

ผลการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2554

ผลการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ



ปริญญาานิพนธ์
ของ
เจริญขวัญ น้าพา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ



บทคัดย่อ
ของ
เจริญขวัญ น้าพา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2554

เจริญขวัญ น้าพา. (2554). ผลการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์, รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เทียบกับเกณฑ์ และเปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษาที่ 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ระยะเวลาทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test for One Sample, t- test for Dependent Samples และสถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

ผลการวิจัยพบว่า

1.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่าสอดคล้องกันคือ

นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีจากการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่กระตือรือร้น สนใจ และสนุกสนานเมื่อทำกิจกรรมต่างๆ ด้านบุคคล พบว่านักเรียนส่วนใหญ่พอใจ ยินดี และสนุกสนานที่ได้ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อนๆ และครูผู้สอน ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกพอใจ ต่อสื่อ อุปกรณ์การเรียนรู้ สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผ่อนคลาย

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



THE EFFECTS OF PROVIDING COOPERATIVE LEARNING ACCORDING TO
CONTEMPLATIVE EDUCATION ON MATHEMATICS ACHIEVEMENT,
CONNECTION ABILITY, AND LEARNING HAPPINESS OF
MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS ON TRIGONOMETRIC RATIOS



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

May 2011

Charoenkhwan Nampha. (2011). *The Effects of Providing Cooperative Learning According to Contemplative Education on Mathematics Achievement, Connection Ability ,and Learning Happiness of Mathayomsuksa 4 Students on Trigonometric Ratios*. Master Thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee: Assoc. Prof. Dr. Chaweewan Sawetamalya, Assoc. Prof. Dr. Chanwit Tiamboonprasert.

The purposes of this research were to compare mathematics achievement and mathematical connection ability of Mathayomsuksa IV after being provided cooperative learning according to contemplative education with a criterion and to compare mathematics learning happiness before and after being provided cooperative learning according to contemplative education.

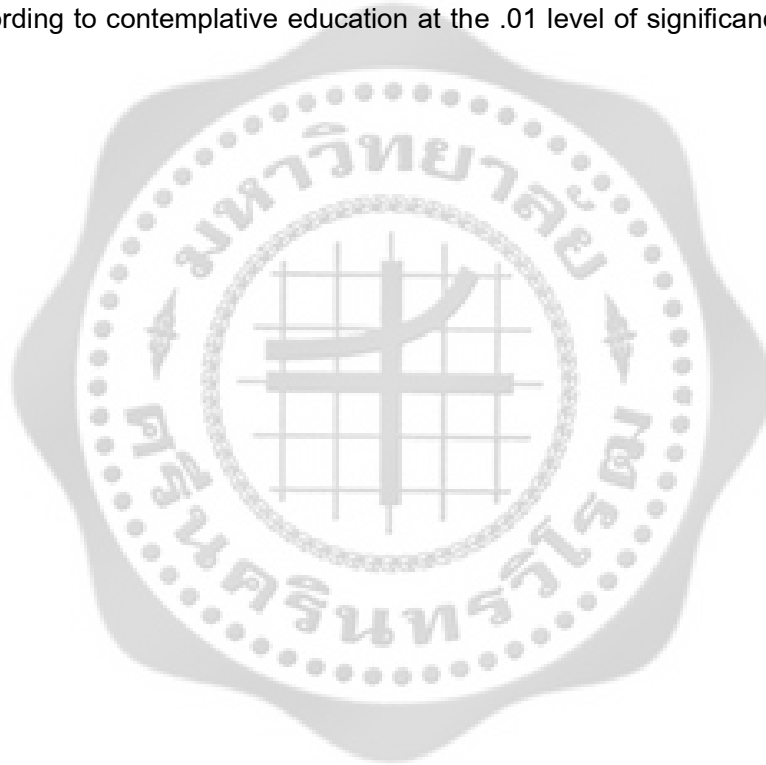
The subjects of this study were 40 Mathayomsuksa IV students in the second semester of the 2010 academic year at Nonghanwittaya school, Nonghan, Udonthani. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment was conducted for 19 fifty minute periods. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for the study. The research instruments included lesson plans for mathematics cooperative learning according to contemplative education, the mathematics achievement test, the mathematical connection ability test, the questionnaire on mathematics learning happiness, and the mathematical behavior learning observation form. The data were statistically analyzed by using t- test for Dependent Samples , t-test for One Sample and simple correlation of Pearson .

The findings were as follows:

1. The mathematics achievement of the experimental group after being provided cooperative learning according to contemplative education was statistically higher than the 70 percent criterion at the .01 level of significance.
2. The mathematical connection ability of the experimental group after being provided cooperative learning according to contemplative education was statistically higher than the 70 percent criterion at the .01 level of significance.
3. The mathematics learning happiness of the experimental group after being provided cooperative learning according to contemplative education was statistically higher than before learning at the .01 level of significance which satisfied the results of qualitative

data analysis. Students had good feelings on cooperative learning according to contemplative education in three aspects. For learning activities, most students were enthusiastic, interested, and fun in doing various activities. For personnel, most students were pleased, satisfied, and fun when they participated with friends and teacher doing activities. For the atmosphere, most students were satisfied with learning materials, environment and relaxed atmosphere.

4. The mathematics achievement had a positive relationship with the mathematics learning happiness of the experimental group after being provided cooperative learning according to contemplative education at the .01 level of significance.



ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ของ

เจริญขวัญ น้าพา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)



งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย
จาก
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความมีเมตตากรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมาลัย ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความ อนุเคราะห์ดูแล ติดตามเอาใจใส่และเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะแนวทาง ในการปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัย ตลอดจนอาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ สิลลาจรัสกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ คณะกรรมการสอบ คำโครงปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชายชูชาติ และรองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ คณะกรรมการสอบคำโครงปริญญานิพนธ์และสอบปากเปล่า ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็น อย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี อาจารย์นงคราญ สุนทรวันต์ และอาจารย์ สมศรี ไชยชมภู ที่กรุณาอุทิศเวลาให้ข้อเสนอแนะ คำแนะนำ และตรวจ แก้ไขเครื่องมือที่เป็นประโยชน์และมีค่ายิ่งต่อการทำวิจัยครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คณะครูและ อาจารย์โรงเรียนหนองหานวิทยาที่ให้การช่วยเหลือ ในการจัดการเรียนการสอนและในการเก็บ รวบรวมข้อมูลทำให้การดำเนินการทดลองสำเร็จไปได้ด้วยดี ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือในการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ ตลอดจนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ ความร่วมมือในการทดลองครั้งนี้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ ผู้วิจัยเสมอมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) ทุกคนที่คอยห่วงใยและช่วยเหลือมาโดยตลอด

ท้ายสุดนี้ ขอขอบคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่จัดตั้ง โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) และ ผลักดันให้ข้าราชการทุนในโครงการ สควค. ได้เข้ารับการศึกษาต่อโดยสนับสนุนทุนการศึกษาใน การทำวิจัยและทุนการศึกษาตลอดหลักสูตร ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้ไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้รับอบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

เจริญขวัญ น้าพา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	14
สมมติฐานในการวิจัย.....	15
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้แนวคิดปัญญาศึกษา.....	17
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ.....	40
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	74
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	114
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	134
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	147
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	148
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	148
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	148
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	148
แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย.....	148
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	149
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	161
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	161
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	170
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	170

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ)	
การวิเคราะห์ข้อมูล	170
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	172
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	175
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	175
สมมติฐานในการวิจัย.....	175
วิธีดำเนินการวิจัย	176
การวิเคราะห์ข้อมูล	177
สรุปผลการวิจัย.....	178
อภิปรายผล.....	178
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	182
ข้อเสนอแนะ.....	182
บรรณานุกรม	184
ภาคผนวก	200
ภาคผนวก ก.....	201
ภาคผนวก ข.....	217
ภาคผนวก ค.....	228
ภาคผนวก ง.....	257
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	259

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แนวทางการฝึกปฏิบัติทางจิตตปัญญาศึกษา	25
2 ระยะทางกับจำนวนครั้งที่เกิดอาชญากรรม.....	88
3 คำถามที่ใช้ในการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	99
4 รายละเอียดของงานสำหรับโครงการการสร้างทรงสี่หน้า.....	100
5 วันที่กิจการวัดทรงสี่หน้าเดิม.....	103
6 วันที่กิจการวัดทรงสี่หน้าที่ปรับปรุงแล้ว.....	103
7 ไปกิจกรรมสำหรับสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างการวัดส่วนต่างๆ ของทรงสี่หน้า	105
8 คำตอบของกิจกรรมที่ได้จากภาพประกอบ 14	106
9 ขนาดต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับทรงสี่หน้าขนาดใหญ่.....	107
10 แบบแผนการวิจัย.....	148
11 การวิเคราะห์เนื้อหาการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ.....	150
12 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	157
13 ตัวอย่างแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	159
14 ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	160
15 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน- ตรีโกณมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัด กระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือกับเกณฑ์ ร้อยละ 70.....	172
16 การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน- ตรีโกณมิติ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการ การเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือกับเกณฑ์ ร้อยละ 70.....	173
17 การเปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา แบบร่วมมือ.....	173
18 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีความสุขในการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัด กระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ.....	174
19 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ	202

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
20 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ- วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ.....	203
21 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะของแบบสอบถามวัด ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	204
22 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เป็นรายข้อ โดยใช้โปรแกรม สำเร็จรูป (CISA)	205
23 ค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ใช้สูตรของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ.....	206
24 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นรายข้อ โดยใช้วิธีแจกแจงค่าที (t-Distribution) จำนวน 40 ข้อ.....	207
25 คะแนน X และคะแนนความแปรปรวน σ^2 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ.....	208
26 ค่าสัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูก (p) ค่าสัดส่วนของนักเรียนที่ตอบผิด (q) และค่า pq ในการหาค่าความเชื่อมั่น (r_u) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ.....	210
27 การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถใน การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน.	211
28 ค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า σ_i^2 เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ.....	213
29 ค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า σ_i^2 เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความสุข ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	214
30 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัด กระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	218
31 คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับ การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วน ตรีโกณมิติ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน).....	220

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
32 คะแนนแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ.....	223
33 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตต-ปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ.....	225



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการทำวิจัย.....	14
2 การจัดชั้นเรียนแบบร่วมมือและครูเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้.....	40
3 การแบ่งกลุ่มผู้เรียนเพื่อเข้ากลุ่มบ้าน.....	55
4 การเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ.....	55
5 การเชื่อมโยงสาระเรขาคณิตกับพีชคณิต.....	80
6 การเชื่อมโยงสาระการวัด เรขาคณิต และพีชคณิต.....	80
7 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านรูปสามเหลี่ยม.....	81
8 การหาผลคูณของ 327×154	83
9 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านรูปสามเหลี่ยม.....	86
10 กิจกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	94
11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของรูปสามเหลี่ยมกับความยาว รูปสามเหลี่ยม.....	95
12 ภาพสเกตช์จากคอมพิวเตอร์ของเจนนีเฟอร์.....	96
13 ผลงานการพิสูจน์หาจุดกึ่งกลางของด้านตรงข้ามมุมฉากทั้ง 4 แบบของนักเรียน เกรด 10 ในชั้นเรียนของครูโรบินสัน (Mr. Robinson) ประเทศสหรัฐอเมริกา.....	97
14 วิถีทางเดินของจุดยอด และจุดกึ่งกลางของด้านตรงข้ามมุมฉาก.....	98
15 วิธีการพับกระดาษวงกลมเป็นทรงสี่หน้า.....	101
16 กิจกรรมคำศัพท์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้การสอนเกี่ยวกับการพับทรงสี่หน้า.....	102
17 การหาความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ ของทรงสี่หน้าโดยไม่ต้องใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์.....	106
18 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	143

ผลการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ



บทคัดย่อ
ของ
เจริญขวัญ น้าพา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2554

เจริญขวัญ น้าพา. (2554). ผลการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์, รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เทียบกับเกณฑ์ และเปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษาที่ 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ระยะเวลาทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test for One Sample, t- test for Dependent Samples และสถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

ผลการวิจัยพบว่า

1.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่าสอดคล้องกันคือ

นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีจากการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่กระตือรือร้น สนใจ และสนุกสนานเมื่อทำกิจกรรมต่างๆ ด้านบุคคล พบว่านักเรียนส่วนใหญ่พอใจ ยินดี และสนุกสนานที่ได้ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อนๆและครูผู้สอน ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกพอใจ ต่อสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผ่อนคลาย

4.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



THE EFFECTS OF PROVIDING COOPERATIVE LEARNING ACCORDING TO
CONTEMPLATIVE EDUCATION ON MATHEMATICS ACHIEVEMENT,
CONNECTION ABILITY, AND LEARNING HAPPINESS OF
MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS ON TRIGONOMETRIC RATIOS



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

May 2011

Charoenkhwan Nampha. (2011). *The Effects of Providing Cooperative Learning According to Contemplative Education on Mathematics Achievement, Connection Ability ,and Learning Happiness of Mathayomsuksa 4 Students on Trigonometric Ratios*. Master Thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee: Assoc. Prof. Dr. Chaweewan Sawetamalya, Assoc. Prof. Dr. Chanwit Tiamboonprasert.

The purposes of this research were to compare mathematics achievement and mathematical connection ability of Mathayomsuksa IV after being provided cooperative learning according to contemplative education with a criterion and to compare mathematics learning happiness before and after being provided cooperative learning according to contemplative education.

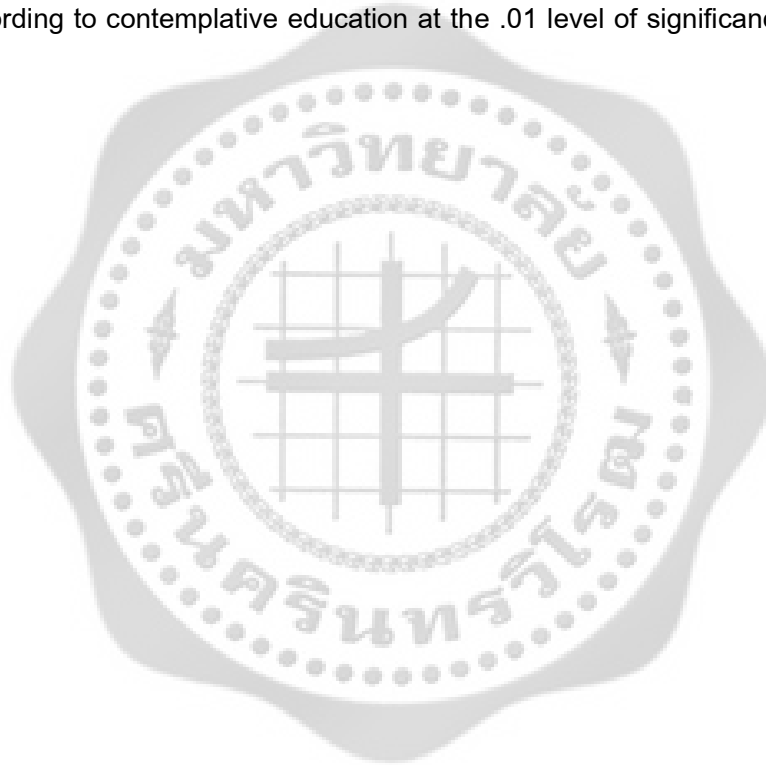
The subjects of this study were 40 Mathayomsuksa IV students in the second semester of the 2010 academic year at Nonghanwittaya school, Nonghan, Udonthani. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment was conducted for 19 fifty minute periods. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for the study. The research instruments included lesson plans for mathematics cooperative learning according to contemplative education, the mathematics achievement test, the mathematical connection ability test, the questionnaire on mathematics learning happiness, and the mathematical behavior learning observation form. The data were statistically analyzed by using t- test for Dependent Samples , t-test for One Sample and simple correlation of Pearson .

