนำข้อบกพร่องทั้งหมดของแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมเพิ่มมากยิ่งขึ้น

3. หาประสิทธิภาพภาคสนาม ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านปริบท เรื่อง สถิติ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเป็นรายบุคคลและการหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่มแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ



จำนวนนักเรียน 32 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยจัดเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน ที่มีนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท โดยใช้เกณฑ์ 70/70

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อบกพร่องที่พบในการทดลองภาคสนามให้เรียบร้อย เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## 2. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลและประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สถิติ

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ จำนวน 60 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำไปเสนอประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิตตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม และนำข้อเสนอนั้นมาปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ จำนวน 60 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิตแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาท สอานวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ และอาจารย์ลักขณา กุลสวัสดิ์ ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม โดยพิจารณาจากค่า IOC  $\geq .50$  เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ผลการพิจารณา IOC มีค่าตั้งแต่ .67 – 1.00

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่แก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่เรียน เรื่อง สถิติ มาแล้ว จำนวน 80 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.7 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำได้โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่นักเรียนตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ข้อ

2.8 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ Test Analysis Program (TAP)

2.9 คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .20 – .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .38 – .65 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .28 – .79 คัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยคัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่เรียน เรื่อง สถิติ มาแล้ว จำนวน 80 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบปรนัยโดยการคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ; และ อังคนา สายยศ. 2538: 197–199) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ .87 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไปเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิตเพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

#### **ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

ข้อ (0) ครอบครัวหนึ่งมีบุตร 5 คน เป็นฝาแฝดชายหญิงอายุ 6 ปี ถ้าพี่มีอายุ 10 ปี น้องอายุ 3 ปี แล้วค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอายุบุตรในครอบครัวนี้มีค่าเท่ากับมัธยฐาน อยากรทราบว่าบุตรคนที่เหลือมีอายุเท่าใด

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

ข้อ (00) ถ้าข้อมูลชุดหนึ่งคือ a, b, c, d และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น p แล้วส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ  $1-a, 1-b, 1-c, 1-d$  เท่ากับข้อใด

ก.  $-p$                                       ข.  $p$                                       ค.  $-1$                                       ง.  $1$

#### **เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

### **3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์**

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลและประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบ วัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยสร้างให้มีความสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำไปเสนอ ประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผล การศึกษา จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ และ อาจารย์ลักขณา กุลสวัสดิ์ ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม โดยพิจารณาจากค่า  $IOC \geq .50$  แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข ผลการพิจารณา IOC มีค่า 1.00 ทุกข้อ

3.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่เรียน เรื่อง สถิติ มาแล้ว จำนวน 80 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.6 ตรวจสอบแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่นำไปทดลองแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก ( $P_E$ ) และหาค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 199-201)

3.7 คัดเลือกข้อสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากค่าความยาก ( $P_E$ ) อยู่ระหว่าง .20 – .80 และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยมีค่าความยาก ( $P_E$ ) ตั้งแต่ .47 – .66 และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ .45 – .58 คัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยคัดเลือกไว้จำนวน 6 ข้อ

3.8 นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ ที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 80 คน ที่เรียน เรื่อง สถิติ มาแล้ว เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบัค (ล้วน สายยศ; และ อังคณา

สหายศ. 2543: 248) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ .85 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไปเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

**คำชี้แจง** 1. ให้นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการคำนวณและแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบ โดยอาศัยความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหา

2. ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนวิธีการทำโดยใช้ภาษา/สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด เพื่อแสดงให้เห็นแนวความคิดและวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบของนักเรียน และทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

ข้อ (0) นายฉลาด นายขยัน และนายมารวย จะร่วมลงทุนซื้อเมล็ดพืชมาผสมขายในโครงการตลาดนัดอาชีพในช่วงพักกลางวันของโรงเรียนป้อมนาคราชสวนพยานนท์ โดยสอบถามราคาของเมล็ดพืชมา 3 ชนิด ดังนี้

เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	230	บาท/กิโลกรัม
ถั่วลิสง	50	บาท/กิโลกรัม
ถั่วเหลือง	45	บาท/กิโลกรัม

ถ้านายฉลาด นายขยัน และนายมารวย มีเงินลงทุนคนละ 150 บาท และลงความเห็นว่า จะซื้อเมล็ดพืชทั้ง 3 ชนิด รวมกัน 5 กิโลกรัม ในอัตราส่วน 2 : 2 : 1 อยากทราบว่าทั้งสามคนควรซื้อเมล็ดพืชทั้ง 3 ชนิด อย่างละกี่กิโลกรัม จงหาราคาเฉลี่ยของเมล็ดพืชทั้ง 3 ชนิด และควรวางแผนการขายอย่างไรเพื่อความสะดวกและเหมาะสม

ตาราง 4 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างการตอบคำถาม	ระดับคะแนน	
	ทักษะการเชื่อมโยง	ทักษะการสื่อสาร
<p><b>ขั้นที่ 1</b> เลือกซื้อเมล็ดพืช</p> <p>ถั่วลิสง                      2 กิโลกรัม</p> <p>ถั่วเหลือง                    2 กิโลกรัม</p> <p>เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 1 กิโลกรัม</p> <p>เพราะว่า <math>2(50) + 2(45) + 1(230) &lt; 450</math></p> <p><b>ขั้นที่ 2</b> หาต้นทุนของเมล็ดพืชผสม</p> $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i X_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$ $= \frac{2(50) + 2(45) + 1(230)}{2 + 2 + 1}$ $= 84$ <p>ดังนั้น เมล็ดพืชผสมมีต้นทุนกิโลกรัมละ 84 บาท</p> <p><b>ขั้นที่ 3</b> วางแผนการขาย</p> <p>แบ่งใส่ถุง ๆ ละ 100 กรัม โดยอัตราส่วนน้ำหนักถั่วลิสงต่อน้ำหนักถั่วเหลืองต่อน้ำหนักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เป็น 2 : 2 : 1 ดังนี้</p> <p>ถั่วลิสง                      40 กรัม</p> <p>ถั่วเหลือง                    40 กรัม</p> <p>เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 20 กรัม</p> <p>ดังนั้น ราคาทุนถุงละ <math>84 \div 10 = 8.4</math> บาท</p> <p>ถ้าขายถุงละ 12 บาท จะได้กำไรถุงละ <math>12 - 8.4 = 3.6</math> บาท</p> <p>ดังนั้น ได้กำไรทั้งหมด <math>3.6 \times 50 = 180</math> บาท</p>	<p>ได้ 4 คะแนน เนื่องจากมีการนำความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก และอัตราส่วนมาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ถูกต้อง และเหมาะสม</p>	<p>ได้ 4 คะแนน เนื่องจากเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้ถูกต้องทั้งหมด นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ชัดเจน รายละเอียดสมบูรณ์</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

ตัวอย่างการตอบคำถาม	ระดับคะแนน										
	ทักษะการเชื่อมโยง	ทักษะการสื่อสาร									
<p>ดังนั้น ควรขายเมล็ดพืชผสมถุงละ 100 กรัม ราคา 12 บาท เพื่อความสะดวกในการขาย และทั้งสามคนสามารถแบ่งกำไรได้อย่างลงตัว</p>											
<p><b>ขั้นที่ 1</b> เลือกซื้อเมล็ดพืช</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">ถั่วลิสง</td> <td style="width: 30%;">2 กิโลกรัม</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>ถั่วเหลือง</td> <td>2 กิโลกรัม</td> <td></td> </tr> <tr> <td>เมล็ดมะม่วงหิมพานต์</td> <td>1 กิโลกรัม</td> <td></td> </tr> </table> <p>เพราะว่า <math>2(50) + 2(45) + 1(230) &lt; 450</math></p> <p><b>ขั้นที่ 2</b> หาต้นทุนของเมล็ดพืชผสม</p> $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i X_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$ $= \frac{2(50) + 2(45) + 1(230)}{2 + 2 + 1}$ $= 84$ <p>ดังนั้น เมล็ดพืชผสมมีต้นทุนกิโลกรัมละ 84 บาท</p> <p>ดังนั้น ควรขายเมล็ดพืชผสมกิโลกรัมละ 100 บาท</p>	ถั่วลิสง	2 กิโลกรัม		ถั่วเหลือง	2 กิโลกรัม		เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	1 กิโลกรัม		<p>ได้ 3 คะแนน เนื่องจากมีการนำความรู้และวิธีการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักมาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาถูกต้อง แต่ขาดความสมบูรณ์ ไม่มีการวางแผนการขายว่าควรขายเมล็ดพืชผสมอย่างไร เพื่อให้สอดคล้องกับความเป็นจริง</p>	<p>ได้ 3 คะแนน เนื่องจากเขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้ถูกต้อง นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนได้ชัดเจน แต่ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์</p>
ถั่วลิสง	2 กิโลกรัม										
ถั่วเหลือง	2 กิโลกรัม										
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	1 กิโลกรัม										
<p><b>ขั้นที่ 1</b> เลือกซื้อเมล็ดพืช</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">เมล็ดมะม่วงหิมพานต์</td> <td style="width: 30%;">230 × 3</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>ถั่วลิสง</td> <td>50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ถั่วเหลือง</td> <td>45</td> <td></td> </tr> </table>	เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	230 × 3		ถั่วลิสง	50		ถั่วเหลือง	45		<p>ได้ 2 คะแนน เนื่องจากมีการนำความรู้และวิธีการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักมาเชื่อมโยงกับชีวิต</p>	<p>ได้ 2 คะแนน เนื่องจากเขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทน</p>
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	230 × 3										
ถั่วลิสง	50										
ถั่วเหลือง	45										

ตาราง 4 (ต่อ)

ตัวอย่างการตอบคำถาม	ระดับคะแนน	
	ทักษะการเชื่อมโยง	ทักษะการสื่อสาร
<p><b>ขั้นที่ 2</b> หาต้นทุนของเมล็ดพืชผสม</p> $\bar{X} = \frac{690+50+45}{5}$ $= 157$ <p>ดังนั้น เมล็ดพืชผสมต้นทุนกิโลกรัมละ 157 บาท</p>	<p>ประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่สมบูรณ์ และไม่เหมาะสม เพราะราคาเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ทำให้ราคาเฉลี่ยของเมล็ดพืชผสมสูง นักเรียนส่วนใหญ่อาจไม่มีเงินซื้อ</p>	<p>ข้อความได้บางส่วน นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนได้ชัดเจน บางส่วน</p>
<p><b>ขั้นที่ 1</b> เลือกซื้อเมล็ดพืช</p> <p>เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 230 ถั่วลิสง 50 ถั่วเหลือง 45 × 3</p> <p><b>ขั้นที่ 2</b> หาต้นทุนของเมล็ดพืชผสม</p> $\text{ค่าเฉลี่ย} = \frac{\text{ข้อมูลทั้งหมด}}{N}$ $= \frac{230+50+135}{3}$ $= 138.33$ <p>ดังนั้น เมล็ดพืชผสมมีต้นทุนกิโลกรัมละ 138.88 บาท</p>	<p>ได้ 1 คะแนน เนื่องจาก นำความรู้ หลักการ และวิธีการหาค่าเฉลี่ย เลขคณิตเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย</p>	<p>ได้ 1 คะแนน เนื่องจาก ใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย</p>

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากกรมวิชาการและนำมาเป็นแนวทางแล้วปรับปรุงในการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 5-6

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่น/ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ถูกต้อง หรือประยุกต์ใช้ได้เป็นอย่างดีสอดคล้องเหมาะสม
3	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่น/ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้แต่ขาดความสมบูรณ์
2	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่น/ในชีวิตประจำวัน ได้บางส่วน
1	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0	ไม่มีการเชื่อมโยงเลย

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้ถูกต้องทั้งหมด มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ หรือตารางประกอบการนำเสนอตามลำดับขั้นตอน ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
3	เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้ถูกต้อง มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ หรือตารางประกอบการนำเสนอตามลำดับขั้นตอน ชัดเจน แต่ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
2	เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้บางส่วน มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ หรือตารางประกอบการนำเสนอตามลำดับขั้นตอนได้ชัดเจนบางส่วน
1	ใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0	ไม่มีร่องรอยในการนำเสนอใดๆ



### 3. แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน

แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมด้านการพูดและการเขียน โดยผู้วิจัยศึกษาแนวความคิดพัฒนาทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนของกรมวิชาการ (2546: 133–148) และแบบสังเกตและเกณฑ์การวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่จิตติมา ชอบเอียด (2551: 75–81) ปรับปรุงขึ้น โดยนำหลักการวัดและเกณฑ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้มีความเหมาะสมกับลักษณะงานของผู้วิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง

3.2 สร้างแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียนโดยมีวิธีการประเมิน ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 วิธีการประเมินแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียน

แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	วิธีการประเมิน
ด้านการพูด	ผู้สอนและผู้ช่วยวิจัยสังเกตพฤติกรรมและบันทึกคะแนนลงในแบบสังเกตการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน จากการปฏิบัติกิจกรรมทางการสื่อสารในกิจกรรมช่วงการแสดงความคิดเห็น การอภิปราย และการนำเสนอ (ชั้นร่วมมือ)
ด้านการเขียน	ผู้สอนประเมินและบันทึกคะแนนลงในแบบสังเกตการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จากผลงานการเขียนขั้นตอนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการสื่อสารด้านการเขียนของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการทำใบงาน

โดยแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะมีเกณฑ์ในการวัดเกี่ยวกับระดับการปฏิบัติกิจกรรมทางการสื่อสารจากการปฏิบัติของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำคะแนนดิบ (ผลรวมคะแนนด้านการพูดและการเขียน) มาวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for One Sample

3.3 นำแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียน พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารด้านการพูดและด้านการเขียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทพิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำชี้แนะจากประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท

3.4 นำแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียน พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารด้านการพูดและด้านการเขียนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำชี้แนะจากประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ และอาจารย์ลักขณา กุลสวัสดิ์ ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและความเที่ยงตรงในการประเมิน แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญ

3.5 นำแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียน พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารด้านการพูดและด้านการเขียนที่ผ่านการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ทดลองใช้ประเมินทักษะการสื่อสารในการทดลองหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เพื่อปรับปรุงด้านภาษาและให้เป็นแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

#### ตัวอย่างแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

พฤติกรรมที่สังเกต	เกณฑ์คะแนน				
	4	3	2	1	0
พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง					
พูดอธิบายโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง					
พูดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้					
พูดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน					

## เกณฑ์การวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

### 1. พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบ

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด
3 / ดี	พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบ แต่มีความพยายามในการพูดอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดหรือแสดงความพยายามในการสื่อสารเลย

### 2. พูดอธิบายโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	พูดอธิบายโดยใช้ภาษาถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
3 / ดี	พูดอธิบายโดยใช้ภาษาถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	พูดอธิบายโดยใช้ภาษาถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์บางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	พูดอธิบายโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการพูดอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่พูดอธิบายหรือแสดงความพยายามในการสื่อสารเลย

## 3. พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสมเหตุสมผล
3 / ดี	พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผลบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการพุด
0 / ไม่พยายาม	ไม่พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือแสดงความพยายามในการสื่อสารเลย

## 4. ความชัดเจนในการพุดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	พุดสรุปได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ครบถ้วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
3 / ดี	พุดสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็นตามสถานการณ์ที่กำหนด หรือพุดสรุปได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	พุดสรุปได้ถูกต้องบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	พุดสรุปไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการพุดอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่พุดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนด

## ตัวอย่างแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

พฤติกรรมที่สังเกต	เกณฑ์คะแนน				
	4	3	2	1	0
เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบ					
เขียนอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง					
เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้					
เขียนสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน					

### เกณฑ์การวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

#### 1. เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบ

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน และหาคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด
3 / ดี	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบ แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบาย

#### 2. เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แผนภาพ แผนภูมิ หรือตารางประกอบการนำเสนอที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
3 / ดี	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แผนภาพ แผนภูมิ หรือตารางประกอบการนำเสนอที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แผนภาพ แผนภูมิ หรือตารางประกอบการนำเสนอที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	ไม่มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แผนภาพ แผนภูมิ หรือตารางประกอบการนำเสนอ หรือใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบาย

## 3. เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสมเหตุสมผล
3 / ดี	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผลบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบาย

## 4. ความชัดเจนในการเขียนสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	เขียนสรุปได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ครบถ้วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
3 / ดี	เขียนสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็นตามสถานการณ์ที่กำหนด หรือเขียนสรุปได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	เขียนสรุปได้ถูกต้องบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	เขียนสรุปไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่เขียนสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนด

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาและทดลองแบบกลุ่มเดียว คือ เลือกกลุ่มตัวอย่างมา 1 กลุ่ม ทำการทดสอบก่อนการทดลองแล้วหาค่าเฉลี่ย เมื่อทำการทดลองแล้วจึงทดสอบอีกครั้งและหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำมาทดสอบสมมติฐานหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยค่าสถิติ t-test ซึ่งใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 248-249) ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง
X	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท
T <sub>1</sub>	แทน	การสอบก่อนการทดลอง (Pretest)
T <sub>2</sub>	แทน	การสอบหลังการทดลอง (Posttest)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 คน ที่เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นระยะเวลา 15 คาบ คาบละ 60 นาที เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับภาษาและเวลาที่ใช้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข
2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยจัดเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน ที่มีนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน เป็นระยะเวลา 15 คาบ คาบละ 60 นาที เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับภาษาและเวลาที่ใช้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง
3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยจัดเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน ที่มีนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน เป็นระยะเวลา 15 คาบ คาบละ 60 นาที เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท
4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เวลาทั้งหมด 60 นาที
5. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับกลุ่มตัวอย่าง เป็นระยะเวลา 15 คาบ คาบละ 60 นาที โดยผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมและบันทึกคะแนนที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียนของนักเรียน

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มาทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เวลาทั้งหมด 120 นาที

7. ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แล้วให้คะแนน บันทึกผล แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

### การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท โดยนำคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรมคำนวณค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ เพื่อเทียบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for Dependent Samples

3. วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for One Sample

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สถิติพื้นฐาน

4.1.1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543:

306)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง



4.1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

เมื่อ	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

#### 4.2 สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

4.2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 248-249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4.2.2 วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบแบบปรนัย คำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ Test Analysis Program (TAP)

4.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยโดยคำนวณจากสูตร KR – 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197-199)

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

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$n$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$p$	แทน	สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ
	$q$	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1 - p$
	$s^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งฉบับ

4.2.4 วิเคราะห์หาค่าความยาก ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบแบบ อัตนัย จะต้องแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 25% ของ นักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (ลัวิน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 199–201)

$$\text{ดัชนีค่าความง่าย (P}_E\text{); } P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$P_E$	แทน	ค่าดัชนีความยาก
	$S_U$	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$$\text{ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D); } D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$D$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$S_U$	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

4.2.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัก (ลิวิน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 218)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma^2} \right]$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$\sum \sigma_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sigma^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ

โดยที่

$$\sigma_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N^2}$$

เมื่อ	$\sigma_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$	แทน	ผลทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ i
	$N$	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ

และ

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

เมื่อ	$\sigma^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$N$	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ

#### 4.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

4.3.1 หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 295) เพื่อทดสอบสมมติฐานว่ากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 70/70

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A}$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดหรือประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน

$\sum X$  แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดหรือประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมระหว่างเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} \times 100}{B}$$

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียน หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท) คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อย

$\sum F$  แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบย่อยหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อยหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

N แทน จำนวนผู้เรียน

4.3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท โดยใช้สูตร t-test for Dependent Samples (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 104 )

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.3.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ทักษะการเชื่อมโยง/ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังจากที่ได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) โดยใช้สูตร t-test for One Sample (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2546: 146)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลจากการทดลองและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดหรือประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน
$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท) คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อย
$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม)
k	แทน	คะแนนเต็ม
t	แทน	ค่าสถิติที่นำมาใช้ในการพิจารณา (t – Distribution)
df	แทน	ระดับขั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

- หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 70/70
- เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ
- เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
- เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

5. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ	เกณฑ์ 70/70	
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>
1. การแจกแจงความถี่ของข้อมูล	85.71	83.44
2. การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูล	80.83	78.13
3. การวัดค่ากลางของข้อมูล	84.90	82.19
4. การวัดการกระจายของข้อมูล	80.55	77.50
เฉลี่ย	83.33	80.31

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยมีค่าเฉลี่ย 83.33/80.31 เมื่อพิจารณาเป็นรายเนื้อหาย่อยทั้ง 4 เรื่อง พบว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 เช่นเดียวกัน แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ผลปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ

กลุ่มตัวอย่าง	N	k	$\bar{X}$	s	t
ก่อนทดลอง	38	20	7.92	2.03	18.47**
หลังทดลอง	38	20	15.13	2.85	

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t_{(.01; df 37)} = 2.43$$

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบททำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่าง	N	k	$\bar{X}$	$\bar{X}$ (%)	s	$\mu_0$ (70%)	t
	38	20	15.13	75.66	2.85	14	2.45**

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t_{(.01; df 37)} = 2.43$$

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.66



4. การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้าน	N	k	$\bar{X}$	$\bar{X}$ (%)	s	$\mu_0$ (70%)	t
1. การเชื่อมโยงภายในวิชา	38	8	6.53	81.58	0.98	5.60	5.83**
2. การเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	38	8	5.89	73.68	0.80	5.60	2.28
3. การเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	38	8	6.55	81.91	0.92	5.60	6.38**
โดยรวม	38	24	18.97	79.06	1.97	16.80	6.82**

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t_{(.01; df 37)} = 2.43$$

จากตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา และด้านการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ปรากฏผลเช่นเดียวกัน ส่วนด้านการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมคิดเป็นร้อยละ 79.06

5. การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน	N	k	$\bar{X}$	$\bar{X}$ (%)	s	$\mu_0$ (70%)	t
1. การพูด	38	64	49.74	77.71	2.26	44.80	13.45**
2. การเขียน	38	88	69.53	79.01	3.72	61.60	13.14**
โดยรวม	38	152	119.26	78.46	4.98	106.40	15.94**