The findings were as follows:

1. The mathematics achievement of the experimental group after being provided cooperative learning according to contemplative education was statistically higher than the 70 percent criterion at the .01 level of significance.
2. The mathematical connection ability of the experimental group after being provided cooperative learning according to contemplative education was statistically higher than the 70 percent criterion at the .01 level of significance.
3. The mathematics learning happiness of the experimental group after being provided cooperative learning according to contemplative education was statistically higher than before learning at the .01 level of significance which satisfied the results of qualitative

data analysis. Students had good feelings on cooperative learning according to contemplative education in three aspects. For learning activities, most students were enthusiastic, interested, and fun in doing various activities. For personnel, most students were pleased, satisfied, and fun when they participated with friends and teacher doing activities. For the atmosphere, most students were satisfied with learning materials, environment and relaxed atmosphere.

4. The mathematics achievement had a positive relationship with the mathematics learning happiness of the experimental group after being provided cooperative learning according to contemplative education at the .01 level of significance.



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลกปัจจุบันเจริญขึ้นเพราะการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างควมมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่อกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย (สิริพร ทิพย์คง. 2545: 1) และคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือการเรียนรู้วิชาต่างๆ และเป็นเครื่องมือในการดำรงชีวิตที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่ง (วรรณิ โสมประยูร. 2540: 2) คณิตศาสตร์จึงเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษา แต่จากผลการประเมินด้านผู้เรียนโดยภาพรวม ในการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ของคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ในปี พ.ศ. 2552 พบว่า ผลการสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์ไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม คือได้คะแนนเฉลี่ย 28.56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2552: ออนไลน์) เนื่องจากที่ผ่านมากการศึกษาเป็นเรื่องที่เจ็บปวด เป็นเรื่องที่มีความทุกข์ โดยเน้นการท่องจำเนื้อหาจำนวนมาก ทำให้การเรียนเป็นไปได้อย่างยากและคนไทยจำนวนมากเป็นคนเกลียดการศึกษา (ประเวศ วะสี. 2543: 66) เพราะผู้เรียนรู้สึกว่ากระบวนการเรียนรู้เป็นทุกข์ อึดอัด น่าเบื่อหน่าย การเรียนการสอนเน้นเนื้อหาสาระ การสอบและคะแนนสอบจึงเป็นสิ่งพิพากษาความสำเร็จ (วิเศษ ชินวงศ์. 2544: 32)

การศึกษาวิชาการนอกตัวเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ไม่สามารถแก้ปัญหาและวิกฤตการณ์ต่างๆ อีกทั้งไม่สามารถนำพาสังคมไปสู่สุขภาวะได้ หากแต่การแสวงหาทางเลือกให้กับสังคมและมนุษยชาติ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพด้านในของมนุษย์ทั้งในเรื่องจิตใจและปัญญานั้น จะทำให้มนุษย์สามารถก้าวพ้นขอบเขตต่างๆ ที่ตายตัว เป็นเสมือนการต่อยอดความรู้เดิมที่มีอยู่เดิม อันจะเป็นการแก้ไขปัญหาความขัดแย้งระหว่างมนุษย์กับมนุษย์ และมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม (ชลลดา ทองทวี; และคนอื่นๆ. 2551: 3) เพราะระบบการศึกษากระแสหลักในปัจจุบันที่เน้นวิชาการเป็นหลักได้รับการวิพากษ์วิจารณ์ว่าเป็นระบบการศึกษาที่ขาดสมดุลเนื่องจากเน้นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทางวิชาการ แต่ขาดการเชื่อมโยงอย่างเป็นองค์รวม ทำให้ผู้เรียนเกิดความเครียด มีความกดดันสูง (กীরติวิทย์ สุวรรณธรรมา; และ นีออน พิณประดิษฐ์. 2551: 30)

ในภาวะเช่นนี้ มีการเรียนรู้แบบใหม่ที่เรียกว่าจิตตปัญญาศึกษา ที่มุ่งการพัฒนาด้านการวางพื้นฐานจิตใจและกระบวนทัศน์ใหม่ที่เป็นองค์รวมอย่างแท้จริง และเน้นการส่งเสริมศักยภาพของมนุษย์ในการเข้าถึงความจริง ความงาม และความดีเท่านั้น ที่จะสามารถช่วยให้คนในสังคมดำรงชีวิตและกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยจิตสำนึกที่ดีงามและความรับผิดชอบ และร่วมกันนำพาสังคมโลกไปสู่ความสุขที่แท้จริง ซึ่งเป็นความสุขที่เกิดจากปัญญา ความตระหนักรู้ และความเข้มแข็งทางจิตวิญญาณ (ธนา นิลชัยโกวิทย์; และคนอื่นๆ. 2550: 1) และสอดคล้องกับวิจักขณ์ พานิช (2550: 18) ที่กล่าวว่าจิตตปัญญาศึกษา คือ การเรียนรู้ด้วยใจอย่างใคร่ครวญ นัยที่ซ่อนอยู่ของคำคำนี้ มิใช่แสดงถึงรูปแบบของการศึกษาหรือระบบการศึกษา แต่เน้นไปที่ “กระบวนกร” กระบวนการเรียนรู้ในภาคความรู้เกิดขึ้นตลอดเวลาเป็นความรู้ที่เกิดจากประสบการณ์และกระบวนกรมากกว่าการท่องจำจากตำรา การเรียนรู้ด้วยใจอย่างใคร่ครวญ จะเกิดขึ้นได้ก็ด้วยสิ่งแวดล้อมที่สบาย และเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ด้านใน ผู้คนรู้จักรดน้ำใจให้คนรอบข้าง ให้ความสำคัญและเอาใจใส่จิตใจของผู้เรียนรู้ในทุกขณะ

ฉะนั้น จิตตปัญญาศึกษาจึงจำเป็นอย่างยิ่งยวด ทั้งสำหรับบุคคลทั่วไปและสำหรับการศึกษาทุกประเภทและทุกระดับ เพื่อให้สังคมเกิดจิตสำนึกใหม่มากพอที่จะยกตัวไปให้พ้นวิกฤติการณ์ปัจจุบัน (ประเวศ วะสี. 2550: 34) การนำจิตตปัญญาศึกษามาจัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจะเป็นแนวทางสำคัญที่จะช่วยเติมเต็มให้กับระบบการศึกษากระแสหลักและเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ไปถึงเป้าหมายที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตราที่ 6 กล่าวว่าการจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 5)

จากระบบการศึกษาในปัจจุบัน ซึ่งเป็นระบบของการแข่งขัน (Competitive Learning) หรือระบบแพ้คัดออก นักเรียนสอบแข่งขันกัน ในระบบการแข่งขัน ไม่มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันระหว่างผู้เรียน ผู้ที่สามารถสอบผ่านการคัดเลือก ก็ปลื้มปิติในตัวเอง ในขณะที่ผู้แพ้เกิดความรู้สึกว่า การเรียนเป็นสิ่งที่น่าเบื่อหน่าย ไม่รู้ว่าเรียนไปทำไม นักเรียนเหล่านี้มีผลการเรียนต่ำ ขาดแรงจูงใจในการเรียน (พรพรรณรัตน์ เ่งธรรมสาร. 2533: 35) การเรียนแบบร่วมมือเป็นอีกวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยลดปัญหาการแข่งขันและเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการเรียนแบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบของสมาชิกทุกคนในกลุ่มสมาชิกทุกคนมีบทบาทชัดเจน มีทักษะทางสังคม มีการพึ่งพาอาศัยกันจนทุกคนประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย (Johnson; Johnson; & Holubec. 1993: 1-3) จากการศึกษาของจอห์นสันและคนอื่นๆ ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอน 3 แบบ

คือ แบบให้ผู้เรียนแบบร่วมมือ แบบแข่งขัน และแบบให้แต่ละคนช่วยตนเอง เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และผลงานของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนการสอนดังกล่าวพบว่า การเรียนการสอนแบบให้ผู้เรียนแบบร่วมมือมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนแบบแข่งขันและแบบให้แต่ละคนช่วยตนเอง (Johnson; et al. 1981: 47-62) และสุรางคณา ยาหยี ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ภายหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (สุรางคณา ยาหยี. 2549: 114-117)

แม้ว่าปัจจุบันจะมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ต่างๆ มากมาย แต่ครูผู้สอนมักสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้เป็นเรื่องที่ไกลตัวนักเรียน ยกสถานการณ์สมมติที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง หรือยกโจทย์ปัญหาที่นักเรียนไม่มีวันได้พบในชีวิตประจำวัน หากสามารถจัดการเรียนรู้ให้เชื่อมโยงกับสิ่งต่างๆ ที่ใกล้ตัวนักเรียน นักเรียนจะทราบถึงผลที่เกิดขึ้นและสามารถนำเงินต้นมาการเชื่อมโยงไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาและสถานการณ์จำลองทางคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว (พิมพ์พร อสัมภิรพงศ์. 2552: 32) เนื่องจากการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป การเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นๆ ทำให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ (อัมพร ม้าคนอง. 2553: 60) นอกจากนั้นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ยังเป็นทักษะกระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ผักผ่อนทักษะ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะการที่นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น ตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551: 98)

การที่ผู้เรียนได้ทำสิ่งที่ตนสนใจ มีการแบ่งปันซึ่งกันและกัน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สมดุลและมีความสุข (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2542ก: 11) ถ้าเราจัดกระบวนการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและเกิดความรักในสิ่งที่กำลังเรียนรู้ จะทำให้ผู้เรียนมีความสุข และมีการหลังสารเคมีในสมองที่ทำให้มีความสุขซึ่งจะไปเพิ่มกระบวนการเรียนรู้ในสมอง (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์. 2544: 73) ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีความสุข ควรสอนจากเรื่องง่าย ๆ ไปหาเรื่องยาก รู้จักเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากกลุ่ม หรือคนที่มีความสามารถในการเรียน (จรรยารัตน์ ขวัญรัมย์. 2545: 8) นอกจากนี้

การเจริญสติ เจริญสมาธิ เจริญปัญญา จะทำให้ปัญญาดี มีอิสระ มีความสุข และสามารถทำสิ่งดี ๆ ได้
ทุกอย่าง (ประเวศ วะสี. 2543: 68)

เนื่องจากเหตุที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญา
ศึกษาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ รูปแบบการสอนนี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเลือกเนื้อหาเรื่อง
อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและ
พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้
มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา
แบบร่วมมือ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน
ตรีโกณมิติ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตต
ปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสุข
ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้
แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้ครูผู้สอนสามารถนำการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา
แบบร่วมมือไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการเชื่อมโยง
และสร้างความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำผล
ที่ได้ไปพัฒนาปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ อีกทั้งยัง
เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายให้กับครูผู้สอนได้

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา ตำบลหนองหาน อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 360 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา ตำบลหนองหาน อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน จากห้องเรียนทั้งหมด 8 ห้อง ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบกระจายความสามารถของนักเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของโรงเรียนหนองหานวิทยา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยจัดเวลาเรียน 15 คาบ

1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ	จำนวน	10	คาบ	
2. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ	จำนวน	5	คาบ	
	รวม	จำนวน	15	คาบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินการทดลองสอน 15 คาบ ทำแบบสอบถามก่อนและหลังเรียนจำนวน 2 คาบ และทดสอบหลังเรียนจำนวน 2 คาบ

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
3. ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. จิตตปัญญาศึกษา หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาจิตใจ ปัญญา ความคิด อารมณ์ภายในตนเองอย่างแท้จริงเพื่อให้เกิดความตระหนักรู้ในตนเอง รู้ถึงคุณค่าของสิ่งต่างๆ โดยปราศจากอคติ ให้ความสำคัญและเอาใจใส่จิตใจของผู้เรียนรู้ในทุกขณะ เกิดความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ โดยเน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติ

2. กระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปรัชญา หลักการพื้นฐานแนวจิตตปัญญาศึกษาเช่น หลักการฟังอย่างลึกซึ้ง หลักความรักความเมตตา หลักชุมชนแห่งการเรียนรู้ และใช้กิจกรรมการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษามาใช้ในการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้สนใจในกิจกรรมที่เห็นว่ามีเหมาะสม สำหรับนำไปใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ การทักทาย การทำสมาธิ สุนทรียสนทนา การพูดและฟังอย่างมีสติ สายธารชีวิต การนวดคลายเครียด การเขียนบันทึก และภาพวาดสายธารกิจกรรม

2.1 การทักทาย เป็นกิจกรรมแรกของกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา ก่อนเริ่มจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างบรรยากาศแห่งมิตรภาพและความอบอุ่นในห้องเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

2.1.1 ครูผู้สอนชี้แจงกิจกรรมว่า ให้นักเรียนในห้องทักทายกันและกัน โดยเดินไปรอบ ๆ ห้อง และพยายามทักทายให้ทั่วถึง จะทักทายโดยการสัมผัส โอบกอด ส่งยิ้มให้กัน หรือไต่ถามทุกข์สุขกันสั้น ๆ ก็ได้ ใช้เวลา 1-2 นาที

2.1.2 เริ่มเปิดดนตรี และให้นักเรียนเดินทักทายกันตามสบาย ครูผู้สอนให้สัญญาณบอกเมื่อหมดเวลาที่กำหนด ใช้เวลา 5 นาที

2.2 การทำสมาธิ มุ่งเน้นความสงบตั้งมั่นของร่างกายและจิตใจ โดยจัดให้ผู้เรียนนั่งบนเก้าอี้ หรือนั่งล้อมวงบนพื้น เป็นเวลา 5 นาที เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้

2.3 สุนทรียสนทนา โดยให้ผู้เรียนนั่งเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 4-5 คน ตามที่ครูผู้สอนจัดให้มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า การพูดทีละคนไม่พูดแทรก ไม่ขัดจังหวะ ฟังกันอย่างลึกซึ้ง ห้อยแขวนการตัดสินใจ พูดคุยกันโดยจะมีวาระหรือไม่มีวาระก็ได้ อาจจะทำได้โดย เมื่อใครพร้อมที่จะพูด ให้หยิบปากกาหรือวัตถุที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นนั้นว่า เมื่อใดก็ตามที่หยิบวัตถุสิ่งนี้ขึ้นมาแล้ว จะได้รับสิทธิในการพูด คนอื่นๆ มีหน้าที่ฟังเท่านั้น

2.4 การพูดและฟังอย่างมีสติ เพื่อปูพื้นฐานให้ผู้เรียนมีสติและทดลองฝึกสติในชีวิตประจำวัน และสร้างบรรยากาศของความคุ้นเคยในกลุ่มสมาชิก มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

2.4.1 ผู้สอนบรรยายวิธีการและประโยชน์ของการพูดและการฟังอย่างมีสติ โดยใช้หลักกรรมเรื่องสัมมาวาจา และความรู้สึกตัว

2.4.2 ผู้สอนอธิบายกิจกรรมว่า ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจับคู่กัน ผลัดกันเล่าเรื่องประทับใจของตนเอง โดยผู้พูดมีความรู้สึกตัวในการพูด ผู้ฟังมีความรู้สึกตัวในการฟัง และขอให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมแต่ละคน เลือกจับคู่กับคนที่ตนคุ้นเคยน้อยที่สุดในห้องเรียน

2.4.3 ให้อาจารย์ผู้เรียนฝึกการพูดและฟังอย่างมีสติคู่ละ 8 นาที โดยให้บริหารเวลากันเองในคู่ของตน (หรือครูผู้สอนจะเคาะระฆังบอกเวลาให้ก็ได้)

2.4.4 กลับมาสะท้อนและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในกลุ่มใหญ่ เป็นเวลา 10 นาที