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t_{(.01; df 37)} = 2.43$$

จากตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านการพูดและด้านการเขียน ปรากฏผลเช่นเดียวกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวมคิดเป็นร้อยละ 78.46

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา โดยมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
5. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

5. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

#### 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 168 คน

#### 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ โดยการใช้แบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 38 คน

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.4 แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 คน ที่เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นระยะเวลา 15 คาบ คาบละ 60 นาที เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับภาษาและเวลาที่ใช้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยจัดเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน ที่มีนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน เป็นระยะเวลา 15 คาบ คาบละ 60 นาที เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับภาษาและเวลาที่ใช้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

3.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยจัดเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน ที่มีนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน เป็นระยะเวลา 15 คาบ คาบละ 60 นาที เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เวลาทั้งหมด 60 นาที

3.5 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ กับกลุ่มตัวอย่าง เป็นระยะเวลา 15 คาบ คาบละ 60 นาที โดยผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมและบันทึกคะแนนที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียนของนักเรียน

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มาทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เวลาทั้งหมด 120 นาที

3.7 ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แล้วให้คะแนน บันทึกผล แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท โดยนำคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรมคำนวณค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ เพื่อเทียบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for Dependent Samples

4.3 วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for One Sample

## สรุปผลการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย 83.33/80.31 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## อภิปรายผลการวิจัย

ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยมีประสิทธิภาพ 83.33/80.31 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

- 1.1 กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง โดยนำความรู้เดิมตามประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของคอสเซย์; และคนอื่นๆ (Dossey; et al. 2002: 81–83) กล่าวไว้ว่า ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์สร้างขึ้นได้ทันทีขณะเกิดการเรียนรู้ โดยสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว นักเรียนที่สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น และปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 56) กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้พบเห็นหรือมีอยู่ในชีวิตประจำวัน เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้อย่างเข้าใจ ถ่องแท้จากตัวอย่างที่สัมผัสได้จริง ทำให้รู้สึกว่าการศึกษาคณิตศาสตร์มีประโยชน์ มีคุณค่า สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

ของครอฟฟอร์ด; และ วิท (Crawford; & Witte. 1999: 34–38); ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (Advanced Technology Environmental and Energy Center, [ATEEC]. 2000: Online); ซีเยร์ (Sears. 2002: 5–18); วิลเลียมส์ (Williams. 2007: 573); ศูนย์การวิจัยและพัฒนาทางอาชีพ (Center for Occupational Research and Development, [CORD]. 2009b: Online) และ มหาวิทยาลัยแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (University of Southern California, [USC]. 2009: Online) มาใช้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสัมพันธ์ ขั้นประสบการณ์ ขั้นประยุกต์ ขั้นร่วมมือ และขั้นถ่ายโอน ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้เชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือชีวิตจริง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลโดยการสำรวจ ทดลอง โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มแบบคณะความสามารถ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมมืออภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของบพิท กิจมี (2551: บทคัดย่อ) พบว่า การใช้การเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความสนใจในคณิตศาสตร์และตระหนักถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์อย่างน่าพอใจ โดยทำให้นักเรียนมีความรู้สึกสนุกและอยากศึกษาค้นคว้าความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และนักเรียนสามารถมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมานั้นสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยได้ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและได้ปรับปรุงแก้ไขทั้งในด้านเนื้อหาสาระ ภาษา และระยะเวลาที่ใช้ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดในการนำไปใช้ ก่อนที่ผู้วิจัยจะนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพทั้งรายบุคคล รายกลุ่ม แล้วนำไปทดลองหาประสิทธิภาพภาคสนาม จึงทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของชาญชัย อินทรสุนานนท์ (2538: 40) กล่าวไว้ว่า กระบวนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากผลิตโดยกลุ่มบุคคลที่มีความรู้ความชำนาญหลายด้าน และก่อนนำมาใช้จะมีการทดลองใช้โดยครูผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขาวิชาจนแน่ใจว่าได้ผลดีจึงจะนำออกมาใช้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท ปรากฏว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทเป็นกิจกรรมเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิวแมน; และ เวห์เลจ; แบลงค์; และ บัคเลย์ (Newman; & Wehlage.

1995: Online; Blank. 1997: Online; & Buckley. 2002: Abstract) พบว่า การสอนตามสภาพจริง ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สำรวจ ทดลอง จนได้ข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะแนวทาง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (Bloom. 1976: 4) กล่าวไว้ว่า วิธีการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเองเป็นวิธีการเรียนการสอนที่ได้ผลดีกว่าการอธิบาย สาธิต แสดงกฎหรือสูตร

2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทเป็นการเรียนแบบร่วมมือ โดยจัดกลุ่มนักเรียนแบบลดความสามารถ ให้นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อค้นพบข้อสรุป ทำให้นักเรียนต้องนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ เกิดการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของเพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14–16) กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของชานนท์ ศรีม่วงงาม (2549: 77) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 75.66 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไข ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ รวมทั้งนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ทำเอกสารแนะนำแนวทาง ทำแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน และเมื่อเรียนจบแต่ละเนื้อหา นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน ทำให้นักเรียนได้ทราบความก้าวหน้าหรือข้อบกพร่องของตนเอง ทำให้สามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้ทันที ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทินรัตน์ กาญจนกฤษ (2550: 112) พบว่า ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง มีการอภิปรายผลภายในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้อะไรต่างๆ จากเพื่อนได้มากมาย เพราะภาษาที่นักเรียนใช้สื่อสารกันนั้น สื่อความเข้าใจได้ดี และเหมาะสม เนื่องจากวัยของนักเรียนที่ใกล้เคียงกันมากกว่าวัยของนักเรียนกับครู ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาเด็กอ่อนให้สามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 โดย



มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 79.06 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีการสอดแทรกสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันที่สามารถเชื่อมโยงความรู้กับวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของเคนเนดี; และ ทิปส์. (Kennedy; & Tipps. 1994: 194–198) กล่าวไว้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ ผู้เรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ป็นรูปธรรม ได้แก่ รูปภาพ สัญลักษณ์ และมโนคติ กับกระบวนการรวมเนื้อหาและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท ผู้เรียนจะเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นตามประสบการณ์ของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาและหาข้อสรุป จึงมีผลส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการเชื่อมโยงที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรางคนา ยาหี (2549: 117) พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นผ่านเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งข้อมูลที่น่ามาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ เป็นข้อมูลจริง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ไม่เบื่อหน่าย เกิดความสนุกสนานในการเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ เห็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์ที่มีต่อชีวิตจริงและไม่มองว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบุญญา แซ่หล่อ (2550: 105) พบว่าการบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง

5. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5 โดยมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 78.46 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก กิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์ เช่น พูดคุยเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน พูดคุยถึงวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งในการปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนทุกคนจะได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการพูดคุยต่างๆ มีการอธิบายให้เพื่อนคนอื่นฯ ที่ยังไม่เข้าใจ อภิปรายวิธีการแก้ปัญหา อภิปรายหาข้อสรุป และการอภิปรายหน้าชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับสภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 270–272) กล่าวไว้ว่า ครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ค้นหาคำตอบร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู ทำให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีการสื่อสาร ทำให้เกิดการเรียนรู้รวมทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทยังส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยให้

นักเรียนได้สรุปองค์ความรู้ที่ได้รับผ่านใบกิจกรรม การทำแบบฝึกทักษะ การนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ทำให้ครูทราบผลจากการเรียนรู้และปัญหาของนักเรียน ครูสามารถนำการสะท้อนความคิดของนักเรียนเพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชานนท์ ศรีผ่องงาม (2549: 77) พบว่า ความก้าวหน้าของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

### ข้อสังเกตจากการวิจัย

1. ในกิจกรรมการเรียนรู้คาบแรกๆ ผู้เรียนมีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์น้อยมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้เรียนไม่คุ้นเคยต่อรูปแบบการจัดกิจกรรม แต่เมื่อครูผู้สอนคอยชี้แนะแนวทาง และกล่าวชมเชย ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจ และกล้าพูดกล้าแสดงออกมากขึ้น
2. นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น และมีความสนุกสนานในการปฏิบัติกิจกรรมที่เป็นข้อมูลจริงและมีความเกี่ยวข้องกับตนเอง
3. ครูผู้สอนเพียงคนเดียวไม่สามารถสังเกตและดูแลนักเรียนได้ทั่วถึงเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงมีการจัดครูผู้ช่วยสอนอีก 1 คน เพื่อช่วยในการควบคุมชั้นเรียน แนะนำและให้คำปรึกษาในการปฏิบัติกิจกรรม รวมทั้งสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป
  - 1.1 ครูผู้สอนต้องทำความเข้าใจขั้นตอนการสอนแต่ละขั้นเป็นอย่างดี และก่อนการเรียนการสอนในช่วงแรก ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจกับนักเรียนสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านปริบท และการให้คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียนของนักเรียน
  - 1.2 ครูผู้สอนต้องมีความอดทนในการรอฟังการอธิบายแสดงความคิดเห็นของนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้เกิดการสื่อสารอย่างเต็มที่ และให้ผู้เรียนได้ค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง
  - 1.3 ครูผู้สอนควรให้กำลังใจเมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ได้สำเร็จถูกต้อง เช่น ปรบมือ ชมเชย ให้รางวัล เพื่อให้นักเรียนเกิดความภูมิใจ มั่นใจ และกล้าพูดกล้าแสดงออกมากขึ้น

1.4 ควรมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย และเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกัน พร้อมทั้งมีสื่อการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง และมีความหลากหลาย เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

1.5 กิจกรรมบางกิจกรรมต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ครูควรจัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับแต่ละกิจกรรม หรืออาจมอบหมายบางกิจกรรมเป็นการบ้านหรืองานนอกเวลาเรียน

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อัตราส่วน พื้นที่ผิวและปริมาตร ฯลฯ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.2 ควรศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทแบบบูรณาการกับหลักสูตรท้องถิ่น โดยสามารถปรับเปลี่ยนสถานการณ์ได้ตามความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่

2.3 ควรศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทที่มีต่อตัวแปรอื่น เช่น การตระหนักเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง ความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544ก). *ทิศทางของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหลักสูตร โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- . (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์: เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- . (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา: ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กรรณิการ์ แพลอย. (2547). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงแบบหมุนแกนพิกัดของสมการกำลังสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กองวิจัยทางการศึกษา. (2545). *รายงานการวิจัยเรื่อง การสังเคราะห์วิธีสอนวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- กิติมา สุรสนธิ. (2541). *ความรู้ทางการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- จรรยา ภูอุดม. (2544). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิรากร สำเร็จ. (2551). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิตติมา ขอบเอียด. (2551). *การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ชฎานิชรัฐ พุกเถื่อน. (2536). *การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดพิษณุโลก*.  
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.  
ถ่ายเอกสาร.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา เล่ม 1 หน่วยที่ 1-8*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชานนท์ ศรีผ่องงาม. (2549). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชาญชัย อินทรสุนานนท์. (2538). *ศูนย์การเรียนรู้และชุดการสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2546). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *หลักและเทคโนโลยีทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม; และคนอื่นๆ. (2547). *ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ทัศนีย์ กระจ่างอินทร์; และ สุภิตรา อนุศาสตร์. (2542). "หน่วยที่ 1 การสื่อสาร" *เอกสารประกอบการเรียนวิชาภาษาไทยเพื่อการสื่อสารและการสืบค้น*. ลพบุรี: ภาควิชาภาษาไทยและบรรณารักษศาสตร์ ศูนย์การพิมพ์สถาบันราชภัฏเทพสตรี.
- ทินรัตน์ กาญจนบุญขร. (2550). *ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก "สุ จี ปุ ลิ" ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ทิพย์วรรณ สุวรรณี. (2549). *ชุดการเรียนรู้แบบรายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์ ภายใต้สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน เรื่อง การเตรียมความพร้อมในการให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สारานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แชมมณี. (2545). *กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: นิธิแอดเวอร์ไทซิงกรุ๊ป.
- บพิศ กิจมี. (2551). *การใช้การเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานในการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนบ้านเมืองคอง จังหวัดเชียงใหม่*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การวิจัยสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญญา แซ่หล่อ. (2550). *การบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญศรี ปราบณศักดิ์; และ ศิริพร จิรวัดนกุล. (2538). *การสื่อสารเพื่อคุณภาพการพยาบาล*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปริญญา สองสีดา. (2550). *ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาวิเย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล. (2547). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ. (2542). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ  
ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดย  
เน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะ  
การเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม.  
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.  
ไพศาล หวังพานิช. (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและ  
จิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มณฑล ไบบัว. (2536). หลักการและทฤษฎีการสื่อสาร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2552). องค์ประกอบของการสื่อสาร. สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม  
2552, จาก <http://edtechno.msu.ac.th/mod/resource/view.php?id=84>
- มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. (2552). หลักสูตรการเรียนรู้อาเซียนคณิตศาสตร์ประเทศสหรัฐอเมริกา.  
สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2552, จาก [math1.snru.ac.th/.../curriculum%20mathematics%20inUSA.ppt](http://math1.snru.ac.th/.../curriculum%20mathematics%20inUSA.ppt)
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2537). ประมวลสาระชุดวิชาเทคโนโลยีและการสอน (หน่วยที่  
9-12). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2542). เอกสารชุดวิชาการสื่อสาร หน่วยที่ 1-8. พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี: สำนักพิมพ์  
สุโขทัยธรรมมาธิราช.
- รชนี บุญฉือ. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์  
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รัชดา ยาตรา. (2549). ผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีผลต่อ  
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์  
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5.  
กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- . (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลิลลา ดลภาค. (2549). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่  
เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม.  
(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.



- วนิดา พรชัย. (2548). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบชิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมกล้าแสดงออกของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัชรวิ ขันเชื้อ. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัชรวิ บุรณสิงห์. (2525). "การสอนคณิตศาสตร์ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-15". กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิมล อยู่พิพัฒน์. (2551). บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (GEOMETER'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิธร แก้วรักษา. (2547). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่องสถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร มาวรธนา. (2546). ผลการใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการนำเสนอข้อมูล. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2543). มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: หน่วยการพิมพ์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- (2546). คู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: หน่วยการพิมพ์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). *การพัฒนา รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*.  
 ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2545)*. กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พริ้นติ้ง.
- สำนักนโยบายและแผนการศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุนันท์ ฉิมวัย. (2543). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรสาธิต ผาสุข. (2546). *การศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรางคนา ยาหยี. (2549). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์ เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อนันตนิจ โพธิ์ถาวร. (2547). *ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคนอง. (2545). *รายงานวิจัย เรื่อง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อัมพร ม้าคนอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใน *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. หน้า 101–102. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- Advanced Technology Environmental and Energy Center. (2000). *Teaching for Contextual learning*. Retrieved September 25, 2009, from [www.ateec.org/learning/instructor/contextual.htm](http://www.ateec.org/learning/instructor/contextual.htm)
- Atallah, Fida. (2003). Mathematics through their eyes: Student conceptions of mathematics in everyday life. *Dissertation Abstracts International*. 64(04): 1201.
- Basil, C. G. (1999) . Collecting data outdoors : making connections to the real world. *Teaching Children Mathematics*. 6(1): 8–12.
- Berns, Robert G.; & Erickson, Patricia M. (2001). *Contextual Teaching and Learning (5)*. National Dissemination Center, National Research Center. Retrieved May 1, 2009, from [www.ncte.org/publications/infosynthesus/highlight-zone/highlight05/index.asp](http://www.ncte.org/publications/infosynthesus/highlight-zone/highlight05/index.asp).
- Blank, William E. (1997). *Authentic Instruction*. In Promising Practices for Connecting High School to the Real World. pp. 5. Florida: University of South Florida.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: McGraw – Hill Book Company.
- Buckley, Jacquelyn Anastasia. (2002). Authentic Instruction and Authentic Intellectual Work: Assessing the Opportunity to learn for Secondary Students with and without Disabilities in Restructuring Schools. *Dissertation (Secondary education)*. Madison: University of Wisconsin. Retrieved May 1, 2009, Available: UMI Proquest Digital Dissertation.
- Bull, Michael Parter. (1993). Exploring the Effects on Mathematics Achievement of Eight Grade students that are Taught Problem – Solving Through a Four – Step Method That Addresses the Perceptual Strengths of Each Student (Magic Math). *Dissertation Abstracts*. 54(11): 5407–A.
- Burkhardt, Hugh. (2001). *The Emperor's Old Clothes, or How the World See It*. Retrieved May 1, 2009, from [www.nctm.org/dialogues/2001-01/default\\_all\\_print.htm](http://www.nctm.org/dialogues/2001-01/default_all_print.htm)
- Carroll, John B. (1963). "A Model of School Learning ," *Teachers College Record*. 64(8): 723–733.

- Center for Occupational Research and Development. (2009a). *What is Contextual Learning?*. Retrieved May 19, 2009, from [www.cord.org/contextual-learning-definition](http://www.cord.org/contextual-learning-definition).
- (2009b). *The REACT Strategy*. Retrieved May 19, 2009, from [www.cord.org/the-react-learning-strategy](http://www.cord.org/the-react-learning-strategy)
- Crawford, Michael; & Witte, Mary. (1999). Strategies for Mathematics: Teaching in Context. *Educational leadership*. 57: 34–38.
- Dossey, John A.; et al. (2002). *Mathematics methods and modeling for today's mathematics classroom: a contemporary approach to teaching grades 7–12*. Pacific Grove: BROOKS/COLE.
- Drexel, Robert Earl. (1997). Connecting Common and Decimal Fraction Concepts: A Common Fraction Perspective. *Dissertation Abstracts International*. 58(6): 2119–A.
- Finn. Kelly F.; et al. (2003, June). Assertiveness Level of Occupational Therapists. *Dissertation Abstracts International*. 58(2): 809.
- Furman, Joan. (2005). Individual, social and physical environment determinants of physical activity among adolescents grades 10–12 in a suburban region. *Dissertation Abstracts International*. Retrieved May 19, 2009, from <http://www.lib.umi.com/dissertations/>
- Gainsburg, Julie. (2007). Real-world connections in secondary mathematics teaching. *Dissertation*. Retrieved May 19, 2009, from <http://www.springerlink.com/content/lx36jh6550003314/?p=4dbc516f60cb4d7fab44a9ca7391050d&pi=0>
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book.
- Havill, Jessen T.; & Ludwis, D. (2007). Technically speaking: fostering the communication of computer science and mathematics students. *Journal of the ACM(JACM)*. 54(3): 185–189. Retrieved May 1, 2009, from <http://portal.acm.org/dl.cfm?coll=portal&dl=ACM&CFID=47897557&CFTOKEN=54036033>.
- Hull, D. (1993). *Contextual Learning*. Retrieved September 29, 2009, from <http://www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/envrnmnt/stw/sw1lk3.htm>

- Johanning, Debra I. (2000). "An Analysis of Writing and Post writing Group Collaboration In Middle School Pre-Algebra," *School Science and Mathematics*. 100(3): 151–160.
- Jones, J.; Jones, K.; & Vermette, P. (2009). Using Social and Emotional Learning to Foster Academic Achievement in Secondary Mathematics. *American Secondary Education*. 37(3): 4–9.
- Karweit, D. (1993). *Contextual Learning*. Retrieved September 29, 2009, from <http://www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/envrnmnt/stw/sw1lk3.htm>
- Kennedy, Leonard M.; & Tipps, Steve. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Knuth, Eric J. (2000). Understanding Connections between Equation and Graphs. *The Mathematics Teacher*. 93(1): 48–53.
- Kyle, D.W., McIntyre, E.; & Moore, G.H. (2001). Connecting mathematics instruction with the families of young children. *Teaching Children Mathematics*. 8(2): 80–86.
- Lawson, Michael J.; & Chinnappan, Mohan. (2000). Knowledge Connectedness in Geometry Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education*. 31(1): 26–43.
- Lewis, Mitzi.; Graves, Ingrid; & Sanchez, Lenny. (2006). Enhancing mathematical discourse in elementary classrooms. *Journal of the ACM(JACM)*. 53(3): 954–955.
- Lubienski, Sarah Theule. (2001). *The Problem with Real World Problems*. Retrieved May 1 2009, from [www.nctm.org/dialogues/2001-01/default\\_all\\_print.htm](http://www.nctm.org/dialogues/2001-01/default_all_print.htm)
- Lynch, Richard L., Padilla, Michael J., Har-nish, Dorothy; & Distephano, Christine. (2001). *A Model of Excellence for Contextual Teaching and Learning in Pre-service Teacher Education: Final and Summative Report*. Athens: University of Georgia.
- Mack, Nancy K. (2004, November). Connecting to Develop Computational Fluency with Fractions. *Teaching Children Mathematics*. 11(4): 226–232.
- Maddox, Harry. (1963). *How to study*. London: Wyman Ltd.
- Merlino, Joseph F. (2000). *Understanding Integrated Mathematics Using Living Metaphors*. Retrieved May 1, 2009, from [www.nctm.org/dialogues/2001-01/default\\_all\\_print.htm](http://www.nctm.org/dialogues/2001-01/default_all_print.htm)

- Mumme, Judith; & Shepherd, Nancy. (1993). "Communication in Mathematics," in *Implementing the K–8 Curriculum and Evaluation Standards*. The National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM, Inc.
- . (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- . (2002). *Principles and Standards for School Mathematics*. United States of America: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- . (2004). (Online). Retrieved May 1, 2009, from <http://www.nctm.org/standard.htm/> Library.
- Natsaulas, Anthula. (2000). Group Symmetries Connect Art and History with Mathematics. *Mathematics Teacher*. 93(5): 364–370.
- Newmann, Fred M.; & Wehlage, Gary G. (1995). *Successful School Restructuring*. Retrieved May 1, 2009, from [www.smallschoolsproject.org/PDF/cohs0505/AIW-chart.pdf](http://www.smallschoolsproject.org/PDF/cohs0505/AIW-chart.pdf).
- . (1997). *What is contextual teaching and learning?* Retrieved September 30, 2009, from <http://www.cew.wisc.edu/teachnet/ctl/>
- Nicol, Cynthia; & Cespo, Sanda. (2005). Exploring Mathematics in Imaginative Places: Rethinking What Counts as Meaningful Contexts for Learning Mathematics. *School Science and Mathematics*. 240–251.
- Owens, Kathy. (2001). *An Integrated Approach for Young Students*. Retrieved May 1, 2009, from [www.nctm.org/dialogues/2001-01/default\\_all\\_print.htm](http://www.nctm.org/dialogues/2001-01/default_all_print.htm)
- Pandiscio, Eric A. (2002). Exploring the Link Between Preservice Teachers' Conception of Proof and the Use of Dynamic Geometry Software. *School Science and Mathematics*. 102(5): 216–221.
- Prescott , Daniel A. (1961). Report of Conference on Child Study. *Education Bulletin*. Faculty of Education. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Rawat, D.S. ; & Gupta, S.L. (1970). *Education Wastage at the Primary Level. A Handbook For Teachers*. New Delhi: S.K.Kitchula at Nalanda Press.

- Reys, Robert E.; et al. (2001). *Helping Children Learn Mathematics*. 6<sup>th</sup> ed. New York: John Wiley and Sons.
- Riedesel, Alan C. (1990). *Teaching Elementary School Mathematics*. 5<sup>th</sup> ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice–Hall.
- Riordan, Jurie E.; & Noyce, Pendred E. (2001). The Impacts of Standards–Based Mathematics Curricula on Student Achievement in Massachusetts. *Journal for Research in Mathematics Education*. 32(4): 368–A.
- Rodeheaver, L. R. (2000). “A Case Study of Communication Between Secondary Mathematics Student Teachers and the Cooperative Teacher,” *Dissertation Abstracts Online*. 61–03A.
- Rojas, M. E. (1992). “Enhancing the Learning of Probability Through Developing Students’ Skill in Reading and Writing,” *Dissertation Abstracts Online*. 53–05A.
- Rowan, Thomas E.; & Morrow, Lorna J. (1993). *Implementing K–8 Curriculum and Evaluation Standards: Reading from the Arithmetic Teacher*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Sears, Susan Jones. (2002). *Contextual teaching and learning: a primer for effective instruction*. Bloomington, Ind.: Phi Delta Kappa Educational Foundation.
- Sears, Susan Jones; & Hersh, Susan B. (1999). *Contextual Teaching and Learning: Teacher Education Programs*. Washington, DC: U.S. Department of Education, 1999. Publication number ED002289P.
- Smith, Karl J. (2001). *The Nature of Mathematics 9<sup>th</sup> Edition*. California: Brooks/Cole Publishing Company.
- Souders, John. (1999). *Contextually Based Learning: Fad or Proven Practice*. Retrieved May 1, 2009, from [www.aypf.org/forumbriefs/1999/fb070999.htm](http://www.aypf.org/forumbriefs/1999/fb070999.htm)
- Sqroi, Richard J.; & Sqroi, Laura Shannon. (1993). *Mathematics for elementary school teachers: problem–solving investigation*. Boston: PWS.
- Sternberg, Robert J. (1985). *Beyond IQ: a triarchic theory of human intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press. (21–23).

- Thomas , Christine D.; & Santiago, Carmelita. (2002). Building Mathematically Powerful Students through Connections. *Mathematics Teaching in the Middle School*. National Council of Teachers of Mathematics. (484–488).
- Thuber, Walter A. (1976). *Teaching Science in Today's Secondary Schools*. Boston: Allyn and Bacon.
- University of Southern California. (2009). *Teaching & Learning*. Retrieved May 1, 2009, from [www.usc.edu/programs/cet/resources/learn/context.html](http://www.usc.edu/programs/cet/resources/learn/context.html)
- Vacher, H.L.; & Mylroie, John E. (2001). Connecting with Geology: Where's the End of Cave?. *Mathematics Teacher*. 94(8): 640–641.
- Ventura, J. (2001). *Integrating Literature, Mathematics, and Science*. Retrieved May 1, 2009, from [www.nctm.org/dialogues/200101/default\\_all\\_print.htm](http://www.nctm.org/dialogues/200101/default_all_print.htm)
- Wiegel, Heide G. (2003). *Implementing Contextual Teaching and Learning: Case Study of Lynn, a High School Mathematics Novice Teacher*. Retrieved July 12, 2009, from <http://www.coe.uga.edu/ctl/casestudy/Wiegel.pdf>
- Williams, Desha L. (2007). The What, Why, and How of Contextual Teaching in a Mathematics Classroom. *Mathematics Teacher*. 100(8): 572–575.
- Wilson , J. W. (1971). "Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics," *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. Edited by Benjamin S. Bloom. U.S.A.: Mc Graw–Hill, 643–696.
- Wong, Monique. (2009). *Teacher Qualifications and Student Academic Achievement*. Haverford College. Dept. of Economics. United States.



ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

- ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ t – test Dependent
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t – test
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One sample t – test

ตาราง 14 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ จำนวน 60 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3				1	2	3		
1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	25	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	26	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
3	1	0	1	.67	คัดเลือกไว้	27	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	28	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	29	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	30	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	31	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	32	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	33	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	34	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	35	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	36	1	-1	1	.33	ตัดทิ้ง
13	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	37	1	0	1	.67	คัดเลือกไว้
14	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	38	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	39	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
16	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	40	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
17	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	41	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
18	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	42	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
19	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	43	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
20	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	44	1	-1	1	.33	ตัดทิ้ง
21	1	0	1	.67	คัดเลือกไว้	45	1	-1	1	.33	ตัดทิ้ง
22	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	46	1	-1	1	.33	ตัดทิ้ง
23	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	47	1	0	1	.67	คัดเลือกไว้
24	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	48	1	-1	-1	-.33	ตัดทิ้ง

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การ พิจารณา	ข้อที่	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การ พิจารณา
	1	2	3				1	2	3		
49	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	55	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
50	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	56	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
51	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	57	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
52	1	1	-1	.33	ตัดทิ้ง	58	1	-1	1	.33	ตัดทิ้ง
53	1	-1	1	.33	ตัดทิ้ง	59	1	-1	1	.33	ตัดทิ้ง
54	1	1	1	1	คัดเลือกไว้	60	1	-1	1	.33	ตัดทิ้ง

ตาราง 15 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะ  
การเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	1	คัดเลือกไว้

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ จำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
1	.84	.31	ตัดทิ้ง	26	.55	.29	ตัดทิ้ง
2	.55	.79	คัดเลือกไว้	27	.50	.31	คัดเลือกไว้
3	.26	.45	ตัดทิ้ง	28	.48	.31	ตัดทิ้ง
4	.53	.41	ตัดทิ้ง	29	.66	.22	ตัดทิ้ง
5	.61	.42	คัดเลือกไว้	30	.45	.44	คัดเลือกไว้
6	.56	.75	ตัดทิ้ง	31	.53	.27	ตัดทิ้ง
7	.50	.82	ตัดทิ้ง	32	.39	.58	คัดเลือกไว้
8	.51	.79	คัดเลือกไว้	33	.56	.44	คัดเลือกไว้
9	.55	.79	คัดเลือกไว้	34	.58	.31	ตัดทิ้ง
10	.50	.46	คัดเลือกไว้	35	.61	.42	คัดเลือกไว้
11	.60	.69	ตัดทิ้ง	36	.85	.30	ตัดทิ้ง
12	.63	.59	คัดเลือกไว้	37	.84	.27	ตัดทิ้ง
13	.51	.67	ตัดทิ้ง	38	.58	.38	คัดเลือกไว้
14	.55	.79	ตัดทิ้ง	39	.53	.44	ตัดทิ้ง
15	.49	.82	ตัดทิ้ง	40	.39	.42	ตัดทิ้ง
16	.49	.46	ตัดทิ้ง	41	.43	.27	ตัดทิ้ง
17	.38	.47	คัดเลือกไว้	42	.23	.34	ตัดทิ้ง
18	.58	.55	ตัดทิ้ง	43	.43	.37	คัดเลือกไว้
19	.55	.32	คัดเลือกไว้	44	.51	.35	ตัดทิ้ง
20	.43	.76	ตัดทิ้ง	45	.65	.36	คัดเลือกไว้
21	.48	.76	ตัดทิ้ง	46	.43	.76	คัดเลือกไว้
22	.40	.45	ตัดทิ้ง	47	.13	.27	ตัดทิ้ง
23	.24	.57	ตัดทิ้ง	48	.24	.02	ตัดทิ้ง
24	.43	.54	คัดเลือกไว้	49	.51	.31	คัดเลือกไว้
25	.79	.23	ตัดทิ้ง	50	.46	.28	คัดเลือกไว้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ = .87

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	$P_E$	$D$	การพิจารณา
1	.56	.53	คัดเลือกไว้
2	.59	.44	ตัดทิ้ง
3	.63	.49	คัดเลือกไว้
4	.38	.40	ตัดทิ้ง
5	.53	.58	คัดเลือกไว้
6	.64	.42	ตัดทิ้ง
7	.47	.53	คัดเลือกไว้
8	.66	.45	คัดเลือกไว้
9	.61	.49	คัดเลือกไว้
10	.74	.40	ตัดทิ้ง

ค่าความเชื่อมั่น ( $\alpha$  - coefficient) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ = .85

การคำนวณค่าความยาก ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยคำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส

$$\begin{aligned}
 P_E &= \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})} \\
 &= \frac{146 + 104 - (2 \times 20 \times 4)}{2 \times 20 (8 - 4)} \\
 &= \frac{90}{160} \\
 &= 0.56
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})} \\
 &= \frac{146 - 104}{20(8 - 4)} \\
 &= \frac{42}{80} \\
 &= 0.53
 \end{aligned}$$

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัก

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma^2} \right] \\
 &= \frac{6}{6-1} \left[ 1 - \frac{5.04}{17.49} \right] \\
 &= \frac{6}{5} [1 - 0.29] \\
 &= 0.85
 \end{aligned}$$



## ภาคผนวก ข

- ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท

- ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ t – test Dependent

- ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ

One sample t – test

- ผลการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ

One sample t – test

- ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ

One sample t – test

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่องที่ 1 การแจกแจง  
ความถี่ของข้อมูล

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (21 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (21 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)
1	20	10	17	20	6
2	17	8	18	17	9
3	17	10	19	17	8
4	18	8	20	18	9
5	20	8	21	17	8
6	20	8	22	17	8
7	18	7	23	17	8
8	18	8	24	17	8
9	17	7	25	17	10
10	18	9	26	18	9
11	20	9	27	17	9
12	17	6	28	20	8
13	18	8	29	20	10
14	20	8	30	17	8
15	17	8	31	18	9
16	17	8	32	17	10

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A} \\
 &= \frac{\frac{576}{32} \times 100}{21} \\
 &= 85.71
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\frac{\sum F}{N} \times 100}{B} \\
 &= \frac{\frac{267}{32} \times 100}{10} \\
 &= 83.44
 \end{aligned}$$

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่องที่ 2 การวัดตำแหน่งที่  
ของข้อมูล

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (15 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (15 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)
1	11	10	17	11	7
2	12	7	18	12	8
3	12	10	19	13	8
4	12	8	20	12	7
5	12	7	21	12	9
6	12	5	22	12	9
7	13	7	23	12	7
8	13	7	24	12	7
9	12	7	25	12	9
10	13	8	26	12	9
11	11	8	27	12	7
12	13	7	28	12	10
13	12	7	29	12	10
14	11	7	30	13	8
15	12	7	31	13	7
16	12	7	32	13	9

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A} \\
 &= \frac{\frac{388}{32} \times 100}{15} \\
 &= 80.83
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\frac{\sum F}{N} \times 100}{B} \\
 &= \frac{\frac{250}{32} \times 100}{10} \\
 &= 78.13
 \end{aligned}$$

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่องที่ 3 การวัดค่ากลาง  
ของข้อมูล

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (24 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (24 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)
1	22	10	17	22	8
2	20	8	18	19	9
3	20	8	19	20	8
4	19	8	20	19	8
5	21	8	21	20	9
6	21	9	22	20	8
7	22	8	23	20	7
8	22	8	24	20	8
9	20	8	25	20	9
10	22	8	26	19	7
11	22	9	27	19	7
12	20	8	28	21	8
13	19	7	29	21	9
14	22	8	30	20	8
15	19	8	31	22	9
16	19	8	32	20	10

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A} \\
 &= \frac{\frac{652}{32} \times 100}{24} \\
 &= 84.9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\frac{\sum F}{N} \times 100}{B} \\
 &= \frac{\frac{263}{32} \times 100}{10} \\
 &= 82.19
 \end{aligned}$$

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่องที่ 4 การวัดการกระจาย  
ของข้อมูล

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (18 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (18 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)
1	14	10	17	14	7
2	15	8	18	14	8
3	14	8	19	15	7
4	13	8	20	13	7
5	15	7	21	14	8
6	15	6	22	14	8
7	16	7	23	15	7
8	16	7	24	15	8
9	14	7	25	15	8
10	16	8	26	13	8
11	14	8	27	14	7
12	15	6	28	15	8
13	13	7	29	15	10
14	14	7	30	15	8
15	14	9	31	16	8
16	14	8	32	15	10

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A} \\
 &= \frac{\frac{464}{32} \times 100}{18} \\
 &= 80.55
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\frac{\sum F}{N} \times 100}{B} \\
 &= \frac{\frac{248}{32} \times 100}{10} \\
 &= 77.50
 \end{aligned}$$

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรม  
การเรียนรู้ด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ t-test Dependent

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D <sup>2</sup>
1	7	17	10	100
2	7	14	7	49
3	8	15	7	49
4	8	15	7	49
5	12	19	7	49
6	11	20	9	81
7	9	15	6	36
8	8	17	9	81
9	7	16	9	81
10	7	19	12	144
11	8	16	8	64
12	8	15	7	49
13	7	11	4	16
14	8	14	6	36
15	5	14	9	81
16	6	9	3	9
17	5	12	7	49
18	6	16	10	100
19	5	10	5	25
20	5	13	8	64
21	10	13	3	9
22	9	17	8	64
23	9	13	4	16
24	7	10	3	9
25	10	15	5	25
26	9	18	9	81

ตาราง 22 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D <sup>2</sup>
27	12	19	7	49
28	11	18	7	49
29	9	16	7	49
30	10	15	5	25
31	5	17	12	144
32	7	18	11	121
33	10	16	6	36
34	6	10	4	16
35	9	19	10	100
36	6	12	6	36
37	5	15	10	100
38	10	17	7	49
$\Sigma$	301	575	274	2190

ทดสอบสมมติฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ t-test Dependent

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} ; df = N - 1 \\
 &= \frac{274}{\sqrt{\frac{38(2190) - (274)^2}{38 - 1}}} \\
 &= 18.469
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.43 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ  $df = 38 - 1 = 37$ )

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
ด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One sample t-test

คนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	X <sup>2</sup>
1	17	289
2	14	196
3	15	225
4	15	225
5	19	361
6	20	400
7	15	225
8	17	289
9	16	256
10	19	361
11	16	256
12	15	225
13	11	121
14	14	196
15	14	196
16	9	81
17	12	144
18	16	256
19	10	100
20	13	169
21	13	169
22	17	289
23	13	169
24	10	100
25	15	225
26	18	324



ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	X <sup>2</sup>
27	19	361
28	18	324
29	16	256
30	15	225
31	17	289
32	18	324
33	16	256
34	10	100
35	19	361
36	12	144
37	15	225
38	17	289
$\Sigma$	575	9001

ทดสอบสมมติฐานว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
ด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One sample t-test Dependent

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} && ; df = n - 1 \\
 &= \frac{15.13 - 14}{\frac{2.849}{\sqrt{38}}} \\
 &= 2.45
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.43 ที่ระดับนัยสำคัญทาง  
สถิติที่ระดับ .01 เมื่อ  $df = 38 - 1 = 37$ )

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
ด้านปริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One sample t-test

คนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	$X^2$
1	24	576
2	19	361
3	17	289
4	18	324
5	21	441
6	21	441
7	19	361
8	18	324
9	17	289
10	18	324
11	18	324
12	18	324
13	16	256
14	16	256
15	19	361
16	15	225
17	18	324
18	19	361
19	18	324
20	17	289
21	19	361
22	20	400
23	20	400
24	15	225
25	19	361
26	20	400

ตาราง 24 (ต่อ)

คนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	X <sup>2</sup>
27	22	484
28	20	400
29	21	441
30	21	441
31	20	400
32	20	400
33	22	484
34	19	361
35	21	441
36	17	289
37	19	361
38	20	400
$\Sigma$	721	13823

ทดสอบสมมติฐานวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
ด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One sample t-test Dependent

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} && ; df = n - 1 \\
 &= \frac{18.97 - 16.8}{\frac{1.966}{\sqrt{38}}} \\
 &= 6.82
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.43 ที่ระดับนัยสำคัญทาง  
สถิติที่ระดับ .01 เมื่อ  $df = 38 - 1 = 37$ )

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
ด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One sample t-test

คนที่	ด้านการพูด	ด้านการเขียน	รวม (X)	X <sup>2</sup>
1	53	80	133	17689
2	49	69	118	13924
3	49	67	116	13456
4	49	67	116	13456
5	49	70	119	14161
6	55	71	126	15876
7	49	68	117	13689
8	53	75	128	16384
9	55	67	122	14884
10	49	67	116	13456
11	49	67	116	13456
12	49	67	116	13456
13	49	65	114	12996
14	49	66	115	13225
15	50	75	125	15625
16	47	64	111	12321
17	51	68	119	14161
18	49	68	117	13689
19	51	74	125	15625
20	49	66	115	13225
21	49	71	120	14400
22	49	69	118	13924
23	49	74	123	15129
24	49	63	112	12544
25	49	73	122	14884
26	47	69	116	13456

ตาราง 25 (ต่อ)

คนที่	ด้านการพูด	ด้านการเขียน	รวม (X)	X <sup>2</sup>
27	47	72	119	14161
28	49	69	118	13924
29	48	69	117	13689
30	55	69	124	15376
31	47	69	116	13456
32	47	69	116	13456
33	49	77	126	15876
34	49	69	118	13924
35	55	76	131	17161
36	51	66	117	13689
37	49	68	117	13689
38	49	69	118	13924
<b>Σ</b>	1890	2642	4532	541416

ทดสอบสมมติฐานว่าทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
ด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One sample t-test Dependent

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1 \\
 &= \frac{119.26 - 106.4}{\frac{4.974}{\sqrt{38}}} \\
 &= 15.94
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.43 ที่ระดับนัยสำคัญทาง  
สถิติที่ระดับ .01 เมื่อ  $df = 38 - 1 = 37$ )

## ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้านบริบท เรื่อง สถิติ
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

รหัสวิชา ค42102

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

เรื่อง การแจกแจงความถี่ของข้อมูล

เวลา 3 ชั่วโมง

1. **สาระที่ 5:** การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

2. **มาตรฐาน**

ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

3. **มาตรฐานช่วงชั้นที่ 4**

ค 5.1.3 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้ค่ากลาง (ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม) การวัดการกระจายโดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการหาตำแหน่งที่ของข้อมูลโดยใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ได้

4. **ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง**

นำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งการอ่านและตีความหมายจากการนำเสนอข้อมูลได้

5. **สาระสำคัญ**

การแจกแจงความถี่ เป็นวิธีการทางสถิติอย่างหนึ่งที่ใช้ในการจัดข้อมูลที่มีอยู่หรือที่เก็บรวบรวมมาได้ให้อยู่เป็นพวก ๆ เพื่อความสะดวกในการนำเสนอข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น การแจกแจงความถี่มักทำเมื่อข้อมูลที่จะทำการศึกษาหรือวิเคราะห์มีเป็นจำนวนมาก หรือข้อมูลมีค่าซ้ำกันอยู่มาก เพราะจะช่วยให้ประหยัดเวลาและสรุปผลได้ชัดเจนขึ้น และเหมาะสมที่จะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อไป ซึ่งมีวิธีการแจกแจงความถี่ดังนี้

การแจกแจงความถี่โดยไม่จัดข้อมูลเป็นกลุ่ม (อันตรภาคชั้น) เป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีจำนวนไม่มากนัก และค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดของข้อมูลมีค่าไม่ต่างกันมาก โดยจัดข้อมูลไว้ในตารางเรียกว่า ตารางแจกแจงความถี่

การแจกแจงความถี่โดยจัดเป็นกลุ่ม (อันตรภาคชั้น) เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีจำนวนมาก และค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดของข้อมูลต่างกันมาก

การแจกแจงความถี่โดยใช้แผนภาพต้น – ใบ เป็นการจัดข้อมูลเป็นกลุ่มที่สามารถรักษาความละเอียดของข้อมูลไว้ได้ครบถ้วน ได้ทราบถึงค่าข้อมูลจริง และยังใช้วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นได้

6. **จุดประสงค์การเรียนรู้**

6.1 **ด้านความรู้**

1. สร้างตารางแจกแจงความถี่จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้
2. สร้างตารางแจกแจงความถี่สะสม ความถี่สัมพัทธ์ และความถี่สะสมสัมพัทธ์ได้

3. แจกแจงความถี่ของข้อมูลโดยใช้ฮิสโทแกรมได้
4. แจกแจงความถี่ของข้อมูลโดยใช้แผนภาพต้น – ใบได้

## 6.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. การเชื่อมโยง
2. การให้เหตุผล
3. การแก้ปัญหา
4. การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

## 6.3 ด้านคุณลักษณะ

1. มีความรับผิดชอบ
2. มีระเบียบวินัย
3. ทำงานอย่างเป็นระบบรอบคอบ

## 7. สารการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูลถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญทางสถิติเพื่อหาค่าสถิติที่ต้องการ เช่น หาค่าเฉลี่ย หาดำแหน่ง วัดการกระจาย สำหรับข้อมูลที่มีจำนวนค่าจากการสังเกตไม่มากนักอาจทำได้โดยง่าย แต่ถ้าข้อมูลนั้นมีจำนวนค่าจากการสังเกตมากหรือมีค่าจากการสังเกตซ้ำกันมาก วิธีการทางสถิติที่ช่วยในการคำนวณให้ง่ายขึ้น คือ การจัดข้อมูลนั้นให้เป็นพวกหรือเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ เราเรียกวิธีการทางสถิติเช่นนี้ว่า การแจกแจงความถี่