2.5 สายธารชีวิต เพื่อให้ผู้เรียนได้ใคร่ครวญชีวิตที่ผ่านมาอย่างลึกซึ้งเพื่อความเข้าใจตนเอง และตระหนักถึงจุดแข็งที่ภาคภูมิใจ และจุดอ่อนที่ควรแก้ไขพัฒนา เพื่อการยอมรับตนเองและเปิดเผยตัวตนให้ผู้อื่นรู้จักและเข้าใจ เพื่อเปิดใจยอมรับผู้อื่นและความแตกต่าง เพื่อสร้างความไว้วางใจกันและกันในกลุ่มสมาชิกกลุ่ม แบ่งกลุ่มย่อยประมาณกลุ่มละ 4 – 5 คน ตามเงื่อนไขเวลา การจัดห้องแบบไม่เป็นทางการ เช่น นั่งล้อมวงกับพื้น/นั่งเก้าอี้ มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

2.5.1 ครูผู้สอนให้ทุกคนนั่งในที่ที่สบาย ผ่อนคลาย หลับตาลง ผู้สอนกล่าวนำให้สมาชิกปลดปล่อยใจให้เป็นอิสระ ตู้อใจ และความคิดของตน ณ ขณะปัจจุบันวางเรื่องราวต่าง ๆ ลง ปล่อยใจให้ว่าง พร้อมทั้งจะบอกเรื่องราวความรู้สึกนึกคิดของตัวเองออกมาโดยไม่ต้องคิด/สั่งเพียงแต่ใคร่ครวญ ตั้งคำถามกลับไปมองชีวิตที่ผ่านมาว่า

- มีเหตุการณ์และเรื่องราวอะไรบ้างที่มีอิทธิพล หรือส่งผลกับชีวิตเราทำให้หึกเห หรือช่วยหล่อหลอมเรา ทั้งในทางดี และในด้านที่เจ็บปวด เป็นบาดแผลใจ ฯลฯ แล้วถ่ายทอดเรื่องราวนั้นออกมาเป็นภาพ หรือเรื่องราวเหตุการณ์นั้นจะเกิดในวัยเด็ก วัยรุ่น หรือเมื่อไม่นานมากก็ได้ เรื่องที่เกิดอาจทำให้เราเกิดมุมมองใหม่ที่ยังไม่เคยปรากฏมาก่อน

- ให้กลับมาสู่ชีวิต ณ ปัจจุบัน นี้ ลองทบทวนเรื่องราวที่เกิดขึ้นใน 2 ปีที่ผ่านมา เรื่องที่เป็นความสุข/ทุกข์ อย่างที่สุดของเรา แล้วลองสำรวจตนเองว่าอะไรที่เป็นจุดแข็งและภาคภูมิใจในตนเอง อะไรที่เป็นจุดอ่อน เป็นสิ่งที่ไม่ค่อยพอใจในตนเอง ลองรับรู้โดยตรง ๆ จากนั้นวาดเป็นภาพ หรือเขียนบรรยายเรื่อง (หากไม่ถนัดในการสื่อด้วยภาพ) ทั้งสองประเด็นคือจุดแข็งและจุดอ่อน

2.5.2 เล่าสายธารชีวิตในกลุ่มย่อย โดยขอให้ฟังอย่างลึกซึ้ง ฟังด้วยหัวใจ ด้วยความเคารพ ไม่แนะนำสั่งสอนและไม่นำเรื่องไปเล่าต่อ ให้เวลาเล่าเรื่องคนละ 5 นาที โดยจะมีเสียงระฆังเตือนเมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที และบอกอีกครั้งหนึ่งเมื่อหมดเวลา

2.5.3 หลังจบกิจกรรมทุกคนอยู่กับตนเอง ใครครวญเรื่องราวที่ได้รับฟังเพื่อความเข้าใจตัวตนของเพื่อน สังเกตเห็นความไว้วางใจที่เพื่อนมีให้เรา โดยการเปิดเผยเรื่องราวตัวตนของเขา และสำรวจผลกระทบที่เกิดขึ้นในตัวเราจากการฟัง เรื่องราวของเพื่อน และการเล่าเรื่องราวของตนเอง

2.6 การนัดคลายเครียด มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบรรยากาศแห่งความผ่อนคลาย ความเอื้ออาทรและช่วยเหลือกันระหว่างผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับหลักเบื้องต้นของการนัดผ่อนคลายและให้สมาชิกกลุ่มสามารถดูแลร่างกายตนเองได้โดยเฉพาะในยามเกิดความตึงเครียด มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

2.6.1 ครูผู้สอนให้นักเรียนนั่งบนพื้นหรือเก้าอี้ตามสบาย (ปรับตามสภาพแวดล้อมของห้องเรียน) แล้วให้นั่งสมาธิประมาณ 3 นาที

2.6.2 หลังจากนั่งสมาธิประมาณ 3 นาที ครูผู้สอนให้ทุกคนลืมตาขึ้นและเริ่มต้นนำกิจกรรมการนัดเพื่อผ่อนคลาย โดยมีวิธีการคือ การใช้ 2 มือนัดหน้าผาก ขอบคิ้ว ขอบเบ้าดวงตา ขมับ กลางศีรษะ ไบหู ร่องข้างจมูก ร่องระหว่างจมูกกับริมฝีปาก ร่องระหว่างริมฝีปากกับคางท้ายทอย คอด้านหลัง บ่า ไหล่ แขนซ้าย แขนขวา มือซ้าย มือขวา นิ้วทั้ง 10 นิ้ว ขา สะโพก ซ้าย สะโพกขวา หน้าขาซ้าย หน้าขาขวา ลูกสะบ้าเข้าซ้าย ลูกสะบ้าเข้าขวา หน้าแข้งซ้าย หน้าแข้งขวา หน้าเท้าหลังเท้าซ้าย หน้าเท้าหลังเท้าขวา น่องซ้าย น่องขวา ดัดเอว และดัดหลัง ซึ่งทั้งหมดนั้นเป็นการนัดเพื่อกระตุ้นประสาท ทำให้โลหิตไหลเวียน ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

2.6.3 จากนั้นครูผู้สอนขอให้แต่ละคนจับคู่เพื่อสลักกันนัดให้กับผู้อื่น โดยเน้นที่การสร้างสัมผัสที่ดี อ่อนโยน อบอุ่น อันถือเป็นการมอบความรู้สึกและความปรารถนาดีให้กับเพื่อน

2.7 การเขียนบันทึก มีเป้าหมายเพื่อการฝึกสติ โดยเฝ้ามองสภาวะภายในสะท้อนตัวผู้เรียนเอง โดยให้ผู้เรียนจดบันทึกความรู้ ความรู้สึก หรือสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้เป็นข้อความสั้นๆ ลงในกระดาษหรือสมุดบันทึกเล่มเล็ก เพื่อการทบทวน ใครครวญ สิ่งที่ผ่านมาจากการเรียนรู้วันนี้

2.8 ภาพวาดสายธารกิจกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนและสรุปการเรียนรู้จากการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาแบบร่วมมือ และให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ทบทวนใครครวญตนซ้ำว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง จะนำไปใช้อย่างไร เพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้สู่สภาพการณ์ทำงานจริง

และมองแนวทางแก้ไข เพื่อประโยชน์ในการทำงานกลุ่มอย่างสร้างสรรค์และมีความสุข โดยบันทึกเพิ่มเติมลงในภาพ สายธารกิจกรรม บอกความประทับใจให้เพื่อนในห้องเรียน ทราบว่าได้เรียนรู้อะไรจากการเรียนครั้งนี้ และจะนำกลับไปใช้อย่างไรบ้าง โดยครูผู้สอน เตรียมอุปกรณ์วาดภาพ เช่น ดินสอสี สีเทียน ใช้เวลา 50 นาที มีขั้นตอนการทำกิจกรรมดังนี้

2.8.1 ให้ผู้เรียนอยู่ในความสงบแล้วกล่าวนำจินตนาการทบทวนกิจกรรมตั้งแต่เริ่มแรก จนกิจกรรมสุดท้าย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนร่วมทบทวนประสบการณ์และให้ย้อนระลึกถึงอารมณ์ ความรู้สึก ความคิด และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา

2.8.2 ให้เวลาผู้เรียนได้ใคร่ครวญและทบทวนประสบการณ์ที่ผ่านมา เียบ ๑ สักครู่หนึ่ง

2.8.3 ผู้สอนเชื้อเชิญให้สมาชิกร่วมกันแสดงความรู้สึกต่อกระบวนการและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นทั้งด้านลบและด้านบวกลงบนภาพสายธารกิจกรรม โดยจะแสดงออกเป็นภาพวาด สัญลักษณ์ บทกวี ถ้อยคำ อย่างไม่จำกัดตามอิสระ โดยทำเป็นกลุ่มย่อยที่ตามที่ครูผู้สอนแบ่งกลุ่มให้

2.8.4 อภิปรายสรุปการเรียนรู้ทั้งห้องเรียน โดยเชื่อมโยงกับสิ่งที่สมาชิกในห้องเพิ่มเติม

หมายเหตุ: ทุกกิจกรรมสามารถปรับเปลี่ยนเวลา และสถานที่ได้ตามความเหมาะสม

3. การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ ครอบคลุมความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือกันและกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่ม เกิดการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และด้านจิตใจ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์ (STAD) ปริศนาความคิด (Jigsaw II) และแบบการเรียนรู้ด้วยกัน (Learning Together)

3.1 แบบแบ่งกลุ่มผลประโยชน์ (Student Teams Achievement Divisions: STAD) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอบทเรียน ครูนำเสนอเนื้อหา ทักษะหรือวิธีการเกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ โดยใช้สื่อประกอบการสอนที่น่าสนใจ การตั้งคำถามและกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นทำกิจกรรมกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คนที่มีความสามารถทางการเรียนคละกัน โดยครูมอบหมายใบความรู้ แบบฝึกหัด ใบงาน ให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันทำงานและทบทวนความรู้ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน คนที่เก่งกว่าช่วยคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มต้องแน่ใจว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มพร้อมสำหรับการ

ทดสอบย่อย เมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาให้นักเรียนช่วยเหลือกันภายในกลุ่มก่อนที่จะถามครูหรือถามเพื่อนกลุ่มอื่น

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย ครูจัดให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหรือใบงานหรือแบบฝึกหัด หลังจากนักเรียนเรียนและทบทวนเป็นกลุ่มเกี่ยวกับเรื่องที่กำหนด นักเรียนทำแบบทดสอบใบงาน หรือแบบฝึกหัดคนเดียวไม่มีการช่วยเหลือกัน

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบของผู้เรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขึ้นให้รางวัลกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากันให้ใช้คะแนนเฉลี่ยแทนคะแนนรวม) จะได้รับคำชมเชยโดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ด หรือป้ายนิเทศของห้องเรียน

3.2 ปริศนาความคิด (Jigsaw II) หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขึ้นนำเสนอบทเรียน ครูนำเสนอบทเรียน ด้วยสื่อที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 2 ขึ้นทำกิจกรรมกลุ่มย่อย ครูแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่าๆกัน เท่ากับจำนวนหัวข้อที่จะศึกษา แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถทางการเรียนคละกัน

- จัดผู้เรียนให้มีความสามารถคละกัน เรียกว่า “กลุ่มบ้าน” (Home Groups) แล้วมอบหมายให้สมาชิกแต่ละคนศึกษาหัวข้อที่ต่างกัน

- ผู้เรียนที่ได้รับหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มมานั่งด้วยกัน เพื่อทำงานและศึกษาร่วมกันในหัวข้อดังกล่าว เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ” (Expert Groups) ในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ สมาชิกจะอ่านเอกสาร สรุปเนื้อหาสาระ จัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอ เพื่อเตรียมทุกคนให้พร้อมที่จะไปสอนหัวข้อนั้น ที่กลุ่มเดิมของตนเอง ที่เรียกว่ากลุ่มบ้าน

- สมาชิกแต่ละคนออกจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปกลุ่มเดิมของตน ผลัดกันอธิบายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษาให้เพื่อนฟังจนครบทุกหัวข้อ มีการซักถามข้อสงสัยตอบปัญหา ทบทวนความเข้าใจชัดเจน

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเนื้อหาทั้งหมดทุกหัวข้อ โดยสมาชิกในกลุ่มไม่ได้ช่วยทำ

ขั้นที่ 4 ขึ้นรวมคะแนนกลุ่ม ตรวจแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขึ้นให้รางวัลกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุด หรือได้คะแนนผ่านเกณฑ์จะได้รับคำชมเชยหรือรางวัล

3.3 แบบการเรียนรู้ด้วยกัน (Learning Together) หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอบทเรียน ผู้สอนนำเสนอปัญหา หรือหัวข้ออภิปราย ด้วยสื่อการสอนที่หลากหลายน่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นทำกิจกรรมกลุ่มย่อย

- ครูแจกแบบฝึกหัดหรือใบงานกลุ่มละ 1 ชุด ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะแบ่งหน้าที่ดังนี้

สมาชิกคนที่ 1 อ่านคำสั่ง หรือขั้นตอนการดำเนินงาน

สมาชิกคนที่ 2 ฟังขั้นตอน รวบรวมข้อมูล และจดบันทึก

สมาชิกคนที่ 3 อ่านคำถาม และหาคำตอบ

สมาชิกคนที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ(ข้อมูล)

- สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันหาคำตอบจนเสร็จทุกข้อ

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย แต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบเพียงแผ่นเดียวหรือส่งชิ้นงาน ที่ทุกคนในกลุ่มยอมรับ ซึ่งทุกคนจะได้คะแนนเท่ากัน

ขั้นที่ 4 ขั้นรวมคะแนนกลุ่ม ผู้สอนตรวจคำตอบด้วยตนเอง หรืออาจจะให้แต่ละกลุ่มผลัดกันตรวจคำตอบ โดยมีแนวเฉลยคำตอบให้ แล้วรวมคะแนนกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขั้นให้รางวัลกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุด หรือได้คะแนนผ่านเกณฑ์จะได้รับคำชมเชยหรือรางวัล

4. กระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ หมายถึง การนำกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษามาผสมผสานกับการเรียนแบบร่วมมือซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นเตรียม แบ่งกลุ่มนักเรียนประมาณ 3-5 คน คละความสามารถ เพศ แนะนำระเบียบกลุ่ม บทบาทหน้าที่ แจ่งจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วทำกิจกรรมจิตตปัญญาศึกษารูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสม เช่น การทำสมาธิ สุนทรียสนทนา ทักทาย การนวดคลายเครียด การพูดและฟังอย่างมีสติ และสายธารชีวิต

4.2 ขั้นนำเสนอบทเรียน นำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แหล่งข้อมูล มอบหมายงานให้แต่ละกลุ่ม ด้วยความเป็นกัลยาณมิตรกับผู้เรียนโดยใช้หลักการทางจิตตปัญญาศึกษาเช่น หลักความรักความเมตตา

4.3 ขั้นกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนฝึกทักษะการเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อย แต่ละคนมีบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตนเอง โดยในขั้นนี้จะใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือดังนี้ คือเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) หรือปริศนาความคิด (Jigsaw II) หรือแบบการเรียนรู้ด้วยกัน (Learning Together) ซึ่งเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้จะต้องเหมาะสมกับเนื้อหา และ

จุดประสงค์ของการเรียนแต่ละเรื่อง ในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนจะใช้หลักการทางจิตตปัญญาศึกษาในการทำงานคือ หลักการฟังอย่างลึกซึ้ง หลักความรักความเมตตา หลักชุมชนแห่งการเรียนรู้ เพื่อที่กลุ่มจะได้มีการช่วยเหลือ ร่วมแรงร่วมใจกันในการทำงาน และผู้เรียนต้องตระหนักถึงคุณค่าความเป็นมนุษย์ของเพื่อนในกลุ่ม แม้ว่าเพื่อนในกลุ่มจะมีความสามารถทางการเรียนน้อยกว่าตนเองก็ตาม

4.4 ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ เน้นการตรวจผลงานกลุ่มและผลงานรายบุคคลโดยอาจจะเป็นการอภิปรายผลงานกลุ่ม จากนั้นทดสอบความรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล แล้วเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่มซึ่งจะเป็นคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มด้วย

4.5 ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม

4.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน มีการเขียนบันทึกสิ่งที่ได้จากการเรียนในคาบเรียนนี้ สั้นๆ อาจจะเป็นความรู้ที่ได้ หรือความรู้สึก ประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้จากการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน นอกจากนั้นครูผู้สอนอาจจะเพิ่มเติมความรู้ที่จำเป็นในเนื้อหา

4.5.2 ประเมินผลการทำงานกลุ่ม อะไรคือจุดเด่น อะไรคือสิ่งที่ต้องปรับปรุงให้การเสริมแรงโดยการชมเชยหรือให้รางวัลกับกลุ่มที่ทำงานได้ผ่านเกณฑ์หรือกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด และให้กำลังใจกับกลุ่มที่ทำงานยังไม่ผ่านเกณฑ์

4.5.3 นำกิจกรรมจิตตปัญญาศึกษาเช่น การเขียนบันทึก และภาพวาดสายธารกิจกรรม ที่เหมาะสมสำหรับคาบเรียนนั้น

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด(Cognitive Domain) ดังที่วิลสัน (Wilson. 1971: 643-696) จำแนกไว้ 4 ระดับ สรุปได้ ดังนี้

5.1 ความรู้ ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และการใช้กระบวนการคิดคำนวณ

5.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับกับมโนคติหลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง การติดตามแนวของเหตุผล การอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.3 การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประกอบอยู่ระหว่างเรียนความสามารถในการเปรียบเทียบ ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน

5.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียน การค้นหาความสัมพันธ์ การสร้างข้อพิสูจน์ การตรวจสอบข้อพิสูจน์ การสร้างและการทดสอบสูตร

6. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ อาจเป็นการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ หรือเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประเมินโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric scoring) แบบการให้คะแนนแบบรวม (Holistic scoring)

7. ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีอันเกิดจากการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การที่นักเรียนมีความรู้สึกดีต่อประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ รู้สึกกระตือรือร้น สนใจ มุ่งมั่น สนุกสนาน อยากทำกิจกรรม อยากร่วมกิจกรรม

ด้านบุคคล หมายถึง ความรู้สึกดีที่นักเรียนมีต่อประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับตนเอง เพื่อนและครูผู้สอน ได้แก่ ดีใจ พอใจ ยินดี ภูมิใจ สนุกสนานที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนและครู และความรู้สึกดีที่ได้อยู่กับเพื่อนและครูผู้สอน

ด้านสภาพแวดล้อม หมายถึง ความรู้สึกดีที่นักเรียนมีต่อสื่อ อุปกรณ์ และสภาพบรรยากาศในห้องเรียน ได้แก่ รู้สึกพอใจที่มีสื่อการเรียนที่เหมาะสม พอใจกับบรรยากาศในห้องเรียนที่ผ่อนคลาย

ประเมินได้จากการทำแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของมารุต พัฒผล (2546: 108-109) และ สายสมร โลหะกิจ (2546: 131-134) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

8. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยที่ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา (2545: 126)

คะแนนร้อยละ 80 - 100	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงอยู่ในระดับ ดีมาก
คะแนนร้อยละ 70 - 79	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงอยู่ในระดับ ดี
คะแนนร้อยละ 60 - 69	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงอยู่ในระดับ พอใช้
คะแนนร้อยละ 50 - 59	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงอยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์
คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50	หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงอยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการให้กลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นโดยใช้แนวคิดการเรียนแบบร่วมมือของ สลาวิน(Slavin) ร่วมกับการใช้กระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา แนวคิดดังกล่าวสามารถกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการกระบวนการเรียนรู้

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา
 - 1.1 ความหมายของจิตตปัญญาศึกษา
 - 1.2 ความเป็นมาของจิตตปัญญาศึกษา
 - 1.3 ปรัชญาพื้นฐานของการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา
 - 1.4 หลักการพื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา
 - 1.5 กิจกรรมการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา
 - 1.6 แนวทางการนำแนวคิดจิตตปัญญาศึกษาไปประยุกต์ใช้ในวงการศึกษา
 - 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตตปัญญาศึกษา
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.1 ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.2 องค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.3 ขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.4 เทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.5 การเรียนแบบร่วมมือกับการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.6 บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.7 ประโยชน์ของการจัดการเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยงในลักษณะต่างๆ
 - 3.4 การพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.6 การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของความสุขในการเรียน
 - 4.2 ความหมายของความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

- 4.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความสุข
- 4.4 องค์ประกอบของความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
- 4.5 แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
- 4.6 ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนที่มีความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
- 4.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 5.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 5.3 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้แนวคิดปัญญา

1.1 ความหมายของจิตตปัญญาศึกษา

ฮาร์ท (Hart. 2004: 28) กล่าวถึง Contemplation ว่า เป็นการใช้วิธีต่าง ๆ เช่น การพิจารณาใคร่ครวญ บทกวี และการทำสมาธิที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้จิตที่มีความวุ่นวายอยู่ตามปกติสงบขึ้น เพื่อขจัดความสามารถในการตระหนักรู้ การมีใจจดจ่อ และการเข้าใจอย่าง ชัดแจ้งให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ซาจองซ์ (Zajonc. 2010: Online) กล่าวว่า Contemplation จะทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงแบบใหม่กับตัวเอง ผู้อื่น และโลก ให้ความรู้ที่ไม่ใช่บนพื้นฐานข้อมูลและการแบ่งแยกกันระหว่างการดำรงอยู่ในสภาวะที่เป็นจริงกับความคิดเห็นของตัวเอง แต่เป็นความรู้และปัญญาที่เข้าถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสรรพสิ่ง และเป็นการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลง

จิรัฐกาล พงศ์ภคเธียร (2550: 8) กล่าวว่าจิตตปัญญาศึกษา หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ด้วยใจอย่างใคร่ครวญ การศึกษาที่เน้นการพัฒนาความคิด จิตใจ อารมณ์ภายในตนเองอย่างแท้จริงเพื่อให้เกิดความตระหนักรู้ในตนเอง รู้ถึงคุณค่าของสิ่งต่างๆ โดยปราศจากอคติ เกิดความรักความเมตตาอ่อนน้อมต่อธรรมชาติ มีจิตสำนึกต่อส่วนร่วม และสามารถเชื่อมโยงศาสตร์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในชีวิตได้อย่างสมดุล

ธนา นิลชัยโกวิทย์; และคนอื่นๆ (2550: 5) ได้กล่าวว่า จิตตปัญญาศึกษา หมายถึง การศึกษาที่เน้นการพัฒนาจิตใจและปัญญาอย่างแท้จริง ทำให้เข้าถึง ความจริง ความดี ความงามทั้งในตนเอง และในสิ่งต่างๆ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขั้นพื้นฐานในตน (personal transformation)

วิจักขณ์ พานิช (2550: 18) กล่าวว่าจิตตปัญญาศึกษา หมายถึง การเรียนรู้ด้วยใจอย่างใคร่ครวญ นัยที่ซ่อนอยู่ของคำคำนี้ มิใช่แสดงถึงรูปแบบของการศึกษาหรือระบบการศึกษา แต่

เน้นไปที่ “กระบวนการ” กระบวนการเรียนรู้ในภาคความรู้เกิดขึ้นตลอดเวลาเป็นความรู้ที่เกิดจากประสบการณ์และกระบวนการมากกว่าการท่องจำจากตำรา การเรียนรู้ด้วยใจอย่างใคร่ครวญจะเกิดขึ้นได้ก็ด้วยสิ่งแวดล้อมที่สบาย และเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ด้านใน ผู้คนรู้จักรดน้ำใจให้คนรอบข้าง ให้ความสำคัญและเอาใจใส่จิตใจของผู้เรียนรู้ในทุกขณะ

ราชบัณฑิตยสถาน (2551: 88) กล่าวว่า Contemplative Education: จิตตปัญญาศึกษา หมายถึง การศึกษาที่สร้างกระบวนการทัศน์ใหม่ต่อชีวิตและความเป็นมนุษย์ เน้นการปลุกฝังความตระหนักรู้ภายในตน ความเมตตาและจิตสำนึกต่อส่วนรวม การนำปรัชญาและศาสนธรรมมาพัฒนาจิต ฝึกปฏิบัติจนมีสติและเกิดปัญญา สามารถเชื่อมโยงศาสตร์ต่างๆ มาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์

นฤมล อเนกวิทย์ (2552: 15) ได้ให้ความหมายของจิตตปัญญาศึกษา หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ด้วยใจอย่างใคร่ครวญ ประกอบด้วย 1) การฟังอย่างลึกซึ้ง ซึ่งในความหมายได้รวมเอาการรับรู้ทางอื่นของประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้วย 2) การน้อมสู่ใจอย่างใคร่ครวญ (Contemplation) 3) การเฝ้ามองเห็นตามที่เป็นจริง (Meditation) ผลการเรียนรู้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขั้นพื้นฐานในตนเอง (Transformative learning)

ประเวศ วะสี (2553: ออนไลน์) ได้ให้ความหมายของ จิตตปัญญาศึกษา คือ การศึกษาที่ทำให้เข้าใจด้านในของตัวเอง รู้ตัว เข้าถึงความจริง ทำให้เปลี่ยนมุมมองเกี่ยวกับโลกและผู้อื่น เกิดความเป็นอิสระ ความสุข ปัญญา และความรักอันไพศาลต่อเพื่อนมนุษย์และสรรพสิ่ง หรืออีกนัยหนึ่ง เกิดความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ โดยเน้นการศึกษาจากการปฏิบัติ เช่น จากการทำงาน ศิลปะ โยคะ ความเป็นชุมชน การเป็นอาสาสมัครเพื่อสังคม สุนทรียสุนทนา การเรียนรู้จากธรรมชาติ และจิตตภาวนา

อัคพงษ์ สุขมาตย์ (2553: 8) กล่าวว่า จิตตปัญญาศึกษา หมายถึง การศึกษาที่มุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาด้านใน ซึ่งประกอบด้วยจิตและการคิด ผ่านการฝึกปฏิบัติจากกิจกรรมที่หลากหลาย จนเกิดกระบวนการคิดใคร่ครวญด้วยจิตใจที่มีความเมตตากรุณา ทำให้จิตใจเปิดกว้างสามารถทำความเข้าใจกับสิ่งต่างๆ จนเกิดคุณลักษณะความตระหนักรู้ในตนเอง ความเมตตากรุณา และจิตสาธารณะ สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้กับการปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งการจัดการศึกษาตามแนวคิดจิตตปัญญาศึกษานี้จะเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ จุดประสงค์การเรียนรู้กับกระบวนการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล

จากความหมายของจิตตปัญญาศึกษาที่กล่าวมา สรุปได้ว่าจิตตปัญญาศึกษาหมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาจิตใจ ปัญญา ความคิด อารมณ์ภายในตนอย่างแท้จริงเพื่อก่อให้เกิดความตระหนักรู้ในตนเอง รู้ถึงคุณค่าของสิ่งต่างๆ โดยปราศจากอคติ ให้ความสำคัญและเอาใจใส่จิตใจของผู้เรียนรู้ในทุกขณะ เกิดความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ โดยเน้นการปฏิบัติ

1.2 ความเป็นมาของจิตตปัญญาศึกษา

มหาวิทยาลัยนาโรปะ (Naropa University. 2010: Online) กล่าวว่ามหาวิทยาลัยนาโรปะ ในรัฐโคโลราโด ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นผู้บุกเบิก จิตตปัญญาศึกษา โดยได้ฝึกปฏิบัติกับโรงเรียนในเครือ ระดับก่อนอนุบาล มาตั้งแต่ปี ค.ศ.1974 และได้เปิดเป็นภาควิชาจิตตปัญญาศึกษา ในปี ค.ศ. 1990 โดยเน้นการจัดการเรียนรู้นบนพื้นฐานของศาสนาพุทธ นิกายวัชรยาน ในช่วงแรกของการเปิดสอนจะเป็นการเรียนแบบออนไลน์ ให้บริการกับครูผู้สอนตั้งแต่ระดับก่อนอนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษา จุดมุ่งหมายของจิตตปัญญาศึกษาคือ ให้ครูผู้สอนจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้นบนพื้นฐานของความเมตตา ผ่านมุมมองการศึกษาด้วยใจอย่างไคร่ครวญ การไตร่ตรอง การตื่น การตระหนักรู้ การเอาใจใส่ผู้เรียนทั้งร่างกายและจิตใจ โดยมีโรงเรียนอลายา (Alaya) ซึ่งเป็นโรงเรียนก่อนวัยเรียนและเป็นส่วนหนึ่งของภาควิชาจิตตปัญญาศึกษา ถูกก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1977 โดยเชอเกียม ตรุงปะ รินโปเช ซึ่งเป็นผู้ก่อตั้งมหาวิทยาลัยนาโรปะด้วย และผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีสาขาจิตตปัญญาศึกษาจากที่นี่ จะได้สอนที่โรงเรียนอลายา

พงษ์ธร ตันติฤทธิศักดิ์; และคนอื่นๆ (2552ก: 2-6) ได้กล่าวถึงความเป็นมาของจิตตปัญญาศึกษาว่า Contemplative Education ได้เริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1974 ที่มหาวิทยาลัยนาโรปะ ในรัฐโคโลราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา มหาวิทยาลัยแห่งนี้ถูกก่อตั้งโดย เชอเกียม ตรุงปะ รินโปเช และจัดการเรียนรู้นบนพื้นฐานของพุทธศาสนานิกายวัชรยาน แม้จะก่อตั้งมานานแต่มหาวิทยาลัยกลับเริ่มเป็นที่รู้จักแพร่หลายยิ่งขึ้นในช่วงไม่กี่ปีมานี้ในหมู่นักการศึกษา ทั้งยังมีอิทธิพลต่อเครือข่ายการศึกษาระดับอุดมศึกษาหลายแห่ง เช่น เครือข่าย Five Colleges หรือ มหาวิทยาลัย 5 แห่ง คือ Amherst College, Hampshire College, Mount Holyoke, Smith College, และ University of Massachusetts, Amherst หรือเครือข่ายในมลรัฐโคโลราโดได้แก่ Rocky Mountain Contemplative Higher Education Network (RMCHEN) ซึ่งเริ่มเปิดตัวอย่างเป็นทางการในเดือนกันยายน ค.ศ. 2006

มหาวิทยาลัยนาโรปะเลือกใช้คำว่า Contemplative Education เพื่อให้ความหมายว่าเป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นการสืบค้นสำรวจภายในตนเอง เป็นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง และการรับฟังด้วยใจเปิดกว้าง นำไปสู่การตระหนักรู้จักตนเอง การหยั่งรู้และการเปิดกว้างยอมรับความหลากหลายอุดมของโลก ด้วยการตระหนักเข้าใจตนเองนี้จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความชื่นชมในคุณค่าของประสบการณ์ของผู้อื่นด้วยเช่นกัน เป้าหมายของ Contemplative Education ไม่ได้มุ่งเพื่อการไคร่ครวญภายในเท่านั้น และไม่ได้ละทิ้งความเป็นวิชาการไป แต่ต้องการหยั่งรากความรู้ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ให้เป็นประสบการณ์ส่วนตัวที่ผู้เรียนได้สัมผัสเองโดยตรงมากขึ้น และมีสมดุลกับการฝึกจิตมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการนั่งสมาธิ เพื่อให้การพัฒนาด้านในและการพัฒนาความรู้ภายนอกเติบโตไปพร้อมกัน

ในประเทศไทย มีอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวนหนึ่งซึ่งต่างมีความสนใจในการรวบรวมความรู้เกี่ยวกับสุขภาพทางจิตวิญญาณ (Spiritual Health) และการเปลี่ยนจิตสำนึกใหม่