วิธีการแจกแจงความถี่ ได้แก่

### 1. การแจกแจงความถี่โดยใช้ตาราง

1.1 การแจกแจงความถี่ของข้อมูลที่ไม่ได้จัดเป็นหมวดหมู่ เป็นการแสดงความถี่ของค่าที่เป็นไปได้แต่ละค่า โดยการเรียงลำดับค่าของข้อมูลแต่ละตัว อาจเรียงจากน้อยไปหามากหรือจากมากไปหาน้อยก็ได้

**ตัวอย่างที่ 1** ในแต่ละวันของเดือนเมษายนมีอุณหภูมิสูงสุด ( $^{\circ}\text{C}$ ) เป็น 35, 36, 38, 38, 39, 37, 36, 40, 39, 40, 39, 39, 40, 40, 39, 35, 37, 37, 40, 37, 37, 40, 36, 40, 38, 36, 38, 39, 40, 36 สามารถเขียนในรูปตารางแจกแจงความถี่สำหรับทุกค่าของอุณหภูมิ ดังนี้

อุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ )	35	36	37	38	39	40
จำนวนวัน	2	5	5	4	6	8



1.2 การแจกแจงความถี่ของข้อมูลที่จัดเป็นหมวดหมู่ ในกรณีที่มีข้อมูลมีค่าที่เป็นไปได้จำนวนมาก และมีจำนวนข้อมูลมาก การแจกแจงความถี่ที่ไม่ได้จัดเป็นหมวดหมู่จะไม่สะดวกและไม่มีประโยชน์มากนัก ดังนั้นแทนที่จะแจกแจงความถี่ของค่าที่เป็นไปได้แต่ละค่า นักสถิติแบ่งค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดออกเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงจะประกอบด้วยค่าที่เป็นไปได้หลาย ๆ ค่า ซึ่งจะเรียกว่า **อันตรภาคชั้น** (class interval)

### คำศัพท์ในการสร้างตารางแจกแจงความถี่

- **ขีดจำกัดล่าง** (lower limit) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง ค่าที่เป็นไปได้ที่มีค่าน้อยที่สุดในอันตรภาคชั้นนั้น เช่น 160 เป็นขีดจำกัดล่างของอันตรภาคชั้น 160 – 169
- **ขีดจำกัดบน** (upper limit) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง ค่าที่เป็นไปได้ที่มีค่ามากที่สุดที่สุดในอันตรภาคชั้นนั้น เช่น 169 เป็นขีดจำกัดบนของอันตรภาคชั้น 160 – 169
- **ขอบล่าง** (lower boundary) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง ค่ากึ่งกลางระหว่างขีดจำกัดล่างของอันตรภาคชั้นนั้นกับขีดจำกัดบนของอันตรภาคชั้นต่ำกว่าที่อยู่ติดกัน
- **ขอบบน** (upper boundary) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง ค่ากึ่งกลางระหว่างขีดจำกัดบนของอันตรภาคชั้นนั้นกับขีดจำกัดล่างของอันตรภาคชั้นสูงกว่าที่อยู่ติดกัน
- **ความกว้าง** (width) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง ผลต่างระหว่างขอบบนและขอบล่างของอันตรภาคชั้น
- **ความถี่สะสม** (cumulative frequency) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง ผลรวมของความถี่ของอันตรภาคชั้นนั้นกับความถี่ของอันตรภาคชั้นที่มีช่วงคะแนนต่ำกว่าทั้งหมดหรือสูงกว่าทั้งหมด
- **ความถี่สัมพัทธ์** (relative frequency) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความถี่ของอันตรภาคชั้นนั้นกับผลรวมของความถี่ทั้งหมด
- **ความถี่สะสมสัมพัทธ์** (relative cumulative frequency) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความถี่สะสมของอันตรภาคชั้นนั้นกับผลรวมของความถี่ทั้งหมด

**ตัวอย่างที่ 2** จากการสำรวจข้อมูลระดับโคเลสเตอรอลจากผู้รับประทานอาหารประเภทฟาสต์ฟู้ดจำนวน 60 คน ดังนี้

172	212	227	230	220	222	223	224	229	181	185	228	227	227	201
230	255	255	170	235	235	232	239	236	236	236	245	245	205	247
238	265	231	265	197	255	256	267	208	214	215	215	219	223	223
195	278	225	225	259	197	249	249	249	209	219	235	235	237	242

สามารถสร้างตารางแจกแจงความถี่ระดับโคเลสเตอรอลได้ดังนี้

ระดับ โคเลสเตอรอล (X)	ความถี่ (f)	ความถี่สะสม (F)	ความถี่สัมพัทธ์	ความถี่สะสมสัมพัทธ์
170 – 179	2	2	$2 \div 60 = 0.03$	$2 \div 60 = 0.03$
180 – 189	2	4	$2 \div 60 = 0.03$	$4 \div 60 = 0.06$
190 – 199	3	7	$3 \div 60 = 0.05$	$7 \div 60 = 0.12$
200 – 209	4	11	$4 \div 60 = 0.07$	$11 \div 60 = 0.18$
210 – 219	6	17	$6 \div 60 = 0.1$	$17 \div 60 = 0.28$
220 – 229	13	30	$13 \div 60 = 0.22$	$30 \div 60 = 0.50$
230 – 239	14	44	$14 \div 60 = 0.23$	$44 \div 60 = 0.73$
240 – 249	7	51	$7 \div 60 = 0.12$	$51 \div 60 = 0.85$
250 – 259	5	56	$5 \div 60 = 0.08$	$56 \div 60 = 0.93$
260 – 269	3	59	$3 \div 60 = 0.05$	$59 \div 60 = 0.98$
270 – 279	1	60	$1 \div 60 = 0.02$	$60 \div 60 = 1.00$
<b>รวม</b>	<b>60</b>		<b>1.00</b>	

กรณีที่มีข้อมูลค่าใดค่าหนึ่งมีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าอื่น ๆ มากหรือน้อยกว่าปกติ การกำหนดให้ความกว้างของแต่ละอันตรภาคชั้นเท่ากันอาจทำได้ยาก หรือทำให้จำนวนอันตรภาคชั้นมากเกินไป ต้องเสียเวลาในการคำนวณมาก กรณีเช่นนี้อันตรภาคชั้นแรกหรือสุดท้ายอาจเป็นอันตรภาคชั้นเปิด

**ตัวอย่างที่ 3** ตารางแสดงจำนวนผู้ป่วยในเขตเทศบาลแห่งหนึ่งในปี จำแนกตามระยะเวลาการป่วย ดังนี้

ระยะเวลาการป่วย (วัน)	จำนวนผู้ป่วย
น้อยกว่า 8	441,250
8 – 14	50,650
15 – 28	12,560
29 – 42	8,720
มากกว่า 42	22,110
ไม่ทราบข้อมูล	7,850
<b>รวม</b>	<b>543,140</b>

กรณีที่ได้ค่าจากการสังเกตบางค่าเป็นจำนวนที่มีทศนิยม การกำหนดอันตรภาคชั้นควรจะกำหนดโดยให้ขีดจำกัดบนและขีดจำกัดล่างเป็นทศนิยมด้วย ควรจะมีจำนวนตำแหน่งทศนิยมเท่ากับจำนวนตำแหน่งทศนิยมที่มากที่สุดที่ปรากฏในข้อมูล

**ตัวอย่างที่ 4** จากการสำรวจชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยต่อคนต่อสัปดาห์ของแต่ละโรงงานในเขตอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง ดังนี้

30	40	38.5	37	50.1	40.7	35.5	43.5	39	45	47.6	48.2
40	39	44.5	35	44.5	42.8	52.5	44	52.7	45	45.5	52.8

จำนวนชั่วโมง (x)	ความถี่
30.0 – 34.9	1
35.0 – 39.9	6
40.0 – 44.9	8
45.0 – 49.9	5
50.0 – 54.9	4

หรือกำหนดอันตรภาคชั้นให้อยู่ในรูปช่วง ดังนี้

จำนวนชั่วโมง (x)	ความถี่
$30 \leq x < 35$	1
$35 \leq x < 40$	6
$40 \leq x < 45$	8
$45 \leq x < 50$	5
$50 \leq x < 55$	4

## 2. การแจกแจงความถี่โดยใช้กราฟ

โดยทั่วไปการใช้กราฟแสดงการแจกแจงความถี่ของตัวแปรสามารถทำให้เห็นการกระจายของข้อมูลได้ชัดกว่าการดูจากตารางแจกแจงความถี่ ซึ่งกราฟที่ใช้แสดงการแจกแจงความถี่มี 3 ชนิด ดังนี้

### 2.1 ฮิสโทแกรม (histogram)

ฮิสโทแกรมมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากวางเรียงติดต่อกันบนแกนนอน โดยมีแกนนอนแทนค่าของตัวแปร ความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแทนความกว้างของอันตรภาคชั้น และพื้นที่ของ

รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปแทนความถี่ของแต่ละชั้น ดังนั้น ถ้าความกว้างของแต่ละชั้นเท่ากันตลอด ความสูงของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากจะแสดงความถี่

## 2.2 รูปหลายเหลี่ยมของความถี่ (frequency polygon)

รูปหลายเหลี่ยมของความถี่ คือ รูปหลายเหลี่ยมที่เกิดจากการต่อจุดกึ่งกลางของยอดแห่งสี่เหลี่ยมมุมฉากของฮิสโทแกรมและจุดกึ่งกลางชั้นที่ต่ำกว่าและสูงกว่าบนแกนนอน

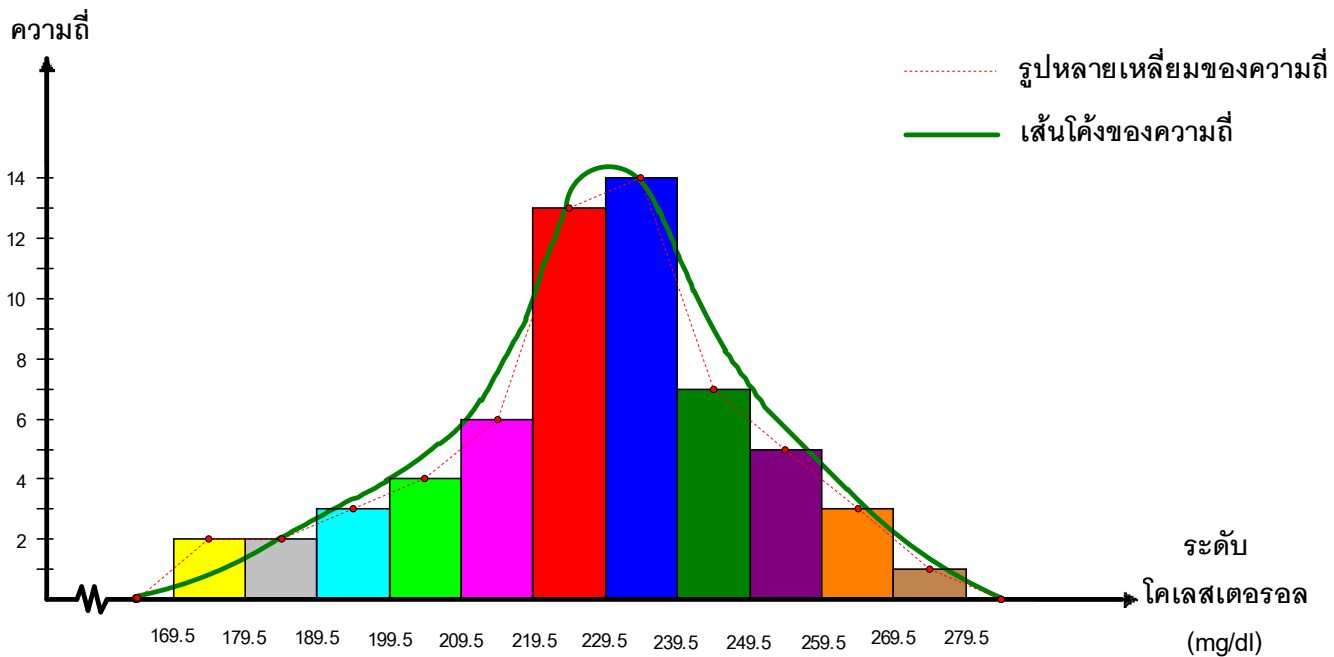
## 2.3 เส้นโค้งของความถี่ (frequency curve)

เส้นโค้งของความถี่ คือ เส้นโค้งที่ได้จากการปรับด้านของรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ให้เรียบขึ้น โดยให้พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งมีขนาดใกล้เคียงกับรูปหลายเหลี่ยมของความถี่

**ตัวอย่างที่ 5** จากตารางแจกแจงความถี่ระดับโคเลสเตอรอล

ระดับ โคเลสเตอรอล (X)	ความถี่ (f)	ขอบล่าง – ขอบบน
170 – 179	2	169.5 – 179.5
180 – 189	2	179.5 – 189.5
190 – 199	3	189.5 – 199.5
200 – 209	4	199.5 – 209.5
210 – 219	6	209.5 – 219.5
220 – 229	13	219.5 – 229.5
230 – 239	14	229.5 – 239.5
240 – 249	7	239.5 – 249.5
250 – 259	5	249.5 – 259.5
260 – 269	3	259.5 – 269.5
270 – 279	1	269.5 – 279.5

เขียนฮิสโทแกรม รูปหลายเหลี่ยมของความถี่ และเส้นโค้งของความถี่ได้ดังนี้



3. การแจกแจงความถี่โดยใช้แผนภาพต้น – ใบ (stem – and – leaf plot หรือ stem plot)

ในตารางแจกแจงความถี่และฮิสโทแกรมไม่สามารถทราบได้ว่ามีข้อมูลค่าใดอยู่บ้าง เพราะจัดแบ่งข้อมูลเป็นช่วง ๆ การจัดข้อมูลเป็นกลุ่ม อาจใช้วิธีสร้างแผนภาพเพื่อแจกแจงความถี่และวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นไปพร้อมกัน เรียกว่า แผนภาพต้น – ใบ

ตัวอย่างที่ 6 จากการสำรวจราคาสินค้าอุปโภค – บริโภค จำนวน 20 รายการ เป็นดังนี้

20	42	58	39	49	88	23	35	109	45
69	42	43	38	43	75	99	112	82	29

เขียนแผนภาพต้น – ใบได้ดังนี้

ต้น	ใบ
2	0 3 9
3	5 8 9
4	2 2 3 3 5 9
5	8
6	9
7	5
8	2 8
9	9
10	9
11	2

## 8. กิจกรรมการเรียนรู้

### ชั่วโมงที่ 1

#### ขั้นสัมพันธ

1. ครูผู้สอนยกตัวอย่างสถานการณ์งานกีฬาของโรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ ซึ่งนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต้องมีหน้าที่รับผิดชอบเป็นประธานคณะสี แล้วตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นดังนี้

- นักเรียนต้องรู้ข้อมูลอะไรบ้าง
- นักเรียนจะทำอะไรเพื่อให้รู้ข้อมูลเหล่านั้นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (จัดข้อมูลให้อยู่เป็นพวก ๆ)
- นักเรียนต้องการสั่งซื้อเสื้อกีฬาสีให้แก่ นักเรียนทุกคนในคณะสี เมื่อนักเรียนสำรวจขนาด

เสื้อของนักเรียนแต่ละคนแล้ว นักเรียนจะทำอะไรเพื่อให้รู้ข้อมูลที่ชัดเจนเพื่อความสะดวกในการสั่งซื้อ (นับจำนวนนักเรียนที่สั่งซื้อแต่ละขนาด)

2. ครูผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมจากคำตอบของนักเรียนดังนี้ “การจัดข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ให้อยู่เป็นพวก ๆ นั้น เรียกว่า การแจกแจงความถี่ ดังเช่นการแจกแจงความถี่ขนาดเสื้อ ขนาดเสื้อแต่ละขนาดเรียกว่าค่าที่ได้จากการสังเกต จำนวนนักเรียนที่สั่งซื้อแต่ละขนาดเรียกว่าความถี่ของค่าจากการสังเกต

3. นักเรียนทำแบบทดสอบจิตวิทยาจาก <http://blog.eduzones.com/snowytest/8689> และตรวจให้คะแนนด้วยตนเอง เสร็จแล้วครูและนักเรียนร่วมสนทนาเกี่ยวกับแบบทดสอบลักษณะนี้ว่าสามารถพบเห็นบ่อยในนิตยสาร อินเทอร์เน็ต และซักถามนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะของการแปลผล

4. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมสนทนาเกี่ยวกับค่าที่เป็นไปได้ของคะแนน และชี้ให้เห็นว่าคะแนนที่เกิดขึ้นมีเป็นจำนวนมาก การนับจำนวนคนที่ตอบแบบทดสอบในทุกค่าที่เป็นไปได้ของคะแนนไม่สามารถทำได้สะดวกนัก

5. ครูผู้สอนบอกนิสัยจากช่วงคะแนน ดังนี้

- มากกว่า 60 คะแนน คนโดดเด่น เชื้อมั่นในตนเองสูง
- 51 – 60 คะแนน คนกล้าหาญและทำทนาย
- 41 – 50 คะแนน คนใจดี นึกถึงจิตใจและเข้าใจคนอื่น
- 31 – 40 คะแนน คนอ่อนไหว นอบน้อม ซื่อสัตย์ จริงใจ
- 21 – 30 คะแนน คนมานะบากบั่น รอบคอบ ระวังระวังเป็นอย่างมาก
- น้อยกว่า 21 คะแนน คนขี้อาย ต้องการการดูแลปกป้อง

6. ครูผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมดังนี้ “ช่วงคะแนนแต่ละช่วง เรียกว่า อันตรภาคชั้น ในกรณีที่ค่าจากการสังเกตมีเป็นจำนวนมาก การแจกแจงความถี่ของแต่ละค่าอาจไม่สะดวกนัก ดังนั้นจึงแจกแจงความถี่เป็นช่วงคะแนน”

### ขั้นประสบการณ์

7. ครูและนักเรียนช่วยกันสำรวจจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบจิตวิทยาในช่วงต่าง ๆ เพื่อสร้างตารางแจกแจงความถี่ในเอกสารแนบแนวทางที่ 1.1 เสร็จร่วมกันสรุปความหมายของคำศัพท์ที่พบในตารางแจกแจงความถี่

8. ครูและนักเรียนช่วยกันอ่านและตีความหมายข้อมูลจากตารางแจกแจงความถี่ โดยครูผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน ดังนี้

- ความถี่ในแต่ละอันตรภาคชั้น บอกให้นักเรียนทราบอะไร (จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนในช่วงต่าง ๆ)
- ความถี่สะสมในแต่ละอันตรภาคชั้น บอกให้นักเรียนทราบอะไร (จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนในช่วงนั้นกับช่วงที่ต่ำกว่าทั้งหมด)
- ค่าของความถี่สะสมมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใด (มีค่าเพิ่มขึ้นและความถี่สะสมของอันตรภาคชั้นสุดท้ายต้องเท่ากับผลรวมของความถี่ทั้งหมด เพราะความถี่สะสมเกิดจากการบวกความถี่จากอันตรภาคชั้นที่มีค่าน้อยไปสู่ชั้นที่มีค่ามากจนถึงชั้นสุดท้าย)
- ถ้าต้องการทราบร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนน 21 – 30 คะแนน ควรดูคำตอบในช่องใดของตาราง เพราะเหตุใด (ช่องความถี่สัมพัทธ์แล้วคูณด้วย 100 เพราะแสดงจำนวนข้อมูลในอันตรภาคชั้นนั้นเทียบกับจำนวนข้อมูลทั้งหมด)

- ถ้าต้องการทราบว่ามือนักเรียนที่ได้คะแนนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 60 คะแนน ก็เปอร์เซ็นต์ ควรดูคำตอบในช่องใดของตาราง เพราะเหตุใด (ช่องความถี่สะสมสัมพัทธ์แล้วคูณด้วย 100 เพราะ แสดงจำนวนข้อมูลในอันตรภาคชั้นนั้นและชั้นที่ต่ำกว่าเทียบกับจำนวนข้อมูลทั้งหมด)

### **ชั้นประยุกต์/ชั้นร่วมมือ**

9. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 1.1 การแจกแจงความถี่โดยใช้ตาราง เพื่อตรวจสอบความ เข้าใจ เสร็จแล้วครูและนักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง และร่วมอภิปรายเกี่ยวกับข้อดีของการ จัดระบบข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้ตารางแจกแจงความถี่ว่าทำให้วิเคราะห์และสรุปผลข้อมูลเบื้องต้นได้ สะดวกและรวดเร็ว

10. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 – 5 คน แบบคละความสามารถ ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา ที่สนใจ แล้วร่วมกันพิจารณาว่าในการวิเคราะห์ปัญหานี้ต้องทราบข้อมูลใดบ้าง แจ้งให้ครูผู้สอนทราบ เสร็จแล้วกำหนดหัวข้อและจุดมุ่งหมายที่ต้องการศึกษาหรือวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 และร่วมอภิปรายวางแผนการดำเนินการเพื่อที่จะวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูลได้สะดวก รวดเร็ว และชัดเจน

11. ครูผู้สอนแจกบทความ เรื่อง “คนไทยบริโภคอาหารขยะ เสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือด” ให้ นักเรียนทุกคนและมอบหมายให้อ่านเป็นการบ้าน

### **ชั้นถ่ายโอน/ชั้นร่วมมือ**

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่ได้นำเสนอ แล้วนำ ความรู้เรื่องการสร้างตารางแจกแจงความถี่มาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหา โดยผู้เรียนกำหนดตาราง แจกแจงความถี่ขึ้นเองตามความเหมาะสมของข้อมูล แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 และส่ง ครูผู้สอนนอกเวลาเรียน

## **ชั่วโมงที่ 2**

### **ชั้นสัมพันธ**

1. ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับประสบการณ์ของนักเรียนว่าเคยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใดมา บ้าง (ตาราง กราฟ แผนภูมิ)