(New Consciousness) ในนามของกลุ่มจิตวิวัฒน์ ได้เป็นผู้มีกำลังสำคัญสนับสนุนให้ใช้กระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสุขภาวะทางจิตวิญญาณและจิตสำนึกใหม่ในระบบการศึกษาและการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับอุดมศึกษา ในการประชุมครั้งหนึ่งของกลุ่มจิตวิวัฒน์ที่โรงเรียนสัตยาไส เมื่อปี 2547 ได้จุดประกายสู่การรวมตัวเป็นเครือข่ายของผู้ที่สนใจในการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาจิตใจ นำไปสู่การหารือและศึกษาความเป็นไปได้ในการผลักดันให้เกิดขึ้นจริง จนกระทั่ง ศ.นพ.ประเวศ วะสี และสมาชิกกลุ่มจิตวิวัฒน์ได้มาประชุมร่วมกันกับอาจารย์และนักวิชาการที่สนใจ จนเป็นเครือข่ายจิตตปัญญาศึกษา (Contemplative Education Network) ในปี 2549

คำว่า จิตตปัญญาศึกษา จึงเกิดขึ้นและแปลมาจากคำว่า Contemplative Education โดย ศ.สุมน อมรวิวัฒน์ และศ.นพ.ประเวศ วะสี สืบเนื่องมาจากการที่กลุ่มจิตวิวัฒน์ได้รับฟังและแลกเปลี่ยนเรื่องราวของการเรียนรู้เพื่อพัฒนาจิตใจในมหาวิทยาลัยนาโรปะจากคุณณัฐพล วังวิญญู ผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท และคุณวิจักขณ์ พานิช ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในขณะนั้น เขาได้กล่าวถึง Contemplative Education ในอีกชื่อว่า การเรียนรู้ด้วยใจที่ใคร่ครวญ เขาเห็นว่าเป็นการเรียนรู้ที่เกิดในสภาพแวดล้อมสบายๆ มีความเป็นสบายๆ คือเอื้อต่อการเรียนรู้ บรรยากาศการเรียนที่เห็นคุณค่าของการเรียนรู้ด้านใน ให้ความสำคัญและเอาใจใส่จิตใจของผู้เรียนในทุกขณะ สมาชิกในกลุ่มจิตวิวัฒน์จึงเห็นพ้องต้องกันว่า Contemplative Education เป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาจิตวิญญาณของผู้เรียนที่สามารถเกิดขึ้นจริงแล้วในต่างประเทศ และมีโอกาสที่จะร่วมกันผลักดันและพัฒนาให้เติบโตขึ้นในมหาวิทยาลัยไทย

จนเมื่อต้นปี 2549 เครือข่ายจิตตปัญญาศึกษาได้รับการสนับสนุนและขยายความร่วมมือระหว่างหน่วยงานต่างๆ มากขึ้น ดังเช่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ผ่านแผนงานพัฒนาจิตเพื่อสุขภาพ เสริมสิกขาลัย สถาบันอาศรมศิลป์ สถาบันขวัญเมือง และต่อมาได้รับการสนับสนุนทุนให้ดำเนินงานวิจัยพัฒนากระบวนการจิตตปัญญาศึกษาจากศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม อาจารย์และนักวิชาการในเครือข่ายจึงสามารถผนวกกับความรู้ความสนใจเดิมและพัฒนาทักษะความรู้จากประสบการณ์ตรงมากขึ้นเป็นลำดับ

ต่อมามหาวิทยาลัยมหิดลโดยการให้คำแนะนำปรึกษาจาก ศ.นพ.ประเวศ วะสี จึงได้ก่อตั้งศูนย์จิตตปัญญาศึกษา (Contemplative Education Center) ให้ขึ้นต่อสำนักงานอธิการบดีในปีเดียวกันนี้ โดยมีเป้าหมายจะขับเคลื่อนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาสู่การศึกษาทั่วไปและเปิดหลักสูตรในระดับบัณฑิตศึกษา พร้อมกันนี้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ก็ได้จัดตั้งศูนย์จิตพิเนจศึกษา ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็นศูนย์จิตตปัญญาศึกษา เช่นเดียวกับอีกหลายสถาบันการศึกษาที่เปิดดำเนินการศึกษาวิจัยและจัดการเรียนการสอนในแนวทางจิตตปัญญาศึกษา ไม่ว่าจะเป็น สถาบันอาศรมศิลป์ ซึ่งเปิดหลักสูตรมหาบัณฑิตในสาขาครุศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์และเสริมสิกขาลัย ซึ่งเปิดหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นให้แก่หน่วยงานและผู้สนใจทั่วไป

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่าจิตตปัญญาศึกษา ได้เริ่มต้นเมื่อปี ค.ศ. 1974 ที่มหาวิทยาลัยนาโรปะ ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งจิตตปัญญาศึกษาเป็นการเรียนรู้บนพื้นฐานของ

ศาสนาพุทธนิกายวัชรยาน เน้นให้ผู้เรียนได้สัมผัสการเรียนรู้โดยตรงจากการปฏิบัติ การฝึกสมาธิ การฝึกจิต ในประเทศไทยจิตตปัญญาศึกษาเป็นที่รู้จักอย่างเป็นทางการเมื่อปี พ.ศ. 2549 โดยความร่วมมือของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) และต่อมา มหาวิทยาลัยมหิดลได้ก่อตั้งศูนย์จิตตปัญญาศึกษาขึ้น หลังจากนั้นวงการศึกษากิจการศึกษามากขึ้นเรื่อย ๆ ก็ได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษามากขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ

1.3 ปรัชญาพื้นฐานของการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา

พาสนา จุลรัตน์ (2553: 24) กล่าวว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้แนว จิตตปัญญาศึกษา ตั้งอยู่บนปรัชญาพื้นฐานสองประการ คือ

1. ความเชื่อมั่นในความเป็นมนุษย์ (humanistic value) คือ ทักษะที่เชื่อมั่นว่า มนุษย์มีศักยภาพที่สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่อง มีความจริง ความดี และความงามอยู่ในตน เปรียบเสมือนเมล็ดพันธุ์ที่มีศักยภาพในการเจริญเติบโต เมื่อมีเงื่อนไขต่าง ๆ พร้อม เมล็ดพันธุ์นั้นก็จะสามารถเติบโตขึ้น การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาจึงมิใช่ การ “สอน” แต่เป็นการสร้างเงื่อนไขให้ศักยภาพภายในที่มีอยู่แล้วสามารถพัฒนาขึ้นได้ เป็นกระบวนการที่มุ่งสร้างเงื่อนไขให้เกิดการเติบโตขึ้นจากภายใน

2. กระบวนทัศน์องค์รวม (holistic paradigm) คือ ทักษะที่มองเห็นว่าความจริงของธรรมชาติ ของสรรพสิ่งคือ การเชื่อมโยงเป็นหนึ่งเดียวกัน ทำให้ปฏิบัติต่อสรรพสิ่งอย่างไม่แยกส่วนจากชีวิต ด้วยทักษะที่มองเห็นว่ามนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของสรรพสิ่ง และสรรพสิ่งก็เป็นส่วนหนึ่งของมนุษย์ จึงไม่ยึดเอาตนเองเป็นศูนย์กลางของสรรพสิ่ง (ประเวศ วะสี. 2547: 12) มองเห็นว่า มนุษย์กับสรรพสิ่งต่างเป็นองค์รวมของกันและกันด้วยเหตุนี้ การกระทำอันใดของมนุษย์จึงสามารถส่งผลกระทบต่ออันอื่นไปทั้งองค์รวม การกระทำของมนุษย์สร้างผลสะท้อนต่อสรรพสิ่ง และผลสะท้อนนั้นก็ย้อนกลับมาสู่ตัวมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทักษะนี้มีผลต่อการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่สมดุลระหว่างการเรียนรู้ภายในและภายนอก เน้นความเป็นหนึ่งเดียวกันระหว่างการเปลี่ยนแปลงตนเอง และเปลี่ยนแปลงโลก และมองเห็นความเชื่อมโยงของส่วนต่าง ๆ ที่เป็นฐานการเรียนรู้ของมนุษย์คือ กาย ใจ ความคิด และจิตวิญญาณ

ธนา นิลชัยโกวิทย์; และ อติศร จันทรสฤษ (2552: 140) กล่าวถึงปรัชญาพื้นฐานที่สำคัญมีอยู่ 2 ประการคือ

1. ความเชื่อมั่นในความเป็นมนุษย์ (humanistic value) เชื่อว่าเราทุกคนมีศักยภาพสามารถเรียนรู้และพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยประสบการณ์ตรงเป็นปัจจัยสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงขั้นพื้นฐานตามแนวจิตตปัญญา

2. กระบวนทัศน์องค์รวม (holistic paradigm) หมายถึง การปฏิบัติต่อสรรพสิ่งอย่างไม่แยกส่วนจากชีวิต ด้วยทักษะที่ว่ามนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของสรรพสิ่ง และสรรพสิ่งก็เป็นส่วนหนึ่งของมนุษย์ ดังนั้นมนุษย์กับสรรพสิ่งจึงต่างเป็นองค์รวมกันและกัน

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าปรัชญาพื้นฐานของการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาประกอบด้วย ความเชื่อมั่นในความเป็นมนุษย์ และกระบวนการทัศน์องค์รวมที่มองเห็นว่าทุกสรรพสิ่งมีการเชื่อมโยงต่อกันเป็นส่วนหนึ่งของกันและกัน

1.4 หลักการพื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา

วิจักขณ์ พานิช (2550: 20-21) ได้กล่าวถึงหลักการพื้นฐานของการเรียนรู้ตามแนวจิตตปัญญาศึกษาไว้ดังนี้

1. การฟังอย่างลึกซึ้ง (Deep Listening) หมายถึง ฟังด้วยหัวใจ ด้วยความตั้งใจอย่างสัมผัสได้ถึงรายละเอียดของสิ่งที่เราฟังอย่างลึกซึ้งด้วยจิตที่ตั้งมั่น ในที่นี้หมายถึงการรับรู้ในทางอื่นๆ ด้วย เช่นการมอง การอ่าน การสัมผัส ฯลฯ

2. การน้อมสู่ใจอย่างใคร่ครวญ (Contemplation) เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากการฟังอย่างลึกซึ้ง กอปรกับประสบการณ์ที่ผ่านมาเข้ามาในชีวิตทางอื่นๆ เมื่อเข้ามาสู่ใจแล้ว มีการน้อมนำมาคิด ใคร่ครวญดูอย่างลึกซึ้ง ซึ่งต้องอาศัยความสงบเย็นของจิตใจเป็นพื้นฐาน จากนั้นก็ลองนำไปปฏิบัติเพื่อให้เห็นผลจริง ก็จะเป็นการพอกพูนความรู้ขึ้นในระดับหนึ่ง

3. การเฝ้ามองเห็นตามที่เป็นจริง (Meditation) การปฏิบัติธรรมหรือภาวนา คือการเฝ้าดูธรรมชาติที่แท้จริงของจิต นั่นคือการเปลี่ยนแปลง ไม่คงที่ ความบีบคั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลง และสภาวะของการเป็นกระแสแห่งเหตุปัจจัยที่เลื่อนไหลต่อเนื่อง การปฏิบัติภาวนาฝึกสังเกตธรรมชาติของจิต จะทำให้เราเห็นชอบความเชื่อมโยงจากภายในสู่ภายนอก เห็นความเป็นจริงที่พ้นไปจากอำนาจแห่งตัวตน ที่หาได้มีอยู่จริงตามธรรมชาติ

โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตรการอบรมและกระบวนการด้านจิตตปัญญาศึกษา. (2551: 4-6) กล่าวว่าหลักการพื้นฐานของการจัดกระบวนการจิตตปัญญาศึกษาสามารถสังเคราะห์ได้เป็น “หลักจิตตปัญญา 7” หรือเรียกในชื่อย่อภาษาอังกฤษว่า 7 C's ได้แก่

1. หลักการพิจารณาด้วยใจอย่างใคร่ครวญ (Contemplation) คือ การเข้าสู่สภาวะจิตใจที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ และนำจิตใจดังกล่าวไปใช้ทำงานอย่างใคร่ครวญทั้งในด้านพุทธิปัญญา (Cognitive) ด้านระหว่างบุคคล (Interpersonal) และด้านภายในบุคคล (Intrapersonal)

2. หลักความรักความเมตตา (Compassion) คือ การที่กระบวนการ (Facilitator) ส่งพลังออกเพื่อโอบอุ้มดูแลกลุ่ม และการจัดกระบวนการด้วยสิ่งแวดล้อมและบริบทที่เกื้อกูลต่อการเรียนรู้ (สัปปายะ)

3. หลักการเชื่อมโยงสัมพันธ์ (Connection) คือ การช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมเชื่อมโยงประสบการณ์ในกระบวนการเข้ากับชีวิตได้ นำไปสู่การทำให้กระบวนการเข้ามาสู่ภายใน (Internalization) บูรณาการสู่วิถีชีวิต และการเอื้อให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างผู้เข้ารับการอบรมด้วยกัน เชื่อมโยงกับชุมชน และจักรวาล

4. หลักการเผชิญหน้า (Confronting) คือ การเปิดให้ผู้เข้ารับการอบรมออกจากพื้นที่ปลอดภัยของตนเอง เพื่อเข้าเผชิญกับพื้นที่เสี่ยง เพื่อเปิดพื้นที่การเรียนรู้ใหม่ๆ และเข้าใจถึงข้อจำกัดและศักยภาพของตนเองต่อการเรียนรู้และพัฒนา

5. หลักความต่อเนื่อง (Continuity) คือ การสร้างความไหลลื่นของกระบวนการอันช่วยให้เกิดพลังพลวัตต่อการเรียนรู้ เพื่อช่วยเอื้อให้ศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรมได้รับการปลดปล่อย และสามารถเข้าทำงานเพื่อปมเพาะพัฒนา

6. หลักพันธะสัญญา (Commitment) คือ การเอื้อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำเอากระบวนการกลับไปใช้ในชีวิตรูปแบบอย่างต่อเนื่อง ภายหลังจากการเข้าร่วมการอบรม เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

7. หลักชุมชนแห่งการเรียนรู้ (Community) คือ ความรู้สึกเป็นชุมชนร่วมกันของผู้เข้ารับการอบรมรวม ทั้งกระบวนการที่เกื้อหนุนให้เกิดการเรียนรู้ และการเปลี่ยนแปลงภายในของแต่ละคน รวมไปถึงการสร้างเครือข่ายความสัมพันธ์ และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในกลุ่ม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องและเชื่อมโยงกับชีวิต

พงษ์พร ตันติฤทธิศักดิ์; และคนอื่นๆ (2552ก: 11-12) กล่าวว่ากระบวนการเรียนรู้ใดๆ ที่ให้ความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาจิตวิญญาณของความเชื่อและแนวคิดเหล่านี้ล้วนเป็นจิตตปัญญาศึกษาทั้งสิ้น แนวคิดหลักการพื้นฐานจิตตปัญญาศึกษาที่สำคัญอันเป็นจุดเน้น 8 ประการ ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรงของการเรียนรู้ ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงซึ่งเป็นหนทางได้ความรู้ความเข้าใจที่สัมพันธ์เชื่อมโยงโดยตรงกับชีวิตของผู้เรียน รวมทั้งเต็มใจพร้อมเผชิญหน้ากับความเจ็บปวดและความทุกข์เป็นการเรียนรู้ในสถานการณ์ตรงหน้า

2. การรับฟังอย่างลึกซึ้ง (Deep Listening) และการเรียนรู้ด้วยใจที่เปิดกว้าง ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ที่จะสัมผัสชีวิตของตนเองและผู้อื่นอย่างจริงใจและด้วยความอ่อนน้อมเปิดกว้างต่อความหลากหลายทางความคิด จนนำไปสู่การสื่อสารและความสัมพันธ์ที่สร้างสรรค์ และการละวางตัวตนของตนเอง

3. การเคารพศักยภาพแห่งการเรียนรู้ของทุกคนอย่างไร้อคติ เพราะหัวใจของการศึกษาเพื่อพัฒนาตัวในคือกระบวนการเรียนรู้และการฝึกตนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ค้นหาศักยภาพภายในตนเอง จนกลายเป็นตัวของตัวเองที่สมบูรณ์อย่างที่ไม่จำเป็นต้องไปเปรียบเทียบกับใคร

4. การน้อมสู่ใจอย่างใคร่ครวญ (Contemplation) ให้ความสำคัญต่อการเรียนรู้ที่ไร้การยึดมั่นถือมั่นต่อหลักการตรรกะ แต่ปมเพาะน้อมนำประสบการณ์ที่พบเจอมาคิดใคร่ครวญอย่างลึกซึ้งบนฐานของจิตใจที่สงบเย็น เพื่อค้นหาความหมายต่อชีวิต และเรียนเพื่อที่จะรู้จักตัวเองและเพิ่มพูนความรู้ ด้วยการน้อมนำไปลองปฏิบัติต่อให้เห็นจริง

5. การเฝ้ามองเห็นตามความเป็นจริง (Meditation) โดยการปฏิบัติธรรมหรือการภาวนา หรือการเฝ้าดูธรรมชาติที่แท้จริงของจิต นั่นคือ การเปลี่ยนแปลง ไม่คงที่ ความบีบคั้นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง และสภาวะของการเป็นกระแสแห่งเหตุปัจจัยที่เคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง

การปฏิบัติภาวนาฝึกสังเกตรวมชาติของจิต จะทำให้เราเห็นความเชื่อมโยงจากภายในสู่ภายนอก เห็นความเป็นจริงที่พ้นไปจากอำนาจแห่งตัวตนของตน

6. ความสดของปัจจุบันขณะ: การเรียนรู้จากภายใน คือ กระบวนการแห่งการค้นพบคุณค่าและความหมายของการมีชีวิตอยู่ในทุกขณะ ด้วยสติสัมปชัญญะ เป็นชีวิตที่มีอิสระอันเกิดจากการกลับมาตระหนักในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ของตน

7. การให้คุณค่าแก่รากฐานทางภูมิปัญญาอันหลากหลายของท้องถิ่นและวัฒนธรรม: การเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญต่อคุณค่าทางจิตวิญญาณของภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมาเป็นการเรียนรู้ที่ไม่แยกจากวิถีชีวิตทางวัฒนธรรมและความสัมพันธ์อันซับซ้อนของชุมชนเป็นการศึกษาเพื่อความเข้าใจตนเองและเพื่อมนุษย เพื่อพัฒนาศักยภาพของความเป็นมนุษย์ผู้มีจิตใจสูงและเปิดกว้างอย่างแท้จริง

จากข้อมูลข้างต้นสรุปหลักการพื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ของจิตตปัญญาศึกษาไว้ดังนี้ การฟังอย่างลึกซึ้ง หลักการพิจารณาด้วยใจอย่างใคร่ครวญ หลักความรักความเมตตา หลักการเชื่อมโยงสัมพันธ์ หลักการเผชิญหน้า หลักความต่อเนื่อง หลักพันธะสัญญา และหลักชุมชนแห่งการเรียนรู้ ซึ่งหลักการพื้นฐานเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่จำเป็นในการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข

1.5 กิจกรรมการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา

มิลเลอร์ (Miller. 2010: Online) ได้ยกตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา ในห้องเรียนไว้คือ การทำสมาธิ ซึ่งมีหลายรูปแบบคือ การคุยกับตัวเอง การอยู่เงียบๆ และการนั่งสมาธิวิปัสสนา โดยการทำสมาธิจะทำให้เราเกิดการเรียนรู้โดยตรงจากประสบการณ์ของเราเอง การทำสมาธิจะช่วยลดความเครียด และที่สำคัญครูผู้สอนต้องลดความเป็นอัตตาด้วย

ศูนย์จิตตปัญญาในสังคม (The Center for Contemplative Mind in Society. 2010: Online) ได้ยกตัวอย่างการฝึกปฏิบัติกิจกรรมจิตตปัญญาศึกษาไว้ดังนี้ คือ การนั่งเงียบๆ การทำสมาธิ การสวดมนต์ภาวนา การเดินจงกรม โยคะ ไทเก๊ก การเน้นประสบการณ์ตรงจากธรรมชาติ เช่น การอาบน้ำจากธรรมชาติ การเดินตอนเช้าในธรรมชาติ และพิธีกรรมต่างๆ ที่ออกแบบมาเพื่อเพิ่มความเข้าใจ ความตระหนักรู้ ในการไตร่ตรองสิ่งต่างๆ การปฏิบัติกิจกรรมจิตตปัญญาจะพัฒนาให้บุคคลเป็นคนดี มีความเมตตา สร้างจิตสำนึกที่ดี มีทักษะการสื่อสารกับผู้อื่น ลดความเครียด และเพิ่มความคิดสร้างสรรค์

ในแนวคิดของ Center for Contemplative Mind in Society ได้แบ่งประเภทของการฝึกปฏิบัติออกเป็น 7 แนวทาง โดยจำแนกตามหลักการและแนวปฏิบัติของแต่ละวิธีการหรือเครื่องมือ ซึ่งง่ายต่อการศึกษาและนำเอาเครื่องมือเหล่านั้นไปใช้ได้แก่ (พาสนา จุรัตน์. 2553: 19-20)

1. การเรียนรู้ผ่านความสงบนิ่ง (Stillness Practices) เป้าหมายหลักของการปฏิบัตินี้คือ เน้นความสงบตั้งมั่นของร่างกายและจิตใจ รูปแบบที่เป็นที่รู้จักกันดี เช่น การเจริญสติ วิปัสสนา สมาธิภาวนา และการสงบนิ่ง เป็นต้น

2. การเรียนรู้ผ่านการเคลื่อนไหว (Movement Practices) เป้าหมายหลักของการปฏิบัตินี้คือ เพื่อให้ฝึกสังเกตและได้มีสติอยู่กับการเคลื่อนไหวร่างกาย เช่น ชี่กง โยคะ ไทเก๊ก และการเดินจงกรม เป็นต้น

3. การเรียนรู้ผ่านกระบวนการเชิงสร้างสรรค์ (Creation Process Practices) มีเป้าหมายให้สังเกตใคร่ครวญภายในจิตใจ พัฒนาญาณทัศนะ (Intuition) และความละเอียดอ่อน ประณีต กิจกรรมและการปฏิบัติในแนวทางกลุ่มนี้ เช่น การวาดภาพ การจัดดอกไม้ การเขียนพู่กันจีน และมันดาลา เป็นต้น

4. การเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมทางสังคม (Activist Practices) มีเป้าหมายให้ผู้เรียนได้สัมผัสเรียนรู้และใคร่ครวญจนเห็นความเชื่อมโยงแห่งเหตุปัจจัยของความสุขและทุกข์ในชีวิตจริง ผ่านกิจกรรมที่ได้มีประสบการณ์ตรง เช่น การเจริญสติในการทำงานในชีวิตประจำวัน และการทำกิจกรรมอาสาสมัคร เป็นต้น

5. การเรียนรู้ผ่านกระบวนการเชิงความสัมพันธ์ (Relational Practices) มีเป้าหมายเพื่อการฝึกสติ โดยเฝ้ามองสภาวะภายในสะท้อนตัวผู้เรียนเอง อาศัยความสัมพันธ์ของกัลยาณมิตรสะท้อนซึ่งกันและกัน เช่น สุนทรียสนทนา (Dialogue) การฝึกฟังอย่างลึกซึ้ง การสนทนากับเสียงภายใน และการเขียนบันทึก (Journaling) เป็นต้น

6. การเรียนรู้ผ่านพลังพิธีกรรมศักดิ์สิทธิ์ (Ritual Practices) มีเป้าหมายให้สัมผัสพลังหรือจิตวิญญาณของธรรมชาติ ได้เปิดญาณทัศนะ (Intuition) และสัมผัสเรียนรู้ตนเอง เพื่อพัฒนาความสงบเย็นและละเอียดประณีตภายใน เช่น การสวดมนต์ภาวนา นิเวศภาวนา (Vision Quest) การปลีกวิเวกสัมผัสธรรมชาติ (Retreat) เป็นต้น

7. การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมรังสรรค์ (Generative Practices) มีเป้าหมายเพื่อให้ระลึกถึงพระผู้เป็นเจ้า พระผู้ศักดิ์สิทธิ์ จิตที่บริสุทธิ์ กิจกรรมตามแนวทางนี้ได้แก่ การสวดมนต์ การอ่านพระคัมภีร์ เมตตาภาวนา และทองเส้น เป็นต้น

การฝึกปฏิบัติทั้ง 7 แนวทางสามารถสรุปให้เห็นชัดเจนดังตาราง 1

ตาราง 1 แนวทางการฝึกปฏิบัติทางจิตตปัญญาศึกษา

แนวทาง	เป้าหมาย	รูปแบบ
1. การปฏิบัติผ่าน ความสงบนิ่ง (Stillness practices)	มุ่งเน้นความสงบตั้งมั่นของร่างกาย และจิตใจ	- การทำสมาธิ
2. การปฏิบัติผ่าน การเคลื่อนไหว (Movement practices)	ฝึกสังเกตและมีสติอยู่กับการ เคลื่อนไหวร่างกาย	- โยคะ - ชี่กง ไท่เก๊ก การเดิน
3. การปฏิบัติผ่าน กระบวนการเชิง สร้างสรรค์ (Creation Process practices)	สังเกตไคร่ครวญภายในและพัฒนา ญาณทัศนะ (Intuition) และความ ละเอียดอ่อนประณีต	- การวาดภาพ - จัดดอกไม้ - เขียนพู่กันจีน - มันทาลา
4. การปฏิบัติผ่านการทำ กิจกรรมทางสังคม (Activist practices)	สัมผัสเรียนรู้และไคร่ครวญเห็นความ เชื่อมโยงแห่งเหตุปัจจัยของความสุข และทุกข์ในชีวิตจริง	- การเจริญสติในชีวิตประจำวัน - การทำกิจกรรมอาสาสมัคร
5. การปฏิบัติผ่าน กระบวนการเชิง ความสัมพันธ์ (relational practices)	ฝึกสติ ฝึกลมองสภาวะภายในสะท้อน ตนเอง อาศัยความสัมพันธ์ของ กัลยาณมิตรสะท้อนซึ่งกันและกัน	- สุนทรียสนทนา - การฝึกฟังอย่างลึกซึ้ง - การสนทนากับเสียงภายใน (Voice Dialogue) - การเขียนบันทึก (Journal)
6. การปฏิบัติผ่านพลัง พิธีกรรมศักดิ์สิทธิ์ (ritual practices)	สัมผัสพลัง/จิตวิญญาณของธรรมชาติ เปิดญาณทัศนะ (intuition) และ สัมผัสการเรียนรู้ตนเองเพื่อพัฒนาความ สงบเย็นและละเอียดประณีตภายใน	- การสวดมนต์ภาวนา - นิเวศภาวนา (vision quest) - การปลีกวิเวก สัมผัส ธรรมชาติ (retreat)
7. การปฏิบัติผ่าน กิจกรรมรังสรรค์ (generative practices)	ระลึกถึงพระผู้เป็นเจ้า พระผู้ ศักดิ์สิทธิ์ จิตที่บริสุทธิ์	- การสวดมนต์ - การอ่านพระคัมภีร์ - เมตตภาวนา ทองเส้น

ที่มา: สมสิทธิ์ อัสตรนีย์, บรรณาธิการ. (2552). จิตตปัญญาศึกษาคืออะไร. หน้า 34.

โดยมีตัวอย่างของกิจกรรมการปฏิบัติดังนี้

พาสนา จุลรัตน์ (2553: 21-23) ได้ยกตัวอย่างกิจกรรมการปฏิบัติแนวจิตตปัญญา
ศึกษาไว้ดังนี้

กิจกรรมอาสาสมัคร

กิจกรรมอาสาสมัคร เป็นกระบวนการของการฝึกการ “ให้” ที่ดี เพื่อขัดเกลาละวางตัวตน และบ่มเพาะความรักความเมตตาผู้อื่นโดยไม่มีเงื่อนไข ทั้งนี้ กระบวนการของกิจกรรม ซึ่งเป็นการยอมสละตนเพื่อรับใช้และช่วยเหลือผู้อื่นที่ประสบกับความทุกข์ยากลำบาก หรือช่วยเหลือแก้ไขวิกฤตปัญหาของสังคม อาสาสมัครจะได้เรียนรู้ มีความละเอียดอ่อนต่อสิ่งที่เกิดขึ้นรอบตัวมากขึ้น สัมผัสความจริง เชื่อมโยงเห็นเหตุและปัจจัยของความทุกข์และความสุข เจริญสติในการปฏิบัติงาน เป็นการฝึกปฏิบัติในวิถีพรหมวิหาร 4 คือ เมตตา กรุณา มุทิตา อุเบกขา เพื่อให้เกิดการ “ให้” ที่ดี กิจกรรมอาสาสมัคร จึงเป็นกระบวนการที่ช่วยให้บุคคลได้ขัดเกลาดนเอง เรียนรู้ภายใน และเกิดปัญญาได้

งานอาสาสมัครเป็นกิจกรรมหนึ่งของผู้ปฏิบัติจะได้มีโอกาสสัมผัสกับชีวิตจริง ชีวิตของเพื่อนมนุษย์ที่กำลังตกอยู่ในภาวะทุกข์ยาก ซึ่งเป็นโอกาสให้คนได้แสดงความเอื้อเฟื้อเกื้อกูลต่อกัน การทำงานอาสาสมัครนั้นสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การดูแลผู้ป่วย การปลูกป่า การสอนหนังสือให้เด็กเร่ร่อน หรือแม้แต่การกระทำเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่เป็นการกระทำเพื่อผู้อื่น โดยไม่หวังผลตอบแทน เช่น การจูงคนตาบอดข้ามถนน การเก็บขยะ การลูกให้เด็กและคนชราในบรณรมณ์

การทำความดีถ้าจะให้ เป็นประโยชน์อย่างเต็มที่แล้ว ควรก่อให้เกิดทั้งประโยชน์ท่านและตน กล่าวคือ นอกจากคนอื่นจะได้รับประโยชน์แล้ว เราก็พลอยได้รับอานิสงส์ด้วย อานิสงส์นั้นไม่ใช่ความสุขจากการทำความดีเท่านั้น ที่สำคัญก็คือได้ลดละกิเลส ความเห็นแก่ตัว หรือความยึดถือในตัวตน

กิจกรรมสุนทรียสนทนา

สุนทรียสนทนาเป็นกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยมีข้อตกลงเบื้องต้น เช่น การพูดทีละคนไม่พูดแทรก ไม่ขัดจังหวะ ฟังกันอย่างลึกซึ้ง ห้อยแขวนการตัดสิน พูดคุยกันโดยจะมีวาระหรือไม่มีวาระก็ได้ ผู้เรียนสามารถตระหนักรู้ถึงการเกิดขึ้น ตั้งอยู่ และดับไปของความคิด ที่ตามปกติอาจไม่รู้ถึงการมีอยู่ ทำให้ได้รู้จักและเข้าใจจิตใจ และพฤติกรรมของตนเองและผู้อื่นยิ่งขึ้น กล่าวอีกนัยหนึ่ง สุนทรียสนทนาเป็นการสื่อสารอย่างสันติที่สามารถเข้าไปรับฟังได้อย่างลึกซึ้ง พร้อมทั้งจะเปิดรับต่อทุก ๆ สารที่จะผ่านเข้ามาอย่างเต็มที่ ห้อยแขวนการตัดสิน พร้อม ๆ ไปด้วยการเท่าทันความรู้สึกที่เกิดขึ้นในตนเองขณะที่ทำการสื่อสาร