2. ครูผู้สอนนำเสนอแผนภูมิแท่งและกราฟเส้นที่รวบรวมได้จากสื่อต่าง ๆ ให้นักเรียนพิจารณา แกนของแผนภูมิแท่งและกราฟเส้นว่าใช้แทนอะไรบ้าง

3. ครูผู้สอนให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่งและ กราฟเส้นมีข้อดีอย่างไรบ้าง



### ขั้นประสบการณ์/ขั้นร่วมมือ

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างฮิสโทแกรมในเอกสารแนะแนวทางที่ 1.2 ด้วยการช่วยเหลือซึ่งกันและและอธิบายกันในกลุ่มว่าต้องใช้ค่าใดบ้าง และมีวิธีการหาอย่างไร โดยอาศัยครูช่วยแนะแนวทางจนเข้าใจ

5. ครูผู้สอนให้นักเรียนลากเส้นตรงเชื่อมต่อจุดกึ่งกลางของยอดแท่งสี่เหลี่ยมตามลำดับ แล้วลากเส้นโค้งปรับด้านของรูปหลายเหลี่ยมให้เรียบขึ้น

6. ครูผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติในเอกสารแนะแนวทางที่ 1.2 ว่าเป็นการแจกแจงความถี่โดยใช้กราฟ ประกอบด้วยฮิสโทแกรม รูปหลายเหลี่ยมของความถี่ และเส้นโค้งของความถี่ ตามลำดับ

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมอภิปรายและช่วยกันสรุปความหมายของฮิสโทแกรม รูปหลายเหลี่ยมของความถี่ และเส้นโค้งของความถี่ลงในเอกสารแนะแนวทางที่ 1.2

8. ครูผู้สอนตั้งคำถามจากการแจกแจงความถี่ด้วยกราฟ ดังนี้

- คนส่วนใหญ่มีระดับโคเลสเตอรอลอยู่ในช่วงใด (220 – 239 mg/dl) ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมอภิปรายเกี่ยวกับโทษของการรับประทานอาหารประเภทฟาสต์ฟู้ดเป็นประจำที่ได้จากการอ่านบทความ

- จำนวนคนที่มีระดับโคเลสเตอรอลต่ำกว่าหรือสูงกว่าระดับโคเลสเตอรอลของคนส่วนใหญ่เป็นอย่างไร (มีจำนวนน้อยและมีจำนวนใกล้เคียงกัน)

- เส้นโค้งความถี่มีลักษณะอย่างไร (โค้งสมมาตร)

แล้วร่วมอภิปรายเกี่ยวกับข้อดีของการแจกแจงความถี่ด้วยกราฟว่าทำให้เห็นลักษณะของข้อมูลได้ชัดเจน

### ขั้นประยุกต์/ขั้นร่วมมือ

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำตารางแจกแจงความถี่ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลปัญหาที่กลุ่มสนใจในใบกิจกรรมที่ 1.1 มาสร้างฮิสโทแกรม รูปหลายเหลี่ยมของความถี่ และเส้นโค้งความถี่ และร่วมอภิปรายลักษณะของข้อมูลจากการแจกแจงความถี่ด้วยกราฟ แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 และส่งครูผู้สอน

10. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 1.2 การแจกแจงความถี่โดยใช้กราฟ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเสร็จแล้วครูและนักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง

11. ครูมอบหมายให้นักเรียนสืบค้นราคาสินค้าอุปโภค – บริโภคชนิดเดียวกันของห้างบิ๊กซีและโลตัส จำนวน 30 บาท เป็นการทำบ้าน

### ชั้นถ่ายโอน

12. ครูผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมว่าเส้นโค้งความถี่ที่มีความสัมพันธ์กับค่ากลางที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในระดับชั้น ม. 3 (ค่าเฉลี่ย, มัธยฐาน, ฐานนิยม) และการกระจายของข้อมูล โดยตั้งคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน ดังนี้

- จากรูปเส้นโค้งความถี่ปกติ (โค้งสมมาตร) ค่ากลางทั้ง 3 ประเภท น่าจะมีค่าเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด
- เส้นโค้งความถี่ที่มีความโด่งมากและน้อย จะมีลักษณะการกระจายของข้อมูลแตกต่างกันอย่างไร

โดยครูผู้สอนฝากให้นักเรียนคิดเป็นการบ้าน และจะเฉลยเมื่อจบเนื้อหาเรื่องค่ากลางและการกระจายของข้อมูล

### ชั่วโมงที่ 3

#### ชั้นสัมพันธ์

1. ครูและนักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแจกแจงความถี่โดยใช้ตารางและกราฟ ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าการแจกแจงความถี่แบบจัดข้อมูลเป็นกลุ่ม (อันตรภาคชั้น) และการแจกแจงความถี่ด้วยกราฟมีข้อเสียอย่างไร (ไม่สามารถบอกได้ว่าข้อมูลมีค่าโดยอยู่บ้าง เนื่องจากได้จัดแบ่งข้อมูลที่มีอยู่เป็นช่วง ๆ ซึ่งแต่ละช่วงแทนค่าที่เป็นไปได้ชุดใหม่ที่ให้ภาพคร่าว ๆ ว่าข้อมูลในแต่ละช่วงมีมากน้อยเพียงใด)

#### ชั้นประสบการณ์/ชั้นร่วมมือ

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาโบรชัวร์สินค้าอุปโภค – บริโภค และแผนภาพต้น – ใบแสดงราคาสินค้า แล้วร่วมกันอภิปรายหาวิธีการสร้างแผนภาพต้น – ใบ โดยอาศัยครูใช้คำถามแนะแนวทาง ดังนี้

- ในโบรชัวร์มีสินค้าที่รายการ แล้วให้นักเรียนนับจำนวนตัวเลขที่ปรากฏในแผนภาพในส่วนของใบ
- ราคาสินค้าที่ถูกที่สุดและแพงที่สุดในโบรชัวร์เป็นเท่าใด แล้วให้นักเรียนพิจารณาแผนภาพต้น – ใบในบรรทัดแรกและบรรทัดสุดท้าย
- ในโบรชัวร์มีสินค้าที่ราคาเท่ากันหรือไม่ แล้วให้นักเรียนพิจารณาแผนภาพต้น – ใบในบรรทัดที่ 3 (เนื่องจากบรรทัดที่ 3 มีราคาสินค้าที่เท่ากัน)

3. ครูสุ่มนักเรียนตอบคำถาม 4-5 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เช่น 2|0, 9|9, 10|9, 11|2 หมายความว่าอย่างไร (สินค้าราคา 20, 99, 109 และ 112 บาท)

4. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความหมายและวิธีการสร้างแผนภาพต้น – ใบ

5. ครูผู้สอนตั้งคำถามจากการแจกแจงความถี่ด้วยแผนภาพต้น – ใบ ดังนี้

- จากแผนภาพต้น – ใบมีจำนวนสินค้าที่รายการ (20 รายการ)
- จากแผนภาพต้น – ใบข้อมูลต่ำสุดและสูงสุดเป็นเท่าใด (20 และ 112 ตามลำดับ)
- จากแผนภาพต้น – ใบสามารถบอกค่าที่แท้จริงของข้อมูลได้หรือไม่ (ได้)
- จากแผนภาพต้น – ใบราคาสินค้าส่วนใหญ่อยู่ในช่วงใด เพราะเหตุใด (40 – 49 เพราะ

เป็นช่วงที่มีจำนวนข้อมูลมากที่สุด)

แล้วร่วมอภิปรายข้อดีของการแจกแจงความถี่โดยใช้แผนภาพต้น – ใบ ว่าเป็นการแจกแจงข้อมูลเป็นช่วงที่สามารถรู้ค่าของข้อมูลแต่ละค่าได้ ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นไปพร้อมกันได้

### ขั้นประยุกต์/ขั้นร่วมมือ

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลราคาสินค้าอุปโภค – บริโภคของห้างบิ๊กซีและโลตัสที่ได้รับมอบหมายให้สืบค้นเป็นการบ้านมาแจกแจงความถี่ด้วยแผนภาพต้น – ใบ โดยใช้ส่วนต้นร่วมกัน เพื่อเปรียบเทียบราคาสินค้าและตัดสินใจว่าควรเลือกซื้อสินค้าจากห้างใด แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1.2

7. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 1.3 การแจกแจงความถี่โดยใช้แผนภาพต้น – ใบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เสร็จแล้วครูและนักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง

8. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยที่ 1 เรื่อง การแจกแจงความถี่ของข้อมูล

### ขั้นถ่ายโอน

9. นักเรียนช่วยร่วมกันสรุปความรู้เรื่องการแจกแจงความถี่ ดังนี้

- มีการแจกแจงความถี่ในลักษณะใดบ้าง
- ข้อดี/ประโยชน์ของการแจกแจงความถี่ของข้อมูล พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่พบในชีวิตประจำวันประกอบ

ชีวิตประจำวันประกอบ

### 9. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1.1 – 1.2
2. เอกสารแนะแนวทางที่ 1.1 – 1.2
3. แบบฝึกทักษะที่ 1.1 – 1.3
4. แบบทดสอบย่อยที่ 1 เรื่อง การแจกแจงความถี่
5. แบบทดสอบจิตวิทยาและบัตรคะแนน
6. บทความ เรื่อง “คนไทยบริโภคอาหารขยะ เสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือด”
7. โบรชัวร์และแผนภาพต้น - ใบแสดงราคาสินค้าอุปโภค – บริโภค

8. แผ่นชาร์จแสดงแผนภูมิแท่งและกราฟเส้น
9. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ม. 5 เล่ม 2
10. Internet
11. ห้องสมุดโรงเรียน/ห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

#### 10. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
<b>ด้านความรู้</b> 1. สร้างตารางแจกแจงความถี่จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ 2. สร้างตารางแจกแจงความถี่สะสม ความถี่สัมพัทธ์ และความถี่สะสมสัมพัทธ์ได้ 3. แจกแจงความถี่ของข้อมูลโดยใช้ฮิสโทแกรมได้ 4. แจกแจงความถี่ของข้อมูลโดยใช้แผนภาพต้น – ใบได้	- ตรวจใบงาน - ทดสอบความรู้ความเข้าใจ	- ใบกิจกรรมที่ 1.1 – 1.2 - เอกสารแนวทางการที่ 1.1 – 1.2 - แบบฝึกทักษะที่ 1.1 – 1.3 - แบบทดสอบย่อยที่ 1	นักเรียนทำได้ ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
<b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b> 1. การเชื่อมโยง 2. การให้เหตุผล 3. การแก้ปัญหา 4. การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	- ตรวจใบงาน - การถาม – ตอบ - การสังเกต - ทดสอบความรู้ความเข้าใจ	- แบบประเมินทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ - แบบสังเกตการสื่อสารด้านการพูดและการเขียน	นักเรียนได้ คะแนนรวม ร้อยละ 70 ขึ้นไป
<b>ด้านคุณลักษณะ</b> 1. มีความรับผิดชอบ 2. มีระเบียบวินัย 3. ทำงานอย่างเป็นระบบรอบคอบ	- การสังเกต	- แบบประเมินคุณลักษณะ	นักเรียนได้ คะแนนรวม ร้อยละ 70 ขึ้นไป

11. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้  
บันทึกผลหลังสอน

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

ปัญหา/อุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน  
(นางสาววรรณศิริ หลงรัก)

### ตัวอย่างแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

พฤติกรรมที่สังเกต	เกณฑ์คะแนน				
	4	3	2	1	0
พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง					
พูดอธิบายโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง					
พูดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้					
พูดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน					

### เกณฑ์การวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

#### 1. พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบ

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด
3 / ดี	พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบ แต่มีความพยายามในการพูดอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดหรือแสดงความพยายามในการสื่อสารเลย

## 2. พุดอธิบายโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	พุดอธิบายโดยใช้ภาษาถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
3 / ดี	พุดอธิบายโดยใช้ภาษาถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	พุดอธิบายโดยใช้ภาษาถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์บางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	พุดอธิบายโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการพุดอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่พุดอธิบายหรือแสดงความพยายามในการสื่อสารเลย

## 3. พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสมเหตุสมผล
3 / ดี	พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผลบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการพุด
0 / ไม่พยายาม	ไม่พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือแสดงความพยายามในการสื่อสารเลย

## 4. ความชัดเจนในการพุดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	พุดสรุปได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ครบถ้วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
3 / ดี	พุดสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็นตามสถานการณ์ที่กำหนด หรือพุดสรุปได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	พุดสรุปได้ถูกต้องบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	พุดสรุปไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการพุดอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่พุดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนด

### ตัวอย่างแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

พฤติกรรมที่สังเกต	เกณฑ์คะแนน				
	4	3	2	1	0
เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบ					
เขียนอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง					
เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้					
เขียนสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน					

### เกณฑ์การวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

#### 1. เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบ

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน และหาคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด
3 / ดี	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่โจทย์ต้องการทราบ แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบาย



## 2. เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แผนภาพ แผนภูมิ หรือตารางประกอบการนำเสนอที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
3 / ดี	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แผนภาพ แผนภูมิ หรือตารางประกอบการนำเสนอที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แผนภาพ แผนภูมิ หรือตารางประกอบการนำเสนอที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	ไม่มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แผนภาพ แผนภูมิ หรือตารางประกอบการนำเสนอ หรือใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบาย

## 3. เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสมเหตุสมผล
3 / ดี	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผลบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบาย

## 4. ความชัดเจนในการเขียนสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	เขียนสรุปได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ครบถ้วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
3 / ดี	เขียนสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็นตามสถานการณ์ที่กำหนด หรือเขียนสรุปได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
2 / พอใช้	เขียนสรุปได้ถูกต้องบางส่วน
1 / ควรปรับปรุง	เขียนสรุปไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 / ไม่พยายาม	ไม่เขียนสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนด

## แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ชื่อ - นามสกุล	ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์											
	การแก้ปัญหา				การให้เหตุผล				การเชื่อมโยง			
	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
11.												
12.												
13.												
14.												
15.												
16.												
17.												
18.												
19.												
20.												
21.												
22.												
23.												
24.												
รวม												

### เกณฑ์การให้คะแนน

#### ด้านการแก้ปัญหา

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวได้อย่างชัดเจน
2 ดี	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ แต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าว
1 พอใช้	มีหลักฐานหรือร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน แต่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0 ต้องปรับปรุง	ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

#### ด้านการให้เหตุผล

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
2 ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่อาจไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี
1 พอใช้	มีการเสนอแนวคิด แต่ไม่สมเหตุสมผล และไม่ระบุการอ้างอิง
0 ต้องปรับปรุง	ไม่มีการอ้างเหตุผลหรือแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

### ด้านการเชื่อมโยง

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้อย่าง สอดคล้องและเหมาะสม
2 ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
1 พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยง แต่ไม่เหมาะสม
0 ต้องปรับปรุง	ไม่มีการเชื่อมโยงใด ๆ



### เกณฑ์การให้คะแนน

#### คุณลักษณะ มีความรับผิดชอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลาดำเนินการ - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย เป็นระบบแก่ผู้อื่น และแนะนำชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติ
2 ดี	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด - ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ

#### คุณลักษณะ มีระเบียบวินัย

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- สมุดงาน ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	- สมุดงาน ชิ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	- สมุดงาน ชิ้นงาน ไม่ค่อยเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

**คุณลักษณะ**    ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ</li> <li>- การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ตัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก</li> <li>- จัดเรียงลำดับความสำคัญ ก่อน-หลัง ถูกต้อง ครบถ้วน</li> </ul>
2 ดี	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีการวางแผนการดำเนินงาน</li> <li>- การทำงานมีไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง</li> <li>- จัดเรียงลำดับความสำคัญ ก่อน-หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่</li> </ul>
1 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน</li> <li>- การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข</li> <li>- ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ</li> </ul>



## แบบทดสอบจิตวิทยา : 10 ข้อ บอกความเป็นคุณ

1. เวลาช่วงไหนที่คุณจะรู้สึกดี
  - a) ตอนเช้า
  - b) ตอนบ่าย ๆ หรือเย็น ๆ
  - c) ตอนดึก ๆ
2. ปกติคุณจะมีท่าทางการเดินแบบไหน
  - a) เดินเร็ว ก้าวยาว ๆ
  - b) เดินเร็ว แต่ก้าวสั้น ๆ
  - c) เดินไม่ค่อยเร็ว มองตรงไปข้างหน้า
  - d) เดินไม่ค่อยเร็ว ก้มหน้า
  - e) เดินค่อนข้างช้า
3. เวลาคุยกับใคร คุณทำท่า
  - a) ยื่นกอดอก
  - b) ยื่นกุ่มมือ
  - c) ทำสະเວ 1 ข้างหรือทั้ง 2 ข้าง
  - d) แตะหรือผลัดคนที่คุยด้วย
4. ท่านั่งสบาย ๆ ของคุณเป็นยังไง
  - a) เอาขาพับเอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง หรือนั่งพับเพียบ
  - b) นั่งไขว่ห้าง
  - c) ยืดขาตรง
  - d) นั่งทับขาข้างใดข้างหนึ่ง
5. เมื่อมีอะไรที่ทำให้คุณรู้สึกถูกใจหรือขำมาก คุณแสดงออกอย่างไร
  - a) หัวเราะดัง ๆ อย่างพอใจ
  - b) หัวเราะ แต่ไม่ดังมาก
  - c) หัวเราะแบบไม่มีเสียง
  - d) ยิ้มแบบอาย ๆ

6. เมื่อไปงานเลี้ยง
  - a) เข้าไปอย่างเป็นที่สนใจ ทุกคนต้องรู้ว่าคุณมาแล้ว
  - b) เข้าไปเงียบ ๆ มองหาคนที่รู้จัก
  - c) เข้าไปอย่างเงียบที่สุด พยายามไม่เป็นที่สนใจ
7. คุณทำงานอย่างหนัก พุ่มเท่มาก ๆ แต่ถูกขัดจังหวะ คุณจะ...
  - a) หยุดพักเพื่อผ่อนคลาย
  - b) รู้สึกหงุดหงิด ฉุนเฉียว รำคาญ
  - c) รู้สึกก้าวร้าว 2 ข้อข้างบน
8. ชอบสีอะไรมากที่สุดต่อไปนี้
  - a) สีแดง หรือสีส้ม
  - b) สีดำ
  - c) สีเหลือง หรือสีฟ้า
  - d) สีเขียว
  - e) สีน้ำเงิน หรือสีม่วง
  - f) สีขาว
  - g) สีน้ำตาล หรือสีเทา
9. ตอนที่คุณอยู่บนเตียง ช่วงเวลาสุดท้ายก่อนที่คุณจะหลับ คุณนอนในลักษณะไหน
  - a) นอนหงายธรรมดา
  - b) นอนคว่ำ
  - c) เอียงข้าง นอนขด
  - d) นอนเอาหัวทับแขน
  - e) นอนคลุมโปง
10. คุณมักฝันว่า คุณ...
  - a) กำลังหล่นหรือตกลงไปเรื่อย ๆ
  - b) กำลังต่อสู้ หรือดิ้นรน
  - c) กำลังค้นหาอะไรสักอย่าง หรือใครสักคน
  - d) กำลังบิน หรือกำลังลอยอยู่
  - e) คุณไม่ค่อยฝัน
  - f) คุณมักฝันถึงแต่สิ่งที่ดี

... บัตรคะแนน ...

1. (a) 2      (b) 4      (c) 6
2. (a) 6      (b) 4      (c) 7      (d) 2      (e) 1
3. (a) 4      (b) 2      (c) 5      (d) 7
4. (a) 4      (b) 6      (c) 2      (d) 1
5. (a) 6      (b) 4      (c) 3      (d) 5
6. (a) 6      (b) 4      (c) 2
7. (a) 6      (b) 2      (c) 4
8. (a) 6      (b) 7      (c) 5      (d) 4      (e) 3      (f) 2  
(g) 1
9. (a) 7      (b) 6      (c) 4      (d) 2      (e) 1
10. (a) 4      (b) 2      (c) 3      (d) 5      (e) 6      (f) 1

## เอกสารแนะแนวทางที่ 1.1

... การแจกแจงความถี่โดยใช้ตาราง ...

จงสำรวจจำนวนเพื่อนร่วมชั้นที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบจิตวิทยาในช่วงต่าง ๆ และเติมตารางต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

คะแนน	ความถี่	ความถี่สะสม	ขอบล่าง	ขอบบน	ความกว้าง	ความถี่สัมพัทธ์	ความถี่สะสมสัมพัทธ์
น้อยกว่า 21							
21 - 30							
31 - 40							
41 - 50							
51 - 60							
มากกว่า 60							
<b>รวม</b>							



ช่วยกันสรุปหน่อย ... ครับ

ความถี่สะสม (cumulative frequency) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง.....

.....

ขอบล่าง (lower boundary) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง.....

.....

ขอบบน (upper boundary) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง.....

.....

ความกว้าง (width) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง.....

.....

ความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง.....

.....

ความถี่สะสมสัมพัทธ์ (relative cumulative frequency) ของอันตรภาคชั้น หมายถึง.....

.....

## ... แบบฝึกทักษะที่ 1.1 ...

### เรื่อง ... การแจกแจงความถี่โดยใช้ตาราง

1. กลุ่มนักศึกษาแพทย์ 50 คน บันทึกอัตราการเต้นของชีพจรของตนเองในเวลา 30 วินาที แล้วคุณด้วยสอง ปรากฏข้อมูลดังนี้

80	70	88	70	48	66	84	82	66	42
52	72	90	70	96	84	96	92	62	78
60	68	88	54	66	66	80	92	70	104
64	46	70	84	88	58	72	84	68	74
64	72	62	62	72	50	72	110	100	58

(1) จงสร้างตารางแจกแจงความถี่ที่มีความกว้างเท่ากับ 5 โดยอันตรภาคชั้นที่ต่ำสุดมีขีดจำกัดล่างของอันตรภาคชั้นเท่ากับ 41

อัตราการเต้น ของชีพจร (X)	ความถี่ (f)	ความถี่สะสม (F)	ความถี่สัมพัทธ์	ความถี่สะสม สัมพัทธ์
41 –				
<b>รวม</b>				

ระดับ	อัตราการเต้นต่อนาที
ดีเยี่ยม (Excellent)	41 – 60
ดี (Good)	61 – 70
พอใช้ (Satisfactory)	71 – 85
สูงเกินไป (Too High)	86 – 100
ผิดปกติ (Abnormal)	ตั้งแต่ 101 ขึ้นไป

(2) จากข้อมูลแสดงระดับอัตราการเต้นของชีพจร จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ทำไมอัตราการเต้นของชีพจรของนักศึกษาแพทย์ทุกคนเป็นจำนวนคู่

.....  
 .....