กิจกรรมโยคะ

โยคะ คือ การบริหารกาย ลมหายใจ และการผ่อนคลาย โดยวันหรือข้ามสัปดาห์ เป็นการฝึกจิตโดยตรง ขณะเดียวกันยังคงแฝงนัยแห่งการฝึกจิตโดยอ้อมอยู่อย่างครบถ้วน โยคะเป็นวิถีทางแห่งการฝึกตน เพื่อความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ลมหายใจ จิต และจิตวิญญาณ เปรียบเสมือนการเปิดประตูสู่โลกภายในของเรา ซึ่งเชื่อมต่อกับทุกสรรพสิ่ง

การฝึกโยคะมีผลต่อจิตของกายในทุก ๆ ด้าน เช่น ด้านร่างกายโดยผ่อนคลายรักษา และสร้างความแข็งแรง ยืดเส้นยืดสายระบบกระดูก กล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อหัวใจ ระบบการย่อยอาหาร ต่อมต่าง ๆ ในร่างกาย และระบบประสาท ผลทางด้านจิตใจจะเกิดผ่านการสร้างจิตใจที่สงบ

ความตื่นตัวและสมาธิ ผลทางด้านจิตวิญญาณ คือ การเตรียมพร้อมสำหรับการทำสมาธิและสร้างความแข็งแกร่งจาก “ภายใน”

กิจกรรมจิตตศิลป์

จิตตศิลป์ คือ การบูรณาการกระบวนการสร้างสรรค์งานศิลปะแขนงต่าง ๆ อาทิ ทัศนศิลป์ ดนตรี ละคร การเคลื่อนไหวร่างกาย ฯลฯ เข้ากับกระบวนการพินิจใคร่ครวญภายในอย่างลึกซึ้ง จากความเชื่อที่ว่า ศิลปะคือกระจกส่องสะท้อนและเป็นสะพานเชื่อมโยงภาวะภายใน (หรือภาวะจิตไร้สำนึก)สู่การรับรู้ในระดับจิตสำนึกของผู้สร้างสรรค์ผลงาน ซึ่งในขั้นตอนหรือกระบวนการสร้างงานศิลปะนั้น ผู้สร้างจำเป็นต้องนำตนเองเข้าสู่ความไม่คุ้นชินที่เปิดโอกาสให้ได้เรียนรู้ในมิติใหม่ ๆ รวมทั้งเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่ต้องตัดสินใจและตั้งศักยภาพสร้างสรรค์ภายในตนเองออกมาได้อย่างเต็มที่ ดังนั้น ศิลปะจึงเป็นเครื่องมือที่นำไปสู่ความเข้าใจในตนเองและความสัมพันธ์ที่มีต่อผู้อื่นและสรรพสิ่งรอบตัว ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับปัญญา จิตใจ และพฤติกรรมตามมา

ธนา นิลชัยโกวิทย์; และ อติศร จันทรสุข (2552: 166- 249) กล่าวว่ากิจกรรมจิตตปัญญาเหล่านี้เป็นเพียงกิจกรรมตัวอย่าง ไม่ใช่กิจกรรมที่ดีที่สุด แต่ได้ทำการเลือกสรรมาเพื่อต้องการแสดงให้เห็นความหลากหลายของกิจกรรมและกระบวนการที่ตอบวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ได้หลายๆ ระดับ โดยแบ่งเป็นหมวดกว้างๆ ดังนี้

1. กิจกรรมเตรียมความพร้อม (อุ่นเครื่อง) สร้างบรรยากาศการเรียนรู้

กิจกรรมในหมวดนี้เป็นกิจกรรมที่อาจใช้ในการเตรียมความพร้อมของกลุ่ม ช่วยสร้างความสัมพันธ์ในกลุ่ม กระตุ้นให้มีชีวิตชีวา หรือสร้างความผ่อนคลาย ตัวอย่างกิจกรรมเช่น ทักทาย ตะกร้า 3 ใบ การนวดคลายเครียด ค้นหาสมดุลภายใน - ภายนอก การพูดและฟังอย่างมีสติ การสร้างหน้ากาก ผ่อนพักตระหนักรู้ เกมแทรกกระหว่างกิจกรรม เป็นต้น

2. กิจกรรมสังเกต สำรวจ และเปิดเผยลักษณะภายในตนเอง ตัวอย่างกิจกรรม

เช่น รำมวยจีน ศิลปะสาธตธรรม แม่น้ำพิษ ตัวต่อมหาสนุก ตาข่ายไฟฟ้า เดินรูดงค์ เมล็ดพันธุ์แห่งสติ ตามหาพ่อแม่ ประสาทสัมผัส การวาดเส้นแบบสัมผัส ภาพโดนใจ สายธารชีวิต ชีวิตวัยเด็ก มองเรามองเขา ระบายสี-ระบายอารมณ์ การเคลื่อนไหวตามธาตุ 4

3. กิจกรรมช่วยให้เกิดความเข้าใจตัวเอง การยอมรับ และการคลี่คลายภายใน

ตัวอย่างกิจกรรมเช่น ขอรักของหวง พิพิภพณ์และการแสดงหน้ากาก เขียนความในใจถึงผู้ล่วงลับ มรณสติ-ภาวนา ภาพวาดสายธารกิจกรรม

กิจกรรมการทักทาย

มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบรรยากาศแห่งมิตรภาพและความอบอุ่นในกลุ่ม โดยให้ผู้เข้าร่วมเดินทักทายกัน โดยอาจไม่ต้องพูดทักทาย หรือทักทายกันสั้น ๆ อาจจะจับมือ สัมผัส โอบกอด หรือยิ้มให้กัน แล้วแต่ความรู้สึกของแต่ละคน ใช้เวลา 10 – 15 นาที ผู้เข้าร่วมประมาณ 20-30 คน เหมาะสำหรับกลุ่มบุคคลในองค์กรหรือคนที่พอกันเคยกันอยู่บ้างแล้ว ไม่ใช่คนที่ไม่รู้จักกัน การจัดสถานที่ ให้พื้นที่เปิด ให้กลุ่มสามารถเคลื่อนไหวได้ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้คือ ดนตรีประกอบ

อาจจะเป็นเครื่องเสียงและเทปหรือ CD เพลง ดนตรีควรเป็นดนตรีเบา ๆ ที่ไม่รบกวนสมาธิ แต่ช่วยให้เกิดบรรยากาศที่ผ่อนคลายและอบอุ่น ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

1. กระบวนการชี้แจงกิจกรรม ให้นำสมาธิทักทายกันและกัน โดยเดินไปรอบ ๆ ห้อง และพยายามทักทายให้ทั่วถึง จะทักทายโดยการสัมผัส โอบกอด ส่งยิ้มให้กัน หรือไถ่ถาม ทุกข์สุขกันสั้น ๆ ก็ได้ ใช้เวลา 1-2 นาที
2. เริ่มเปิดดนตรี และให้สมาธิเดินทักทายกันตามสบาย กระบวนการให้สัญญาณบอกเมื่อหมดเวลาที่กำหนด ใช้เวลา 10-15 นาที

กิจกรรมการนวดคลายเครียด

มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบรรยากาศแห่งความผ่อนคลาย ความเอื้ออาทรและช่วยเหลือกันระหว่างสมาธิ เพื่อให้สมาธิกลุ่มเรียนรู้เกี่ยวกับหลักเบื้องต้นของการนวดผ่อนคลาย และให้สมาธิกลุ่มสามารถดูแลร่างกายตนเองได้โดยเฉพาะในยามเกิดความตึงเครียด โดยกิจกรรมนี้มุ่งเน้นให้สมาธิกลุ่มได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักและทักษะเบื้องต้นในการนวดตนเองและผู้อื่น ซึ่งจะช่วยให้เกิดความผ่อนคลายและความตระหนักต่อการดูแลสุขภาพกายที่ส่งผลต่อจิตใจในชีวิตประจำวันด้วย ผู้เข้าร่วมกิจกรรม จำนวนประมาณ 30 คน (ไม่ควรเกิน 45 คน) ควรจัดห้องเป็นพื้นที่โล่งเปิดกว้าง ใช้ระยะเวลา ประมาณ 1 ชั่วโมง มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

1. กระบวนการเริ่มต้นด้วยการขอให้ทุกคนล้างมือล้างเท้าให้เรียบร้อย จากนั้นจึงมานั่งรวมกัน โดยให้แต่ละคนหาพื้นที่ว่างสำหรับนั่งสมาธิบนพื้นและไม่อยู่ใกล้ชิดกับคนอื่น ๆ จนเกินไป เมื่อทุกคนหาที่นั่งได้เรียบร้อยแล้ว กระบวนการจึงเริ่มกล่าวถึงเรื่องประโยชน์ของการนวดเพื่อผ่อนคลาย แล้วนำเข้าสู่การทำสมาธิโดยเน้นที่การระลึกถึงบุญคุณของบิดามารดา การสร้างความสว่าง ความสุขภายในกายและใจ และการกำหนดลมหายใจโดยการเคลื่อนความรู้สึกไปยังจุดต่าง ๆ ของร่างกาย

2. หลังจากนั่งสมาธิประมาณ 10 นาที กระบวนการจึงขอให้ทุกคนลืมตาขึ้นและเริ่มต้นนำกิจกรรมการนวดเพื่อผ่อนคลาย โดยมีวิธีการคือ การใช้ 2 มือนวดหน้าผาก ขอบคิ้ว ขอบเบ้าดวงตา ขมับ กลางศีรษะ ไบหู ร่องข้างจมูก ร่องระหว่างจมูกกับริมฝีปาก ร่องระหว่างริมฝีปากกับคางท้ายทอย คอด้านหลัง ป่า ไหล่ แขนซ้าย แขนขวา มือซ้าย มือขวา นิ้วทั้ง 10 นิ้ว ขา สะโพกซ้าย สะโพกขวา หน้าขาซ้าย หน้าขาขวา ลูกสะบ้าเข่าซ้าย ลูกสะบ้าเข่าขวา หน้าแข้งซ้าย หน้าแข้งขวา หน้าเท้าหลังเท้าซ้าย หน้าเท้าหลังเท้าขวา น่องซ้าย น่องขวา ดัดเอว และดัดหลัง ซึ่งทั้งหมดนั้นเป็นการนวดเพื่อกระตุ้นประสาท ทำให้โลหิตไหลเวียน

3. จากนั้นกระบวนการขอให้แต่ละคนจับคู่เพื่อสลับกันนวดให้กับผู้อื่น โดยเน้นที่การสร้างสัมผัสที่ดี อ่อนโยน อบอุ่น อันถือเป็นการมอบความรู้สึกและความปรารถนาดีให้กับเพื่อน

4. หลังจากที่ทุกคนสลับกันนวดจนครบแล้ว กระบวนการจึงขอให้ทุกคนสรุปประสบการณ์ ความรู้สึกที่ได้รับทั้งจากการเป็นผู้นวดและผู้ถูกนวด แล้วจึงสรุปปิดท้ายกิจกรรม

กิจกรรมการพูดและฟังอย่างมีสติ

มีวัตถุประสงค์เพื่อปูพื้นฐานให้ผู้เข้าร่วมเรียนรู้เรื่องการมีสติและทดลองฝึกสติในชีวิตประจำวัน และสร้างบรรยากาศของความคุ้นเคยในกลุ่มสมาชิก โดยกระบวนการบรรยายถึงวิธีการและความสำคัญของการพูดและการฟังอย่างมีสติ และสัมมาวาจาสั้น ๆ แล้วให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจับคู่ผลัดกันเล่าความประทับใจของตนเอง ทั้งผู้พูดและผู้ฟังให้พูดและฟังด้วยความรู้สึกตัว ผู้ฟังให้ทำหน้าที่รับฟังอย่างเดียว ไม่ต้องซักถามหรือแสดงความคิดเห็น จบแล้วมาสรุปการเรียนรู้กันในกลุ่มใหญ่ ใช้เวลา 60-90 นาที ผู้เข้าร่วม จำนวนประมาณ 20-30 คน หรือกลุ่มบุคลากรในองค์กร โดยจัดห้องแบบไม่เป็นทางการ ให้มีบรรยากาศที่ผ่อนคลายเป็นกันเอง มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

1. กระบวนการบรรยายวิธีการและประโยชน์ของการพูดและการฟังอย่างมีสติ โดยใช้หลักธรรมเรื่องสัมมาวาจา และความรู้สึกตัว
2. กระบวนการอธิบายกิจกรรมว่า ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจับคู่กัน ผลัดกันเล่าเรื่องประทับใจของตนเอง โดยผู้พูดมีความรู้สึกตัวในการพูด ผู้ฟังมีความรู้สึกตัวในการฟัง และขอให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมแต่ละคน เลือกจับคู่กับคนที่ตนคุ้นเคยน้อยที่สุดในกลุ่ม
3. ให้ความรู้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมฝึกการพูดและฟังอย่างมีสติคู่ละ 15-20 นาที โดยให้บริหารเวลากันเองในคู่ของตน (หรือกระบวนการจะเคาะระฆังบอกเวลาให้ก็ได้)
4. กลับมาสะท้อนและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในกลุ่มใหญ่ โดยกระบวนการเป็นผู้นำการอภิปรายซักถามเชื่อมโยงประเด็นเข้ากับหลักการเจริญสติวิปัสสนา
5. กระบวนการบรรยายสรุป และเปิดโอกาสให้กลุ่มซักถาม

กิจกรรมสายธารชีวิต

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ใคร่ครวญชีวิตที่ผ่านมาอย่างลึกซึ้งเพื่อความเข้าใจตนเอง และตระหนักถึงจุดแข็งที่ภาคภูมิใจ และจุดอ่อนที่ควรแก้ไขพัฒนา เพื่อการยอมรับตนเองและเปิดเผยตัวตนให้ผู้อื่นรู้จักและเข้าใจ เพื่อเปิดใจยอมรับผู้อื่นและความแตกต่าง เพื่อสร้างความไว้วางใจกันและกันในกลุ่มสมาชิกกลุ่ม จากการรับรู้เรื่องราวชีวิตของกันและกัน สารสำคัญของกิจกรรมนี้มุ่งให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ทบทวนตนเอง และเรียนรู้วิธีสร้างความไว้วางใจ โดยเริ่มเปิดใจตนเองยอมรับผู้อื่นจากการเข้าใจเรื่องราวความเป็นมาในชีวิตของเพื่อนในกลุ่ม กิจกรรมกำหนดให้แต่ละคนทบทวนชีวิตของตนเอง จนทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เรามีความเชื่อทัศนคติ บุคลิกภาพ และจุดอ่อน จุดแข็ง เช่นนี้ แล้วให้ทุกคนผลัดกันเล่าเรื่องของตนเองให้เพื่อนในกลุ่มย่อยฟัง ผู้เข้าร่วมกิจกรรมไม่จำกัดจำนวน แบ่งกลุ่มย่อยประมาณกลุ่มละ 4 - 6 ตามเงื่อนไขเวลา การจัดห้องแบบไม่เป็นทางการ เช่น นั่งล้อมวงกับพื้น/นั่งเก้าอี้ ระยะเวลาในการทำกิจกรรม 120-180 นาที (ขึ้นกับขนาดของกลุ่ม) มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

1. กระบวนการขอให้ทุกคนนั่งในที่ที่สบาย ผ่อนคลาย หลับตาลง กระบวนการกล่าวนำให้สมาชิกปลดปล่อยใจให้เป็นอิสระพร้อมกับน้อมโศตประสาทให้สัมผัสเสียงดนตรีอันประณีตแผ่นเบา ดูใจ และความคิดของตน ณ ขณะปัจจุบันวางเรื่องราวต่าง ๆ ลง ปล่อยใจให้ว่าง

พร้อมที่จะบอกเรื่องราวความรู้สึกนึกคิดของตัวเองออกมาโดยไม่ต้องคิด/สั่ง เพียงแต่ใครครวญ ตั้งคำถามกลับไปมองชีวิตที่ผ่านมาว่า