2.2 นักศึกษาแพทย์ส่วนใหญ่มีอัตราการเต้นของชีพจรอยู่ในช่วงใด.....คิดเป็นร้อยละ .....ของนักศึกษาแพทย์ทั้งหมด ซึ่งอยู่ในระดับ.....

2.3 นักศึกษาแพทย์กลุ่มนี้มีอัตราการเต้นของชีพจรอยู่ในระดับดีเยี่ยมคิดเป็นร้อยละ .....ของนักศึกษาทั้งหมด

2.4 นักศึกษาแพทย์กลุ่มนี้มีอัตราการเต้นของชีพจรอยู่ในระดับผิดปกติกี่เปอร์เซ็นต์.....

2.5 นักเรียนมีอัตราการเต้นของชีพจรอยู่ในระดับ.....

2. คะแนนสอบคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น ม.5/3 จำนวน 45 คน ซึ่งมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน ดังนี้

94	47	50	54	79	79	97	99	78	76	30	34	48	51	51
51	52	90	91	93	91	94	94	81	89	89	70	75	85	85
86	76	76	79	86	78	89	65	65	65	67	68	69	86	88

(1) จงสร้างตารางแจกแจงความถี่ที่มีความกว้าง 10

คะแนน (X)	ความถี่ (f)
รวม	

(2) ถ้าครูผู้สอนให้ระดับคะแนนแก่นักเรียน ดังนี้

ระดับคะแนน

ช่วงคะแนน

4

90 – 100

3

80 – 89

2

70 – 79

1

50 – 69

0

ต่ำกว่า 50 คะแนน

จงสร้างตารางแจกแจงความถี่ระดับคะแนนข้างต้น

ระดับคะแนน (X)	ความถี่ (f)	ความถี่สะสม (F)	ความถี่สัมพัทธ์	ความถี่สะสม สัมพัทธ์
รวม				



2.1 นักเรียนส่วนใหญ่สอบได้ระดับคะแนน..... คิดเป็นร้อยละ..... ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2 จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านการคิดวิเคราะห์ มีจำนวน..... คน คิดเป็น.....% ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.3 จำนวนนักเรียนที่ได้ระดับคะแนนตั้งแต่ 2 ขึ้นไป มีจำนวน ..... คน คิดเป็น..... % ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

... กิจกรรมที่ 1.1 ...

... นักสำรวจ ...



หัวข้อ .....

วัตถุประสงค์

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

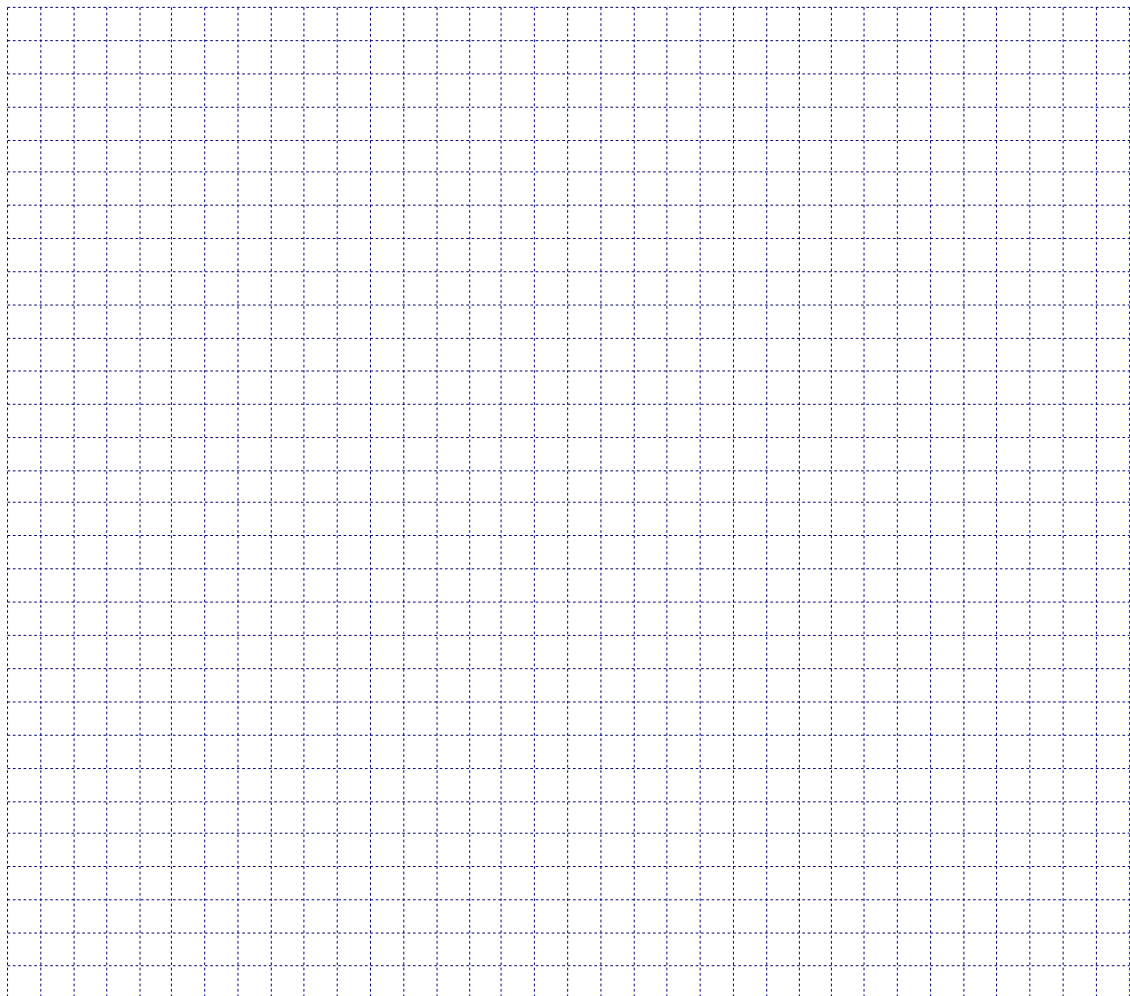
กลุ่ม .....

- สมาชิก 1. ชื่อ..... ชั้น ม.5/..... เลขที่.....
2. ชื่อ..... ชั้น ม.5/..... เลขที่.....
3. ชื่อ..... ชั้น ม.5/..... เลขที่.....
4. ชื่อ..... ชั้น ม.5/..... เลขที่.....
5. ชื่อ..... ชั้น ม.5/..... เลขที่.....



อันตรภาคชั้น (X)	ความถี่ (f)	ขอบล่าง – ขอบบน

เขียนฮิสโทแกรม รูปหลายเหลี่ยมของความถี่ และเส้นโค้งของความถี่ได้ดังนี้





## ... คนไทย "บริโภคอาหารขยะ" เสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือด ...



**ลองคิดดูซิว่า**คุณเป็นหนึ่งในหลายคนที่ชอบไปนั่งรับประทาน

อาหาร นั่งตากแอร์เย็น ๆ รอเพื่อน นั่งเล่น ฆ่าเวลา นั่งดูหนังสือในร้านอาหารต่างชาติหรือซื้อฝรั่งตามศูนย์การค้าต่าง ๆ ที่เป็นแหล่งนัดพบของกลุ่มวัยรุ่นหรือไม่

คุณคงไม่ปฏิเสธที่จะเคยได้ยินหรือได้ชิมอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีชื่อเสียงเรียงนามเหล่านี้ สเลอบีมีล, เฟรนช์ฟราย, นักเก็ต, ฮีตดอก, สปาเก็ตตี้, พิซซ่า, สลัดบาร์, แฮมเบอร์เกอร์, พาย, มักกะโรนี, ลาซานญา, โคล่า, รุทเบียร์ และบานาน่าสปริต เป็นต้น

คุณก็อาจจะเป็นคนหนึ่งที่หลงเสน่ห์ของอาหารตะวันตกที่ได้กล่าวไปแล้วในเบื้องต้นจนแทบจะถอนตัวไม่ขึ้น จึงทำให้ต้องแวะเวียนเข้าไปเยี่ยมเยียนร้านประเภทที่ว่าบ่อย ๆ



บางที...การเข้าไปนั่งเสียเวลาในร้านอาหารประเภทนี้ครั้งละ 2 - 3 ชั่วโมง อาจทำให้คุณรู้สึกตัวเองช่างเป็นคนรุ่นใหม่ที่ทันสมัย โก้เก๋ และมีรสนิยมเสียจริง หรือบางทีคุณอาจจะคิดว่าอาหารและร้านเหล่านี้ทำให้คุณเริ่มจะเหมือนฝรั่ง และคุณอาจเข้าใจว่าตัวเองช่างดูอินเตอร์ซะเหลือเกินที่รับประทานอาหารแบบฝรั่ง ๆ แม้ว่าจะจะเป็นเพียงแค่อาหารไร้สาระที่มีชื่อเรียกเล่น ๆ ว่า "Junk Food" ซึ่งแปลเป็นภาษาไทยได้ว่า "อาหารขยะ" นั่นเอง

คุณคงลืมนึกไปว่า...อาหารขยะมักมีราคาแพงกว่าอาหารธรรมดา ๆ ที่มีคุณค่าอาหารเหลือเฟือ คุณอาจไม่เคยเปรียบเทียบราคาของเฟรนช์ฟรายด์ชุดเล็กกว่าแพงกว่าของว่างแบบไทย ๆ อย่างกล้วยแขก มันทอด หรือถั่วต้ม ทั้ง ๆ ที่คุณค่าของอาหารสามอย่างหลังมีมากกว่าเฟรนช์ฟรายด์จนเทียบกันไม่ได้เลยทีเดียว แต่นั่นคงไม่สำคัญเท่ากับความจริงที่ว่าอาหารขยะมักจะทำให้ร่างกายของคุณเต็มไปด้วยขยะส่วนเกิน ซึ่งไม่ได้มีผลเสียเฉพาะกับรูปลักษณ์ภายนอกของคุณเท่านั้น หากแต่ยังมีส่วนเพิ่มความเสี่ยงในการเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงอย่างโรคหัวใจ มะเร็ง โรกระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น เพราะอาหารเหล่านี้อุดมไปด้วยไขมัน โคเลสเตอรอล แป้งและน้ำตาล ซึ่งพร้อมจะเปลี่ยนรูปไปเป็นไขมันเมื่อร่างกายเผาผลาญไม่หมด

นอกจากนี้คุณอาจยังไม่ทราบว่าถ้าเราหย่อนตะปูลงไปในน้ำอัดลมที่มักจะขายคู่กับอาหารขยะ จะทำให้ตะปูลูกกัดกร่อนอย่างรวดเร็ว เพราะฉะนั้นลองจินตนาการถึงเวลาที่น้ำหวานรสซ่าเหล่านี้ไหลผ่านลำคอไปสู่อวัยวะภายในร่างกายของคุณ

พฤติกรรมการกินอาหารที่ไม่เหมาะสม การบริโภคอาหารบางประเภทมากเกินไป ได้แก่ ไขมันอิ่มตัว เกลีสโคเลียม และคาร์โบไฮเดรต แต่บริโภคผักผลไม้ปริมาณน้อยเกินไป ล้วนมีผลต่อความเสี่ยงต่อโรคทั้งสิ้น สำหรับประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างไขมันจากอาหารกับการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยเฉพาะโรคของหลอดเลือดหัวใจได้รับความสนใจและมีการศึกษาค่อนข้างมาก และพบว่าไขมันจากสารอาหารมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดค่อนข้างสูง ในเบื้องต้นคาดว่าระดับไขมันในเลือด โดยเฉพาะระดับ total cholesterol lipoprotein fractions และ triglycerides เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้น ทั้งสามารถทำนายความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ ทว่าข้อแนะนำในการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพจากหลายหน่วยงานได้มีการกำหนดว่า ในแต่ละวันไม่ควรได้รับโคเลสเตอรอลจากอาหารมากกว่า ๓๐๐ มิลลิกรัม

โครงการ "Seven Countries Study" ซึ่งดำเนินการร่วมกันในหลายประเทศในกลุ่มประชากรต่าง ๆ ได้วิเคราะห์ตัวอย่างอาหารที่ประชากรได้รับ พบว่าระดับไขมันชนิดทรานส์มีความสัมพันธ์กับอัตราการตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือด ไขมันชนิดทรานส์ซึ่งส่วนใหญ่พบได้ในน้ำมันผ่านกระบวนการให้ความแข็งตัวเพิ่มขึ้น เช่น มาร์การีนในนมและผลิตภัณฑ์จากไขมันวัว รวมทั้งอาหารฟาสต์ฟู้ดที่มีการทอดแบบน้ำมันท่วม และผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดต่าง ๆ ดังนั้นผู้บริโภคต้องคำนึงด้วยว่าอาหารที่มีไขมันสูงเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูงอาจนำไปสู่การเกิดปัญหาของน้ำหนักตัวและโรคอ้วนได้ และปัญหาโรคอ้วนในปัจจุบันถือว่าเป็นปัญหาทางโภชนาการที่สำคัญมากของประชากรโลก

ฉะนั้นทุกครั้งที่คุณควักกระเป๋าซื้อของมาทิ้งไว้ในร่างกาย ก็ควรจะเจียดเงินส่วนหนึ่งเก็บออมไว้เพื่อเป็นค่ารักษาพยาบาลตัวเองในอนาคตด้วยเช่นกัน

\*\*\*\*\*

#### ระดับโคเลสเตอรอลโดยรวม

น้อยกว่า 200 mg/dl	เหมาะสม (สุขภาพดี)
200 – 239 mg/dl	ไขมันเริ่มจะสูง (สุขภาพปานกลาง)
ตั้งแต่ 240 mg/dl ขึ้นไป	ไขมันสูง (สุขภาพค่อนข้างแย่)

ที่มา: <http://www.doctor.or.th/node/2092>

<http://www.tonprik.org/paper/882>

## ... เอกสารแนะนำแนวทางที่ 1.2 ...

### ... การแจกแจงความถี่โดยใช้กราฟ ...

จากการสำรวจข้อมูลระดับโคเลสเตอรอลจากผู้รับประทานอาหารประเภทฟาสต์ฟู้ด จำนวน 60 คน แจกแจงความถี่ดังตาราง จงเติมขอบล่าง – ขอบบนของแต่ละอันตรภาคชั้น

ระดับ โคเลสเตอรอล (X)	ความถี่ (f)	ขอบล่าง – ขอบบน
170 – 179	2	169.5 – 179.5
180 – 189	2	179.5 – 189.5
190 – 199	3	
200 – 209	4	
210 – 219	6	
220 – 229	13	
230 – 239	14	
240 – 249	7	
250 – 259	5	
260 – 269	3	
270 – 279	1	

### ... ความรู้เพิ่มเติม ...



#### ระดับโคเลสเตอรอลโดยรวม

น้อยกว่า 200 mg/dl

เหมาะสม (สุขภาพดี)

200 – 239 mg/dl

ไขมันเริ่มจะสูง (สุขภาพปานกลาง)

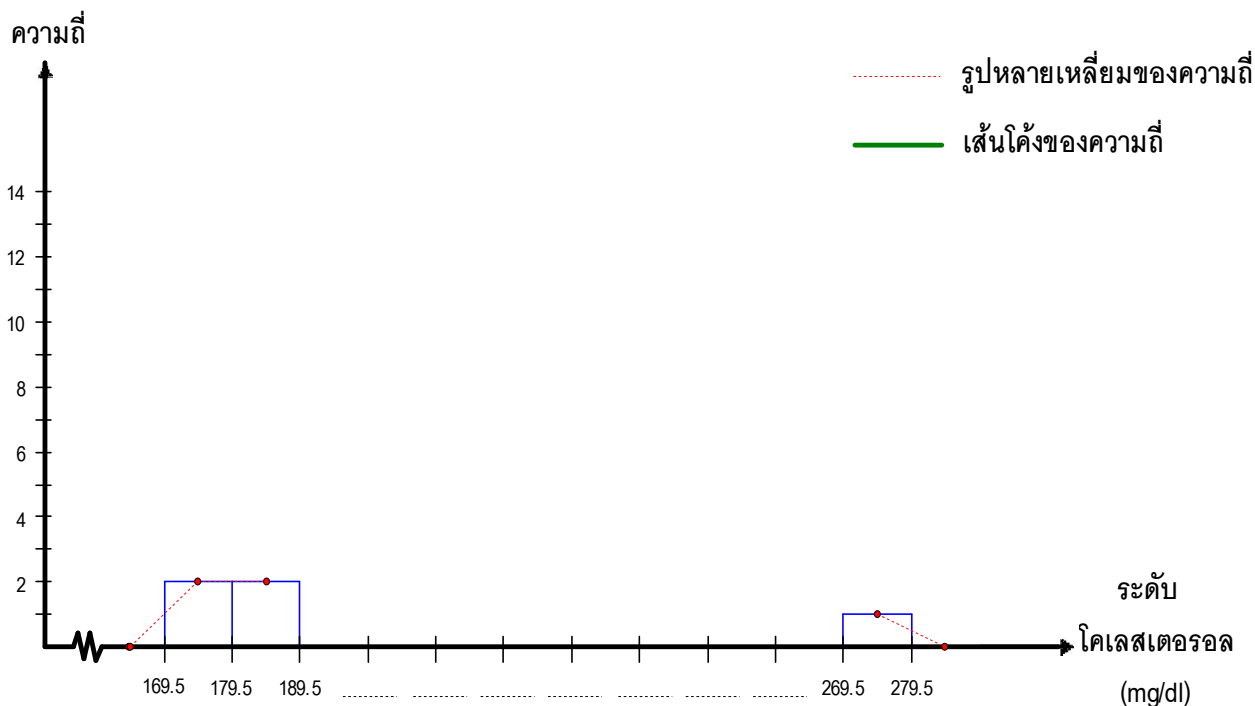
ตั้งแต่ 240 mg/dl ขึ้นไป

ไขมันสูง (สุขภาพค่อนข้างแย่)

ที่มา: <http://www.doctor.or.th/node/2092>



จงเขียนฮิสโทแกรม รูปหลายเหลี่ยมของความถี่ และเส้นโค้งของความถี่



ช่วยกันสรุปหน่อย ... ครับ

ฮิสโทแกรม (histogram) คือ.....

.....

.....

.....

.....

รูปหลายเหลี่ยมของความถี่ (frequency polygon) คือ.....

.....

.....

.....

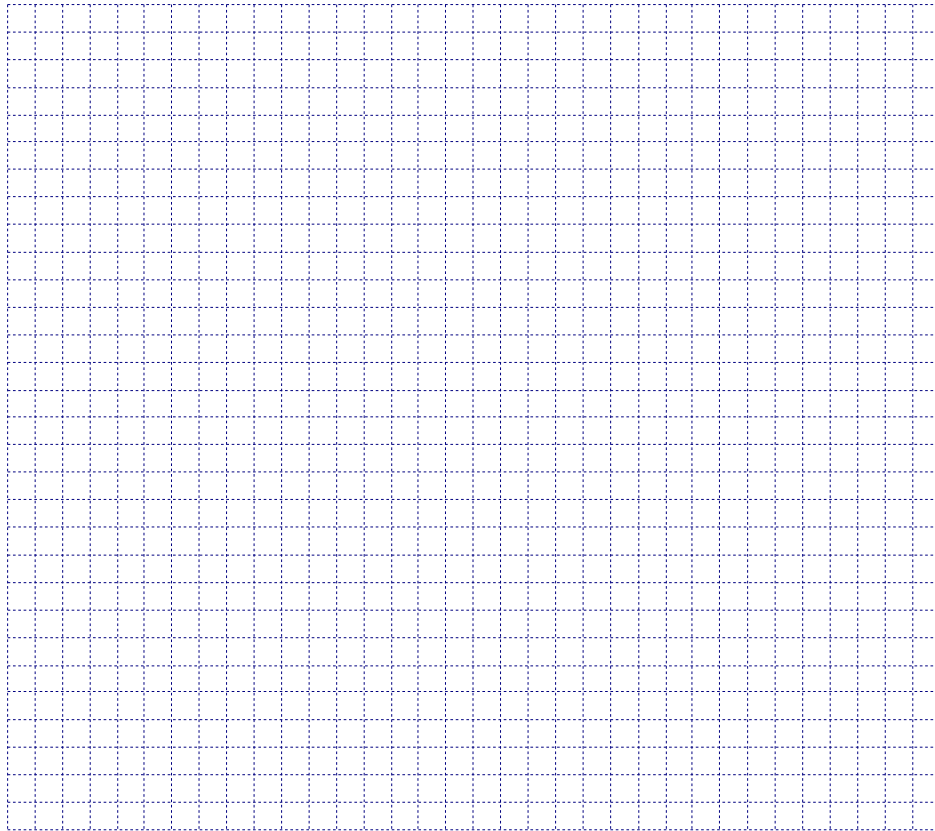
เส้นโค้งของความถี่ (frequency curve) คือ.....

.....

.....

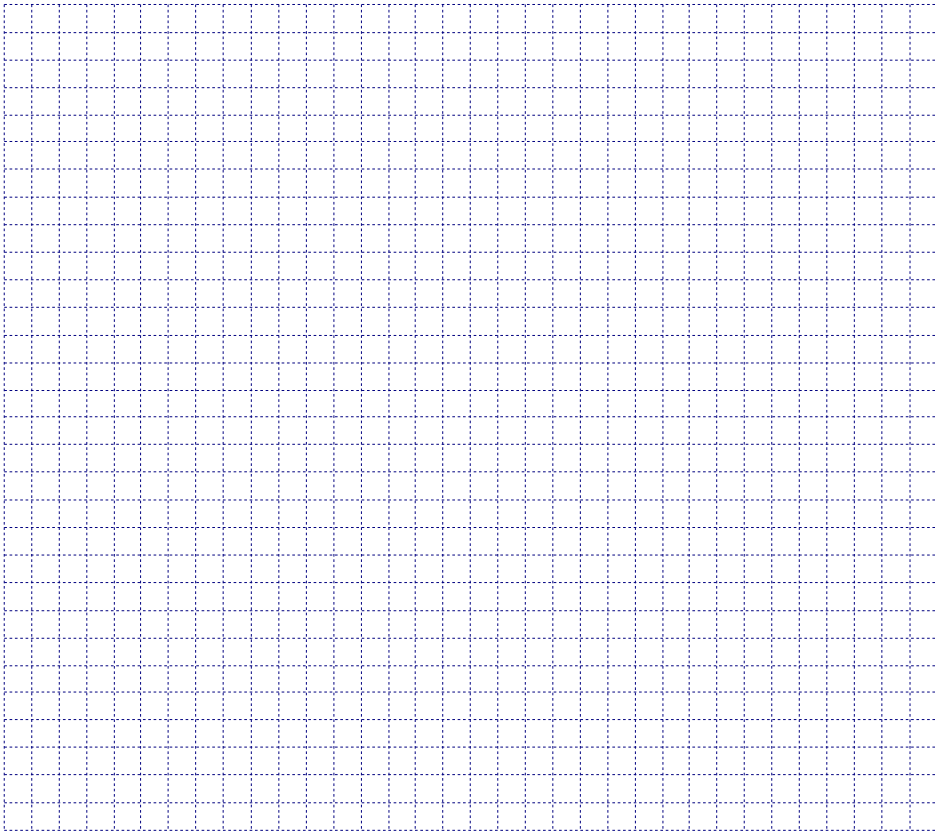
.....





2. จากตารางแจกแจงความถี่ระดับคะแนนการสอบคิดวิเคราะห์ในรูปแบบฝึกทักษะที่ 1.1 จงสร้างฮิสโทแกรม รูปหลายเหลี่ยมของความถี่ และเส้นโค้งของความถี่

ระดับคะแนน (X)	ความถี่ (f)





# ... โบรชัวร์สินค้าอุปโภค – บริโภค ...

Advertisement for various household and grocery items with prices:

- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 42
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 39
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 20
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 21
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 23
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 49
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 88
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 35
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 29
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 109
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 45
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 112
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 82
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 95
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 38
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 75
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 99
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 69
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 42
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 43
- น้ำดื่มรสส้ม 1 ลิตร: 43

... แผนภาพต้นไม้ – ใบราคาสินค้าอุปโภค – บริโภค ...

จากโปรแกรมแสดงราคาสินค้าอุปโภค – บริโภค สามารถเขียนแผนภาพต้นไม้ – ใบได้  
ดังนี้

ต้นไม้	ใบ
2	0 3 9
3	5 8 9
4	2 2 3 3 5 9
5	8
6	9
7	5
8	2 8
9	9
10	9
11	2

แผนภาพต้นไม้ – ใบสร้างได้อย่างไร ?



นักเรียนจงร่วมอภิปรายขั้นตอนการเขียนแผนภาพต้นไม้ – ใบ

... กิจกรรมที่ 1.2 ...

... ซอปปิ้ง สุดประหยัด ...

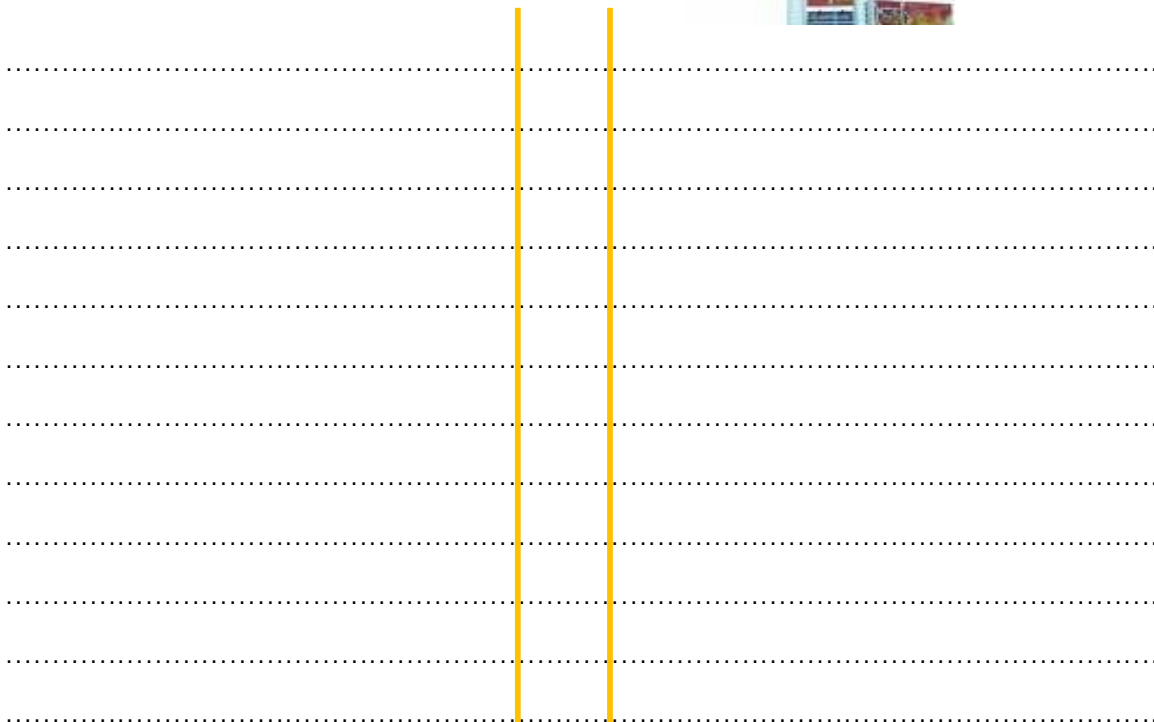
**คำสั่ง** จงสำรวจราคาสินค้าอุปโภค – บริโภค ชนิดเดียวกันของห้างบิ๊กซีและโลตัส จำนวน 30

รายการ

รายการสินค้า	ราคาต่อหน่วย		รายการสินค้า	ราคาต่อหน่วย	
	บิ๊กซี	โลตัส		บิ๊กซี	โลตัส
1.			16.		
2.			17.		
3.			18.		
4.			19.		
5.			20.		
6.			21.		
7.			22.		
8.			23.		
9.			24.		
10.			25.		
11.			26.		
12.			27.		
13.			28.		
14.			29.		
15.			30.		



แผนภาพต้น-ใบ แสดงราคาสินค้าอุปโภค - บริโภค ของห้างบิ๊กซีและโลตัส



เมื่อพิจารณาจากแผนภาพ นักเรียนคิดว่าควรเลือกซื้อสินค้าอุปโภค - บริโภค ที่ห้างสรรพสินค้าใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....





... แบบฝึกทักษะที่ 1.3 ...

**เรื่อง ... การแจกแจงความถี่โดยใช้แผนภาพต้น – ใบ**

1. จากแผนภาพต้น – ใบ แสดงน้ำหนักสัมภาระ (กิโลกรัม) ของผู้โดยสารสายการบินนกแอร์

0	5	7											
1	0	3	4	6	6	9							
2	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	4	5	7
3	0	1	1	2									

- (1) ผู้โดยสารกลุ่มนี้มีจำนวนทั้งหมด.....คน
- (2) ผู้โดยสารส่วนใหญ่มีน้ำหนักสัมภาระอยู่ในช่วง.....
- (3) ผู้โดยสารส่วนใหญ่มีน้ำหนักสัมภาระ.....กิโลกรัม
- (4) น้ำหนักสัมภาระที่หนักที่สุดและเบาที่สุดต่างกัน.....กิโลกรัม
- (5) ถ้าเจ้าหน้าที่อนุญาตให้สัมภาระที่ผู้โดยสารจะนำไปด้วย มีน้ำหนักไม่เกิน 25 กิโลกรัม โดยไม่เสียค่าขนส่ง จะมีผู้โดยสารกลุ่มนี้กี่เปอร์เซ็นต์ที่ต้องจ่ายค่าขนส่งสัมภาระเพิ่ม .....

2. ศูนย์บริการลูกค้าที่โอที บันทึกเวลา (นาที) ที่ลูกค้ารอรับบริการจำนวน 50 คน ปราบกฏผลดังนี้

0	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	7	7	8	8	9	9	9	9	
1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3	3	5	5	6	8		
2	0	0	0	1	1	3	5													
3	0	0	2	5	5	5														

- (1) เวลาที่ลูกค้ารอนานที่สุด.....นาที
- (2) เวลาที่ลูกค้าส่วนใหญ่รออยู่ในช่วง.....
- (3) ถ้าบริษัทที่โอทีตั้งเป้าหมายไว้ว่าต้องมีจำนวนลูกค้าที่เสียเวลารอรับบริการเกิน 30 นาทีไม่เกิน 10 % บริษัทที่โอทีต้องปรับปรุงระบบการให้บริการลูกค้าหรือไม่ เพราะเหตุใด

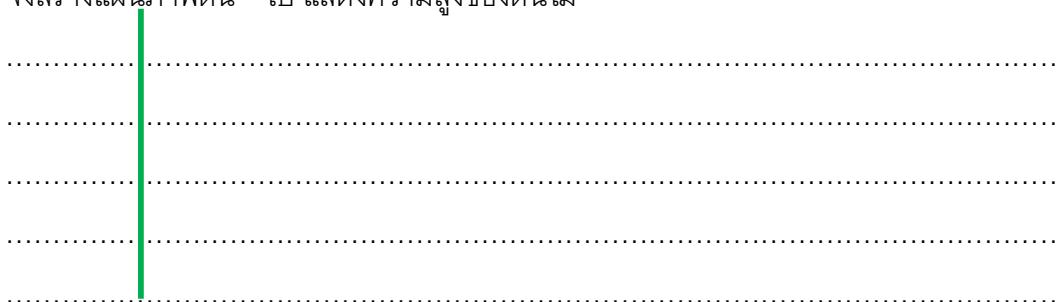
.....

.....

3. นักเรียนกลุ่มหนึ่งจำนวน 30 คน ประมาณความสูงของต้นไม้ต้นหนึ่งที่อยู่หน้าโรงเรียน โดยบันทึกค่าประมาณ (เมตร) ได้ดังนี้

2.6 3.5 4.4 5.7 6.4 2.6 2.7 2.4 3.6 4.0  
 5.2 6.5 6.1 5.9 4.7 3.1 3.2 3.5 3.3 3.2  
 3.5 4.0 4.1 4.5 4.3 4.2 4.3 4.1 4.6 5.5

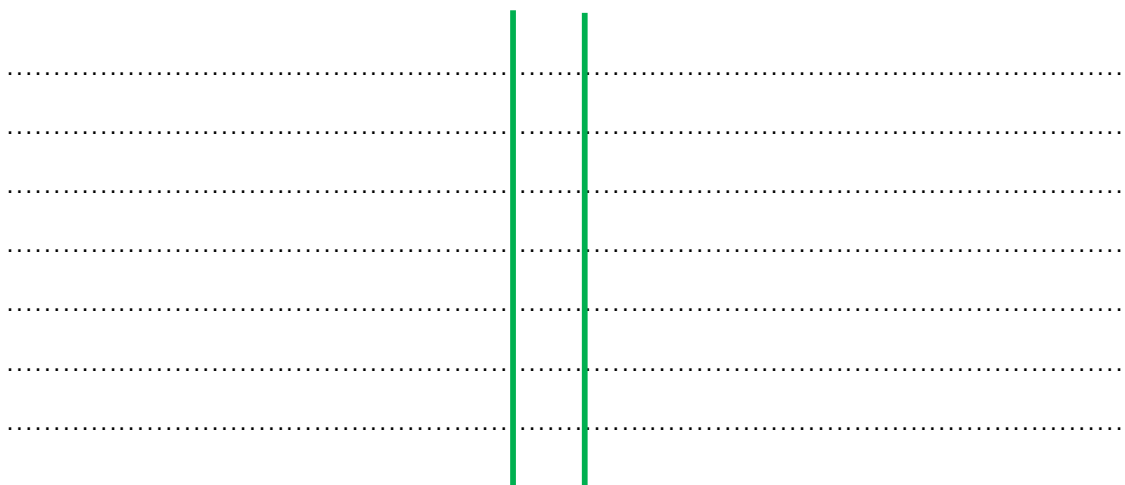
(1) จงสร้างแผนภาพต้นไม้ - ใบ แสดงความสูงของต้นไม้



- (2) ค่าประมาณที่สูงที่สุดคือ.....เมตร ค่าประมาณที่ต่ำที่สุดคือ.....เมตร  
 (3) นักเรียนส่วนใหญ่ประมาณค่าอยู่ในช่วง.....  
 (4) ถ้าความสูงจริงของต้นไม้เท่ากับ 4.5 เมตร มีนักเรียนประมาณค่าได้ถูกต้อง.....คน  
 (5) มีนักเรียนที่ประมาณค่าต่ำกว่าความจริง คิดเป็นร้อยละ.....ของนักเรียนทั้งหมด

4. นักเรียนชั้น ม.5/1 สอบวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมและคณิตศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งแต่ละวิชามีคะแนนเต็ม 100 คะแนน ดังนี้

คณิตศาสตร์ เพิ่มเติม	40	53	55	58	60	62	65	66	69	70
คณิตศาสตร์ พื้นฐาน	32	39	68	70	75	78	78	78	79	80
	82	84	85	85	85	86	90	93	95	98



- (1) คะแนนต่ำสุดของวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม คือ .....
- (2) คะแนนต่ำสุดของวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน คือ .....
- (3) คะแนนสูงสุดของวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม คือ .....
- (4) คะแนนสูงสุดของวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน คือ .....
- (5) คะแนนส่วนใหญ่ของวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมอยู่ในช่วง .....
- (6) คะแนนส่วนใหญ่ของวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานอยู่ในช่วง .....
- (7) เมื่อพิจารณาจากแผนภาพ ค่าเฉลี่ยของวิชาใดน่าจะสูงกว่า เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....





## เฉลยแบบทดสอบย่อยที่ 1

1. โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ได้ประเมินผลการอ่านของนักเรียนอายุ 15 ปี มีประเทศต่าง ๆ เข้าร่วมการประเมินจำนวน 41 ประเทศ โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์ของแต่ละประเทศ ดังนี้

542 506 496 497 478 538 446 485 526 480 526 501 477 507  
 539 483 481 512 442 439 533 533 430 350 510 467 412 431  
 495 488 455 417 529 500 506 378 360 458 323 530 468

จงสร้างตารางแจกแจงความถี่ ความถี่สะสม ความถี่สัมพัทธ์ และความถี่สะสมสัมพัทธ์ โดยให้ตารางแจกแจงความถี่มีความกว้างแต่ละอันตรภาคชั้นเท่ากับ 30 และอันตรภาคชั้นที่ต่ำสุดมีขีดจำกัดล่างเป็น 320

จากตารางแจกแจงความถี่คะแนนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์ของประเทศต่าง ๆ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงคะแนนใด และประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์ 439 คะแนน จะมีประเทศที่ได้คะแนนเฉลี่ยมากกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยกี่ประเทศ คิดเป็นร้อยละเท่าใดของจำนวนข้อมูลทั้งหมด

อันตรภาคชั้น	ความถี่	ความถี่สะสม	ความถี่สัมพัทธ์	ความถี่สะสมสัมพัทธ์
320 – 349	1	1	$\frac{1}{41} = 0.02$	$\frac{1}{41} = 0.02$
350 – 379	3	4	$\frac{3}{41} = 0.07$	$\frac{4}{41} = 0.10$
380 – 409	0	4	$\frac{0}{41} = 0.00$	$\frac{4}{41} = 0.10$
410 – 439	5	9	$\frac{5}{41} = 0.12$	$\frac{9}{41} = 0.22$
440 – 469	6	15	$\frac{6}{41} = 0.15$	$\frac{15}{41} = 0.37$
470 – 499	10	25	$\frac{10}{41} = 0.24$	$\frac{25}{41} = 0.61$
500 – 529	10	35	$\frac{10}{41} = 0.24$	$\frac{35}{41} = 0.85$
530 – 559	6	41	$\frac{6}{41} = 0.15$	$\frac{41}{41} = 1.00$
<b>รวม</b>	<b>41</b>		<b>0.99</b>	

1 คะแนน      0.5 คะแนน      1 คะแนน      0.5 คะแนน      0.5 คะแนน      0.5 คะแนน

จากตารางแจกแจงความถี่คะแนนด้านการคิดวิเคราะห์ของประเทศต่าง ๆ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 470 – 529 คะแนน — 0.5 คะแนน

ประเทศที่ได้คะแนนเฉลี่ยมากกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยมีจำนวน = 41 – 9

= 32 ประเทศ — 0.5 คะแนน

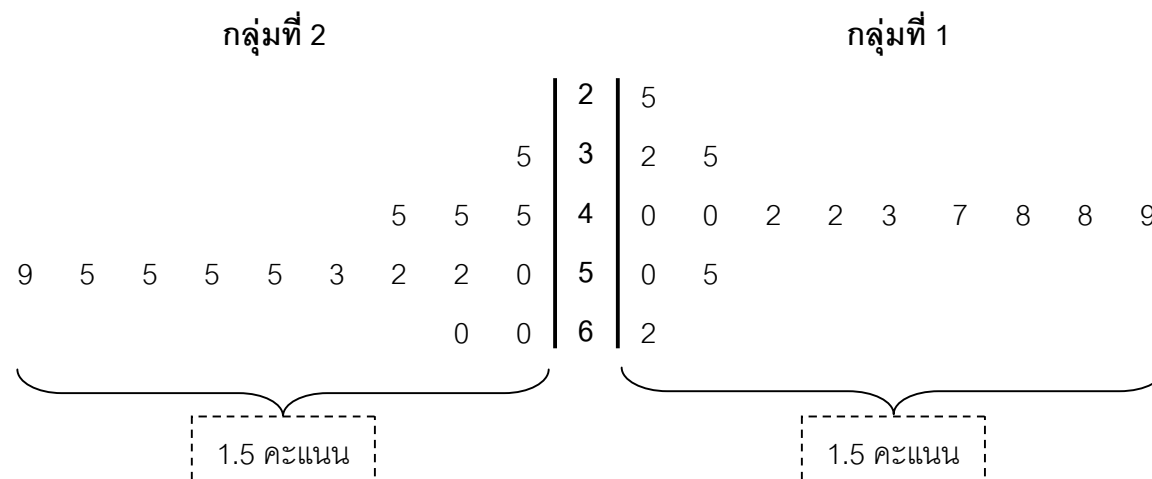
คิดเป็นร้อยละ  $\frac{32}{41} \times 100 \approx 78$  ของข้อมูลทั้งหมด — 0.5 คะแนน

2. ครูมารศรีแบ่งนักเรียนห้องหนึ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน ให้นักเรียนบอกค่าประมาณความสูงของต้นไม้ต้นหนึ่ง ถ้าผลต่างของค่าประมาณและความสูงจริงของต้นไม้โดยเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มใดน้อยกว่าจะเป็นผู้ชนะ ถ้าความสูงจริงของต้นไม้เท่ากับ 4.5 เมตร และบันทึกค่าประมาณความสูงของต้นไม้ได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1	3.2	2.5	4.0	5.5	3.5	4.0	4.2	4.2	4.3	6.2	4.7	4.8	4.8	4.9	5.0
กลุ่มที่ 2	6.0	6.0	5.0	5.9	4.5	4.5	5.5	5.5	5.5	5.3	4.5	5.5	5.2	5.2	3.5

จงสร้างแผนภาพต้น – ใบ แสดงค่าประมาณความสูงของต้นไม้ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ส่วนต้นร่วมกัน และจากแผนภาพต้น – ใบ นักเรียนคิดว่ากลุ่มใดน่าจะเป็นผู้ชนะ เพราะเหตุใด

**วิธีทำ**



เมื่อพิจารณาจากแผนภาพ

ค่าประมาณความสูงของต้นไม้ของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 4.0 – 4.9 เมตร

ค่าประมาณความสูงของต้นไม้ของนักเรียนกลุ่มที่ 2 ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5.0 – 5.9 เมตร

ดังนั้น นักเรียนกลุ่มที่ 1 จะเป็นผู้ชนะ เนื่องจากค่าประมาณส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับความสูงจริงของต้นไม้มากกว่าค่าประมาณส่วนใหญ่ของนักเรียนในกลุ่มที่ 2

2  
คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	แสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
4	แสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
3	แสดงวิธีทำไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบที่ได้ถูกต้อง
2	แสดงวิธีทำไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง
1	แสดงวิธีทำ แต่ไม่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง
0	ไม่มีร่องรอยการดำเนินการใด ๆ



## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค42102 เรื่อง สถิติ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5

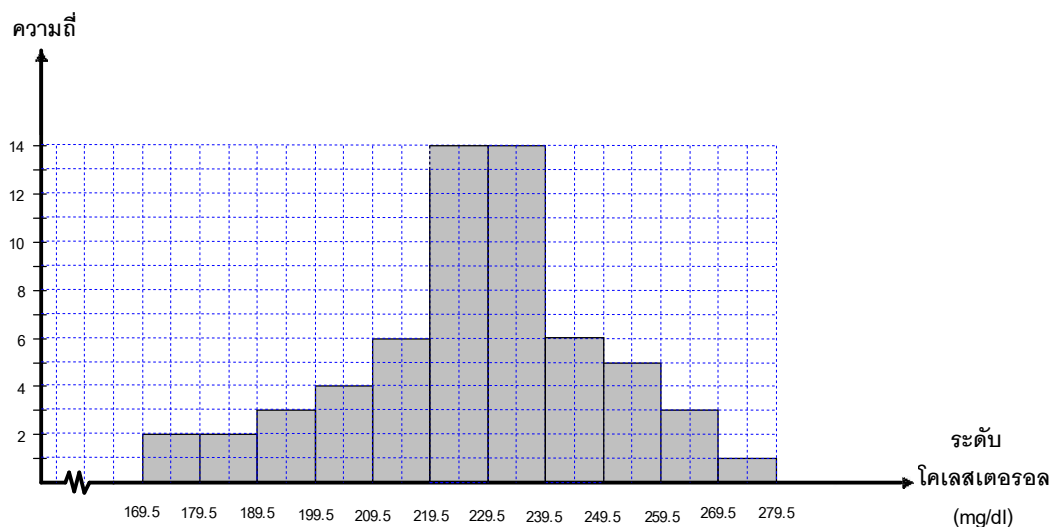
**คำสั่ง** จงกากบาท (X) คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. ตารางแสดงคุณภาพด้านการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยไทย ปี 2549 โดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ได้แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่ม	คะแนน	จำนวน
ดีเลิศ	ร้อยละ 75 ขึ้นไป	4
ดีเยี่ยม	ร้อยละ 70 – 75	5
ดี	ร้อยละ 65 – 69	8
พอใช้	ร้อยละ 55 – 64	13
ต้องปรับปรุง	ร้อยละ 55 ลงไป	20

ข้อสรุปในข้อใดต่อไปนี้ **ไม่**ถูกต้อง

- ก. คุณภาพด้านการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยไทย ปี 2549 ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุง
- ข. มีมหาวิทยาลัยเข้าร่วมการประเมินคุณภาพด้านการเรียนการสอน จำนวน 50 แห่ง
- ค. มหาวิทยาลัยที่มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 65 ขึ้นไป มี 34%
- ง. มหาวิทยาลัยที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 มี 41 แห่ง
2. จากการสำรวจปริมาณระดับโคเลสเตอรอลของคนในวัยทำงานกลุ่มหนึ่ง ปรากฏผลดังแสดงในฮิสโทแกรม





5. ผลการจัดอันดับโลกของนักเทนนิสชาย 20 อันดับแรกของเอทีพี เวิลด์ ทัวร์ ปรากฏว่า  
 ซวน มาร์ติน เดล เปโตรอยู่ในตำแหน่งควอร์ไทล์ที่ 3  
 แอนดี ร็อดดิกอยู่ในตำแหน่งเดไซล์ที่ 7  
โรเจอร์ เฟเดอเรอร์อยู่ในอันดับที่สอง เมื่อเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย  
 ข้อใดต่อไปนี้เป็นารเรียงรายชื่อนักเทนนิสจากผู้ที่ได้คะแนนน้อยไปหาคะแนนมาก
- ก. แอนดี ร็อดดิก, ซวน มาร์ติน เดล เปโตร, โรเจอร์ เฟเดอเรอร์  
 ข. ซวน มาร์ติน เดล เปโตร, แอนดี ร็อดดิก, โรเจอร์ เฟเดอเรอร์  
 ค. โรเจอร์ เฟเดอเรอร์, ซวน มาร์ติน เดล เปโตร, แอนดี ร็อดดิก  
 ง. โรเจอร์ เฟเดอเรอร์, แอนดี ร็อดดิก, ซวน มาร์ติน เดล เปโตร
6. กำหนดข้อมูล 94, 65, 55, 53, 69, 75, 69, 54, 68, 46, 53 ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ถูกต้อง
- ก.  $P_{50} = 65$                       ข.  $D_2 = 53$                       ค.  $Q_1 = 53$                       ง.  $Q_3 = 75$
7. ผลการประเมินด้านการอ่านของนักเรียนอายุ 15 ปี ของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ  
 OECD/PISA ดังตาราง

คะแนน	จำนวน (ประเทศ)
320 – 349	2
350 – 379	2
380 – 409	1
410 – 439	5
440 – 469	4
470 – 499	11
500 – 529	14
530 - 559	2

คะแนนการอ่านของนักเรียนไทยเท่ากับ 431 คะแนน จะอยู่ในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่เท่าใด

- ก. 20.93                      ข. 21.05                      ค. 21.78                      ง. 22.16
8. ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ครูผู้สอนได้กำหนดไว้ว่าจะมีผู้ได้เกรด A จำนวน 10% ได้เกรด B 25% ได้เกรด C 50% ได้เกรด D 10% นอกจากนั้นได้เกรด F ถ้านายแสนดีมีคะแนนตรงกับตำแหน่ง  
 ควอร์ไทล์ที่ 1 แล้วนายแสนดีจะมีผลการเรียนอยู่ในระดับใด
- ก. A                      ข. B                      ค. C                      ง. D

9. ในการทดสอบย่อยครั้งหนึ่ง พบว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 45 มีค่าเท่ากับ 28 คะแนน ถ้าครูให้คะแนนความสนใจอีกคนละ 5 คะแนนเท่า ๆ กัน จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

(1) ตำแหน่งของ  $P_{45}$  ของคะแนนชุดใหม่จะเท่ากับตำแหน่งของ  $P_{45}$  ของคะแนนชุดเดิม

(2)  $P_{45}$  ของคะแนนชุดใหม่เท่ากับ  $P_{45}$  ของคะแนนชุดเดิม

ข้อใดต่อไปนี้เป็น**ถูกต้อง**

ก. ข้อ (1) และ (2) ถูกต้อง

ข. ข้อ (1) ถูกเพียงข้อเดียว

ค. ข้อ (2) ถูกเพียงข้อเดียว

ง. ข้อ (1) และ (2) ไม่ถูกต้อง

10. อุณหภูมิเวลา 12.00 น. ของแต่ละวันในสัปดาห์หนึ่งเป็น 33, 35, 32, 37, 34, 36 และ 31 องศาเซลเซียส ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียสและองศาฟาเรนไฮต์ คือ

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

แล้วค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอุณหภูมิที่มีหน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์เป็นเท่าใด

ก. 90.2

ข. 90.5

ค. 93.2

ง. 93.5

11.

	การบ้าน	สอบย่อย		ปลายภาค
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
เกณฑ์การคิดคะแนน	20%	20%	30%	30%
คะแนนที่ได้ (จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน)	92	84	63	83

ตารางข้างต้นเป็นเกณฑ์การคิดคะแนนที่ผู้สอนกำหนดไว้ ถ้านายสามารถได้คะแนนดังตาราง จะมีคะแนนเฉลี่ยตลอดภาคเรียนเป็นเท่าใด

ก. 70

ข. 74

ค. 75

ง. 79

12. ผลการสำรวจปริมาณมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ประจำปี พ.ศ. 2551 พบว่าจำนวนรถโดยสารร่วมบริการ ขสมก. รถโดยสารประจำทาง ขสมก. และรถโดยสารมินิบัส มีอัตราส่วนเป็น 1 : 4 : 1 และปริมาณควันดำเฉลี่ย (%) จากรถโดยสารแต่ละประเภทเท่ากับ 46, 36.2 และ 57.5 ตามลำดับ อยากรทราบว่ามีปริมาณควันดำเฉลี่ยจากรถโดยสารทั้งสามประเภทเป็นเท่าใด

ก. 40.25

ข. 41.38

ค. 41.76

ง. 42.10

13. เอมี่อายุ 7 ปี ต่อม ตู๋ และตี๋มีอายุเท่ากันซึ่งรวมกันได้ 15 ปี หน้อยและนิดอายุเท่ากันซึ่งรวมกันได้ 12 ปี และทวดอายุ 78 ปี แล้วมัธยฐานของอายุคน 7 คนนี้เท่ากับข้อใด

ก. 6

ข. 7

ค. 12

ง. 15

14. ข้อใดต่อไปนี้เป็นกล่าวถึงฐานนิยม

ก. องค์การอนามัยโลก (WHO) ระบุอายุเฉลี่ยของคนไทย โดยผู้ชายอยู่ที่ 68 ปี และผู้หญิง 72 ปี

ข. คะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O – NET) ปีการศึกษา 2550 วิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 32.49

ค. โดยเฉลี่ยแล้วชายไทยสวมรองเท้าเบอร์ 8

ง. สอบสวนเหตุการณ์รถไฟตกรางที่สถานีเขาเต่า จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบขบวนรถวิ่งมาด้วยความเร็วเฉลี่ย 105 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

15. คะแนนสอบของนักเรียน 20 คน ซึ่งมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน เป็นดังนี้ 5, 3, 1, 10, 5, 8, 9, 6, 7, 3, 9, 6, 6, 8, 7, 6, 6, 5, 5, 3 ถ้าถือเกณฑ์คนที่สอบผ่านต้องได้คะแนนมากกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบ จะมีผู้สอบผ่านกี่คน

ก. 10

ข. 11

ค. 12

ง. 13

16. ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

ก. มัธยฐานเหมาะกับการนำไปใช้วิเคราะห์ค่ากลางเรื่องเงินเดือนของพนักงาน

ข. ค่าต่ำสุดหรือค่าสูงสุดที่ต่างไปจากค่าส่วนใหญ่อย่างผิดปกติไม่กระทบกระเทือนต่อฐานนิยม

ค. ถ้าข้อมูลมีค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดที่ต่างไปจากค่าส่วนใหญ่อย่างผิดปกติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะไม่เป็นตัวแทนที่ดี

ง. สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้แม้ข้อมูลจะไม่สมบูรณ์

17. ถ้าข้อมูลมีค่าเท่ากันทุกจำนวน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าเป็นอย่างไร

ก. มีค่าน้อยมาก

ข. มีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ค. เท่ากับศูนย์

ง. หาค่าไม่ได้

18. ถ้าข้อมูลชุดหนึ่งคือ a, b, c, d และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น p แล้วส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ  $1 - a, 1 - b, 1 - c, 1 - d$  เท่ากับข้อใด

ก.  $-p$

ข. p

ค.  $-1$

ง. 1

19. การสำรวจราคาปลากะป๋อง 5 ยี่ห้อ พบว่ามีฐานนิยม มัธยฐาน และค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 15, 16 และ 17 ตามลำดับ และราคาปลากะป๋องที่แพงที่สุดและถูกที่สุดต่างกันอยู่ 5 บาท ความแปรปรวนของราคาปลากะป๋องทั้ง 5 ยี่ห้อ เท่ากับข้อใดต่อไปนี้

ก.  $\frac{31}{5}$

ข.  $\frac{24}{5}$

ค.  $\frac{22}{5}$

ง.  $\frac{19}{5}$

20. Pizza Delivery มีบริการส่งอาหารให้แก่ลูกค้าในบริเวณใกล้เคียงกับร้าน ถ้าผู้จัดการทดลองส่งอาหารให้กับลูกค้ากลุ่มหนึ่ง พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของเวลาที่ใช้ส่งอาหารเป็น 23 นาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 7 นาที ลูกค้าประมาณ 95% จะได้รับบริการส่งอาหารในเวลากี่นาที

ก. 16 – 30 นาที

ข. 13 – 34 นาที

ค. 9 – 37 นาที

ง. 2 – 44 นาที

## แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

---

### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการคำนวณและแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบ โดยอาศัยความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมกับปัญหา
2. ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนวิธีการทำโดยใช้ภาษา/สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด เพื่อแสดงให้เห็นแนวคิดและวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบของนักเรียน และทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

### เกณฑ์การให้คะแนน

แบบทดสอบฉบับนี้มี 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 เป็นการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

ตอนที่ 3 เป็นการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

แบบทดสอบแต่ละข้อจะวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเต็มด้านละ 4 คะแนน

**ตอนที่ 1** แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

1. ข้อมูลชุดหนึ่งเรียงลำดับจากน้อยไปมากได้ดังนี้

8, 11, 14, ..., 158

แล้วควอร์ไทล์ที่ 3 ( $Q_3$ ) และเปอร์เซ็นไทล์ที่ 60 ( $P_{60}$ ) ต่างกันอยู่เท่าใด

**วิธีทำ**

.....

.....

.....

.....

.....

2. ในการแข่งขันตอบปัญหาวิชาการทางคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ในงานนิทรรศการเครือข่ายพระสมุทรเจดีย์ มีนักเรียนเข้าร่วมการแข่งขันจำนวน 27 ทีม โดยเรียงลำดับผลการแข่งขันจากน้อยไปมากได้ดังนี้

ตำแหน่ง	คะแนน	ตำแหน่ง	คะแนน	ตำแหน่ง	คะแนน
1	55	10	72	19	80
2	60	11	72	20	80
3	60	12	74	21	82
4	65	13	74	22	83
5	68	14	75	23	85
6	68	15	75	24	90
7	69	16	77	25	92
8	70	17	77	26	95
9	70	18	78	27	96



โดยกำหนดเกณฑ์การตัดสินดังนี้

- ทีมที่ได้คะแนนสูงกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 จะได้รับเหรียญรางวัล โดยกำหนดอัตราส่วนจำนวนเหรียญทอง : เงิน : ทองแดง เท่ากับ 1 : 2 : 3 ตามลำดับ
  - ทีมที่เหลือจะได้รับเกียรติบัตรชมเชย
- ทีมโรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ได้ 90 คะแนน จะได้รับรางวัลประเภทใด

**วิธีทำ**

.....

.....

.....

.....

.....

## ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

1. ดัชนีมวลกาย (BMI : Body mass index) เป็นค่าดัชนีที่คำนวณจากน้ำหนักและส่วนสูง เพื่อใช้เปรียบเทียบความสมดุลระหว่างน้ำหนักตัวต่อความสูงของมนุษย์

$$\text{BMI} = \frac{\text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}}{\text{ความสูง}^2 \text{ (เมตร)}}$$

โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีมวลกายและระดับความอ้วนดังนี้

BMI	น้ำหนัก	ระดับความอ้วน
< 18.5	น้ำหนักน้อย	-
18.5 – 24.9	น้ำหนักปกติ	-
25 – 29.9	น้ำหนักเกิน	-
30 – 34.9	โรคอ้วน	1
35 – 39.9		2
> 40	อ้วนมาก	3

นิด น้อย ตุ่ม และต้อยเป็นเพื่อนกลุ่มเดียวกัน มีข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูงดังนี้

นิดและน้อยมีน้ำหนักเท่ากันและน้อยกว่าอีก 2 คน และต้อยมีน้ำหนักมากที่สุด ถ้าน้ำหนักของทั้งสี่คนมีค่าฐานนิยม มัธยฐาน และพิสัย เท่ากับ 45, 49.5 และ 14 กิโลกรัมตามลำดับ

ความสูงเฉลี่ยของทั้งสี่คนเท่ากับ 150 เซนติเมตร และความแปรปรวนของส่วนสูงเท่ากับ 0 แล้วมีใครบ้างที่มีน้ำหนักตัวเกินมาตรฐาน

### วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

2. ตัวชี้วัดคุณภาพน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ ค่า BOD ซึ่งเป็นปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย ถ้าวัดค่า BOD จากแหล่งน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน 5 แหล่ง ปรากฏว่ามีความแปรปรวนเท่ากับ 1.5 และผลบวกของกำลังสองของค่า BOD จากแหล่งน้ำแต่ละแหล่งเท่ากับ 87.5 จงหาค่าเฉลี่ยของค่า BOD ในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน และอธิบายคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย (ค่ามาตรฐานเท่ากับ 5.0 mg./l)

**วิธีทำ**

.....

.....

.....

.....

.....

### ตอนที่ 3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

1. นักเรียนกลุ่มหนึ่งนัดสังสรรค์ โดยตกลงกันว่าจะซื้ออาหารมารับประทานร่วมกัน และช่วยกันจ่ายค่าอาหารคนละเท่า ๆ กัน โดยมีข้อมูลดังนี้

ชั้นทองซื้อไก่ทอดขนาดใหญ่และข้าวเหนียว	90 บาท
ไบเตยซื้อส้มตำ	40 บาท
ข้าวหอมซื้อน้ำอัดลม	57 บาท
เปตองซื้อน้ำแข็งและแก้วพลาสติก	35 บาท
ถุงเงินซื้อผลไม้	50 บาท
พลอยใสและป๋มป๋วยซื้อพิซซ่า	280 บาท

ให้นักเรียนสร้างสถานการณ์โดยสามารถกำหนดข้อมูลเพิ่มเติม (อย่างน้อย 2 เงื่อนไข) และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างอิสระ โดยให้ผลลัพธ์ในข้อนี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65

#### วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

2. นายฉลาด นายขยัน และนายมารวย จะร่วมลงทุนซื้อเมล็ดพืชมาผสมขายในโครงการตลาดนัดอาชีพในช่วงพักกลางวันของโรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ โดยสอบถามราคาของเมล็ดพืชมา 3 ชนิด ดังนี้

เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	230	บาท/กิโลกรัม
ถั่วลิสง	50	บาท/กิโลกรัม
ถั่วเหลือง	45	บาท/กิโลกรัม

ถ้านายฉลาด นายขยัน และนายมารวย มีเงินลงทุนคนละ 150 บาท และลงความเห็นว่าซื้อเมล็ดพืชทั้ง 3 ชนิด รวมกัน 5 กิโลกรัม ในอัตราส่วน 2 : 2 : 1 อยากทราบว่าทั้งสามคนควรซื้อเมล็ดพืชทั้ง 3 ชนิด อย่างละกี่กิโลกรัม จงหาราคาเฉลี่ยของเมล็ดพืชทั้ง 3 ชนิด และควรวางแผนการขายอย่างไรเพื่อความสะดวกและเหมาะสม

### วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างการให้คะแนนด้านการเชื่อมโยง

1. ข้อมูลชุดหนึ่งเรียงลำดับจากน้อยไปมากได้ดังนี้

8, 11, 14, ..., 158

แล้วควอร์ไทล์ที่ 3 ( $Q_3$ ) และเปอร์เซ็นไทล์ที่ 60 ( $P_{60}$ ) ต่างกันอยู่เท่าใด

**วิธีทำ** เนื่องจาก ลำดับ 8, 11, 14, ..., 158 มีผลต่างเป็นค่าคงที่  
ดังนั้น ลำดับ 8, 11, 14, ..., 158 เป็นลำดับเลขคณิต } 1 คะแนน

จะได้  $a_1 = 8, a_n = 158, d = 3$

จากสูตร  $a_n = a_1 + (n-1)d$

จะได้  $158 = 8 + (n-1)3$

$$158 = 8 + 3n - 3$$

$$3n = 153$$

$$n = 51$$

ดังนั้น ข้อมูลชุดนี้มีจำนวนข้อมูลทั้งหมด 51 จำนวน

1.5 คะแนน

หาควอร์ไทล์ที่ 3 ( $Q_3$ )

$$Q_3 \text{ อยู่ในตำแหน่งที่ } \frac{r(N+1)}{4} = \frac{3(51+1)}{4} = 39$$

ดังนั้น  $Q_3 = 122$  (เนื่องจาก  $a_{39} = 122$ )

หาเปอร์เซ็นไทล์ที่ 60 ( $P_{60}$ )

$$P_{60} \text{ อยู่ในตำแหน่งที่ } \frac{r(N+1)}{100} = \frac{60(51+1)}{100} = 31.2$$

ตำแหน่งที่ 31.2 อยู่ระหว่างตำแหน่งที่ 31 และ 32

ตำแหน่งต่างกัน 1 ตำแหน่ง ข้อมูลต่างกัน 3

ตำแหน่งต่างกัน 0.2 ตำแหน่ง ข้อมูลต่างกัน  $3 \times 0.2 = 0.6$

ดังนั้น  $P_{60} = 98 + 0.6$  (เนื่องจาก  $a_{31} = 98$ )

$$= 98.6$$

1 คะแนน

ดังนั้น  $Q_3$  และ  $P_{60}$  ต่างกัน  $= 122 - 98.6$

$$= 23.4$$

0.5 คะแนน

### ตัวอย่างการให้คะแนนด้านการสื่อสาร

1. ข้อมูลชุดหนึ่งเรียงลำดับจากน้อยไปมากได้ดังนี้

8, 11, 14, ..., 158

แล้วควอร์ไทล์ที่ 3 ( $Q_3$ ) และเปอร์เซ็นไทล์ที่ 60 ( $P_{60}$ ) ต่างกันอยู่เท่าใด

**วิธีทำ** เนื่องจาก ลำดับ 8, 11, 14, ..., 158 มีผลต่างเป็นค่าคงที่  
ดังนั้น ลำดับ 8, 11, 14, ..., 158 เป็นลำดับเลขคณิต } 0.5 คะแนน

จะได้  $a_1 = 8, a_n = 158, d = 3$

จากสูตร  $a_n = a_1 + (n-1)d$

จะได้  $158 = 8 + (n-1)3$

$$158 = 8 + 3n - 3$$

$$3n = 153$$

$$n = 51$$

ดังนั้น ข้อมูลชุดนี้มีจำนวนข้อมูลทั้งหมด 51 จำนวน

1 คะแนน

หาควอร์ไทล์ที่ 3 ( $Q_3$ )

$$Q_3 \text{ อยู่ในตำแหน่งที่ } \frac{r(N+1)}{4} = \frac{3(51+1)}{4} = 39$$

ดังนั้น  $Q_3 = 122$  (เนื่องจาก  $a_{39} = 122$ )

0.5 คะแนน

หาเปอร์เซ็นไทล์ที่ 60 ( $P_{60}$ )

$$P_{60} \text{ อยู่ในตำแหน่งที่ } \frac{r(N+1)}{100} = \frac{60(51+1)}{100} = 31.2$$

ตำแหน่งที่ 31.2 อยู่ระหว่างตำแหน่งที่ 31 และ 32

ตำแหน่งต่างกัน 1 ตำแหน่ง ข้อมูลต่างกัน 3

ตำแหน่งต่างกัน 0.2 ตำแหน่ง ข้อมูลต่างกัน  $3 \times 0.2 = 0.6$

ดังนั้น  $P_{60} = 98 + 0.6$  (เนื่องจาก  $a_{31} = 98$ )

$$= 98.6$$

1.5 คะแนน

ดังนั้น  $Q_3$  และ  $P_{60}$  ต่างกัน  $= 122 - 98.6$

$$= 23.4$$

0.5 คะแนน

## ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ประสาท สอำนาจศ์  
ข้าราชการบำนาญ  
สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่  
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ  
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)
3. อาจารย์ลักขณา กุลสวัสดิ์  
ครูชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนปทุมคงคา กรุงเทพมหานคร

ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววรรณศิริ หลงรัก
วันเดือนปีเกิด	12 สิงหาคม 2526
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	15/3 หมู่ 8 ตำบลบางยอ อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ 10130
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ตำบลปากคลองบางปลากด อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2538	ประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสำราญวิทยา จังหวัดสมุทรปราการ
พ.ศ.2544	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนวิสุทธิกษัตริ์ จังหวัดสมุทรปราการ
พ.ศ.2548	วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ.2549	ประกาศนียบัตรบัณฑิต วิชาชีพอครู สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ.2553	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