- มีเหตุการณ์และเรื่องราวอะไรบ้างที่มีอิทธิพล หรือส่งผลกับชีวิตเราทำให้หึกเห หรือช่วยหล่อหลอมเรา ทั้งในทางดี และในด้านที่เจ็บปวด เป็นบาดแผลใจ ฯลฯ แล้วถ่ายทอดเรื่องราวออกนั้นมาเป็นภาพ หรือเรื่องราวเหตุการณ์นั้นจะเกิดในวัยเด็ก วัยรุ่น หรือเมื่อไม่นานมาก็ได้ เรื่องที่เกิดอาจทำให้เราเกิดมุมมองใหม่ที่ยังไม่เคยปรากฏมาก่อน

- ให้ออกมาสู่ชีวิต ณ ปัจจุบัน นี้ ลองทบทวนเรื่องราวที่เกิดขึ้นใน 2 ปีที่ผ่านมา เรื่องที่เป็นความสุข/ทุกข์ อย่างที่สุดของเรา แล้วลองสำรวจตนเองว่าอะไรที่เป็นจุดแข็งและภาคภูมิใจในตนเอง อะไรที่เป็นจุดอ่อน เป็นสิ่งที่ไม่ค่อยพอใจในตนเอง ลองรับรู้โดยตรง ๆ จากนั้นวาดเป็นภาพ หรือเขียนบรรยายเรื่อง(หากไม่ถนัดในการสื่อด้วยภาพ) ทั้งสองประเด็นคือ จุดแข็งและจุดอ่อน

2. เล่าสายธารชีวิตในกลุ่มย่อย โดยขอให้ฟังอย่างลึกซึ้ง ฟังด้วยหัวใจด้วยความเคารพไม่แนะนำสั่งสอน และไม่นำเรื่องไปเล่าต่อ ให้ความเล่าเรื่องคนละ 20 นาที โดยจะมีเสียงระฆังเตือนเมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที และบอกอีกครั้งหนึ่งเมื่อหมดเวลา

3. หลังจบกิจกรรมทุกคนอยู่กับตนเอง ใครครวญเรื่องราวที่ได้รับฟังเพื่อความเข้าใจตัวตนของเพื่อน สังเกตเห็นความไว้วางใจที่เพื่อนมีให้เรา โดยการเปิดเผยเรื่องราวตัวตนของเขา และสำรวจผลกระทบที่เกิดขึ้นในตัวเราจากการฟัง เรื่องราวของเพื่อน และการเล่าเรื่องราวของตนเอง

กิจกรรมภาพวาดสายธารกิจกรรม

มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนและสรุปการเรียนรู้จากกระบวนการทั้งหมด และให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ทบทวนใครครวญตนซ้ำว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง จะนำไปใช้อย่างไร เพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้สู่สภาพการณ์ทำงานจริง และมองแนวทางแก้ไข เพื่อประโยชน์ในการทำงานกลุ่มอย่างสร้างสรรค์และมีความสุข สาระสำคัญของกิจกรรมนี้เน้นให้ผู้เข้าร่วมได้ทบทวนการเรียนรู้ของตนเอง โดยการคิดทบทวนกิจกรรมทั้งหมดในกระบวนการอย่างใครครวญอีกครั้งหนึ่ง บันทึกเพิ่มเติมลงในภาพสายธารกิจกรรม บอกความประทับใจให้กลุ่มทราบว่าได้เรียนรู้อะไรจากหลักสูตรนี้ และจะนำไปใช้อย่างไรบ้าง ผู้เข้าร่วมกิจกรรม จำนวนประมาณ 20-30 คน โดยเตรียมอุปกรณ์วาดภาพ เช่น ดินสอสี สีเทียน การจัดห้องควรจัดแบบไม่เป็นทางการ นั่งล้อมวงกับพื้น ระยะเวลาในการทำกิจกรรม 60-120 นาที (ขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่ม) มีขั้นตอนการทำกิจกรรมดังนี้

1. นำภาพวาดสายธารกิจกรรมที่สรุปกระบวนการทั้งหมดตั้งแต่วันแรกถึงวันสุดท้ายที่เตรียมไว้วางกับพื้น ให้ผู้เข้าร่วมนั่งล้อมรอบภาพ

2. ให้ผู้เข้าร่วมอยู่ในความสงบแล้วกล่าวนำจินตนาการทบทวนกิจกรรมตั้งแต่เริ่มแรก จนกิจกรรมสุดท้าย เพื่อช่วยให้ผู้เข้าร่วมทบทวนประสบการณ์และให้ย้อนระลึกถึงอารมณ์ความรู้สึก ความคิด และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา

3. ให้เวลาสมาชิกใคร่ครวญและทบทวนประสบการณ์ที่ผ่านมาเงียบ ๆ สักครึ่ง
หนึ่ง

4. กระบวนการเชื้อเชิญให้สมาชิกร่วมกันแสดงความรู้สึกต่อกระบวนการและ
การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นทั้งด้านลบและด้านบวกลงบนภาพสายธารกิจกรรม โดยจะแสดงออกเป็น
ภาพวาด สัญลักษณ์ บทกวี ถ้อยคำ ใดๆก็ได้ ตามอิสระ

5. เมื่อต่อเติมภาพเสร็จแล้วให้เวลาสมาชิกดูภาพทั้งหมด และทบทวน
ประสบการณ์การเรียนรู้จากภาพเงียบ ๆ อีกครั้งหนึ่ง และอาจให้เวลาสมาชิกบันทึกลงในบันทึก
ส่วนตัวด้วย

6. อภิปรายสรุปการเรียนรู้ในกลุ่มใหญ่ โดยเชื่อมโยงกับสิ่งที่สมาชิกเพิ่มเติม
จากตัวอย่างกิจกรรมข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจในกิจกรรมที่เห็นว่ามี
เหมาะสม และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ การทักทาย การทำสมาธิ สุนทรียสนทนา
การพูดและฟังอย่างมีสติ สายธารชีวิต การนวดคลายเครียด การเขียนบันทึก
และภาพวาดสายธารกิจกรรม โดยสรุปตัวอย่างการจัดกิจกรรมได้ดังนี้

1. การทักทาย เป็นกิจกรรมแรกของกระบวนการเรียนรู้แนวคิดปัญญาศึกษา
ก่อนเริ่มจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างบรรยากาศแห่งมิตรภาพและความอบอุ่นในห้องเรียน ซึ่งมีขั้นตอน
การดำเนินกิจกรรมดังนี้

1.1 ครูผู้สอนชี้แจงกิจกรรมว่า ให้นักเรียนในห้องทักทายกันและกัน โดยเดิน
ไปรอบ ๆ ห้อง และพยายามทักทายให้ทั่วถึง จะทักทายโดยการสัมผัส โอบกอด ส่งยิ้มให้กัน หรือ
ไถ่ถามทุกข์สุขกันสั้น ๆ ก็ได้ ใช้เวลา 1-2 นาที

1.2 เริ่มเปิดดนตรี และให้นักเรียนเดินทักทายกันตามสบาย ครูผู้สอนให้
สัญญาณบอกเมื่อหมดเวลาที่กำหนด ใช้เวลา 5 นาที

2. การทำสมาธิ มุ่งเน้นความสงบตั้งมั่นของร่างกายและจิตใจ โดยจัดให้ผู้เรียน
นั่งบนเก้าอี้ หรือนั่งล้อมวงบนพื้น เป็นเวลา 5 นาที เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้

3. สุนทรียสนทนา โดยให้ผู้เรียนนั่งเป็นกลุ่มเล็กๆ 4-5 คน ตามที่ครูผู้สอนจัดให้
มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า การพูดที่ละคนไม่พูดแทรก ไม่ขัดจังหวะ ฟังกันอย่างลึกซึ้ง
ห้อยแขวนการตัดสิน พูดคุยกันโดยจะมีวาระหรือไม่มีวาระก็ได้ อาจจะกระทำได้โดย เมื่อใครพร้อมที่
จะพูด ให้หยิบปากกาหรือวัตถุที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นนั้นว่า เมื่อใดก็ตามที่หยิบวัตถุสิ่งนี้ขึ้นมาแล้ว
จะได้รับสิทธิในการพูด คนอื่นๆ มีหน้าที่ฟังเท่านั้น

4. การพูดและฟังอย่างมีสติ เพื่อปูพื้นฐานให้ผู้เรียนมีสติและทดลองฝึกสติใน
ชีวิตประจำวัน และสร้างบรรยากาศของความคุ้นเคยในกลุ่มสมาชิก มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม
ดังนี้

4.1 ผู้สอนบรรยายวิธีการและประโยชน์ของการพูดและการฟังอย่างมีสติ โดยใช้
หลักธรรมเรื่องสัมมาวาจา และความรู้สึกตัว

4.2 ผู้สอนอธิบายกิจกรรมว่า ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจับคู่กัน ผลัดกันเล่าเรื่องประทับใจของตนเอง โดยผู้พูดมีความรู้สึกตัวในการพูด ผู้ฟังมีความรู้สึกตัวในการฟัง และขอให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมแต่ละคน เลือกจับคู่กับคนที่ตนคุ้นเคยน้อยที่สุดในห้องเรียน

4.3 ให้ความรู้ผู้เรียนฝึกการพูดและฟังอย่างมีสติคู่ละ 8 นาที โดยให้บริหารเวลาตนเองในคู่ของตน (หรือครูผู้สอนจะเคาะระฆังบอกเวลาให้ก็ได้)

4.4 กลับมาสะท้อนและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในกลุ่มใหญ่ เป็นเวลา 10 นาที

5. *สายธารชีวิต* เพื่อให้ผู้เรียนได้ใคร่ครวญชีวิตที่ผ่านมาอย่างลึกซึ้งเพื่อความเข้าใจตนเอง และตระหนักถึงจุดแข็งที่ภาคภูมิใจ และจุดอ่อนที่ควรแก้ไขพัฒนา เพื่อการยอมรับตนเอง และเปิดเผยตัวตนให้ผู้อื่นรู้จักและเข้าใจ เพื่อเปิดใจยอมรับผู้อื่นและความแตกต่าง เพื่อสร้างความไว้วางใจกันและกันในกลุ่มสมาชิกกลุ่ม โดยใช้หลักสุทริยสนทนา แบ่งกลุ่มย่อยประมาณกลุ่มละ 4 – 5 คน ตามเงื่อนไขเวลา การจัดห้องแบบไม่เป็นทางการ เช่น นั่งล้อมวงกับพื้น/นั่งเก้าอี้ มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

5.1 ครูผู้สอนให้ทุกคนนั่งในที่ที่สบาย ผ่อนคลาย หลับตาลง ผู้สอนกล่าวนำให้สมาชิกปลดปล่อยใจให้เป็นอิสระ ดูใจ และความคิดของตน ณ ขณะปัจจุบันวางเรื่องราวต่าง ๆ ลง ปล่อยใจให้ว่าง พร้อมทั้งจะบอกเรื่องราวความรู้สึกนึกคิดของตัวเองออกมาโดยไม่ต้องคิด/สั่ง เพียงแต่ใคร่ครวญ ตั้งคำถามกลับไปมองชีวิตที่ผ่านมาว่า

- มีเหตุการณ์และเรื่องราวอะไรบ้างที่มีอิทธิพล หรือส่งผลกับชีวิตเราทำให้ให้หักเห หรือช่วยหล่อหลอมเรา ทั้งในทางดี และในด้านที่เจ็บปวด เป็นบาดแผลใจ ฯลฯ แล้วถ่ายทอดเรื่องราวออกนั้นมาเป็นภาพ หรือเรื่องราวเหตุการณ์นั้นจะเกิดในวัยเด็ก วัยรุ่น หรือเมื่อไม่นานมาก็ได้ เรื่องที่เกิดอาจทำให้เราเกิดมุมมองใหม่ที่ยังไม่เคยปรากฏมาก่อน

- ให้กลับมาสู่ชีวิต ณ ปัจจุบัน นี้ ลองทบทวนเรื่องราวที่เกิดขึ้นใน 2 ปีที่ผ่านมา เรื่องที่เป็นความสุข/ทุกข์ อย่างที่สุดของเรา แล้วลองสำรวจตนเองว่าอะไรที่เป็นจุดแข็งและภาคภูมิใจในตนเอง อะไรที่เป็นจุดอ่อน เป็นสิ่งที่ไม่ค่อยพอใจในตนเอง ลองรับรู้โดยตรง ๆ จากนั้นวาดเป็นภาพ หรือเขียนบรรยายเรื่อง(หากไม่ถนัดในการสื่อด้วยภาพ) ทั้งสองประเด็นคือ จุดแข็งและจุดอ่อน

5.2 เล่าสายธารชีวิตในกลุ่มย่อย โดยขอให้ฟังอย่างลึกซึ้ง ฟังด้วยหัวใจด้วยความเคารพไม่แนะนำสั่งสอน และไม่นำเรื่องไปเล่าต่อ ให้ความเล่าเรื่องคนละ 5 นาที โดยจะมีเสียงระฆังเตือนเมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที และบอกอีกครั้งหนึ่งเมื่อหมดเวลา

5.3 หลังจบกิจกรรมทุกคนอยู่กับตนเอง ใคร่ครวญเรื่องราวที่ได้รับฟังเพื่อความเข้าใจตัวตนของเพื่อน สังเกตเห็นความไว้วางใจที่เพื่อนมีให้เรา โดยการเปิดเผยเรื่องราวตัวตนของเขา และสำรวจผลกระทบที่เกิดขึ้นในตัวเองจากการฟัง เรื่องราวของเพื่อน และการเล่าเรื่องราวของตนเอง

6. *การวาดคลายเครียด* มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบรรยากาศแห่งความผ่อนคลาย ความเอื้ออาทรและช่วยเหลือกันระหว่างผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับหลักเบื้องต้นของ

การนวดผ่อนคลายและให้สมาชิกกลุ่มสามารถดูแลร่างกายตนเองได้โดยเฉพาะในยามเกิดความตึงเครียด มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังนี้

6.1 ครูผู้สอนให้นักเรียนนั่งบนพื้นหรือเก้าอี้ตามสบาย (ปรับตามสภาพแวดล้อมของห้องเรียน) แล้วให้นั่งสมาธิประมาณ 3 นาที

6.2 หลังจากนั่งสมาธิประมาณ 3 นาที ครูผู้สอนให้ทุกคนลืมตาขึ้นและเริ่มต้นด้วยกิจกรรมการนวดเพื่อผ่อนคลาย โดยมีวิธีการคือ การใช้ 2 มือนวดหน้าผาก ขอบคิ้ว ขอบเข่าดวงตา ขมับ กลางศีรษะ ไบหู ร่องข้างจมูก ร่องระหว่างจมูกกับริมฝีปาก ร่องระหว่างริมฝีปากกับคางท้ายทอย คอด้านหลัง ป่า ไหล่ แขนซ้าย แขนขวา มือซ้าย มือขวา นิ้วทั้ง 10 นิ้ว ขา สะโพกซ้าย สะโพกขวา หน้าขาซ้าย หน้าขาขวา ลูกสะบ้าเข้าซ้าย ลูกสะบ้าเข้าขวา หน้าแข้งซ้าย หน้าแข้งขวา หน้าเท้า หลังเท้าซ้าย หน้าเท้าหลังเท้าขวา น่องซ้าย น่องขวา ดัดเอว และดัดหลัง ซึ่งทั้งหมดนั้นเป็นการนวดเพื่อกระตุ้นประสาท ทำให้โลหิตไหลเวียน ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

6.3 จากนั้นครูผู้สอนขอให้แต่ละคนจับคู่เพื่อสลับกันนวดให้กับผู้อื่น โดยเน้นที่การสร้างสัมผัสที่ดี อ่อนโยน อบอุ่น อันถือเป็นการมอบความรู้สึกและความปรารถนาดีให้กับเพื่อน

7. การเขียนบันทึก มีเป้าหมายเพื่อการฝึกสติ โดยเฝ้ามองสภาวะภายในสะท้อนตัวผู้เรียนเอง โดยให้ผู้เรียนจดบันทึกความรู้ ความรู้สึก หรือสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้ เป็นข้อความสั้นๆ ลงในกระดาษหรือสมุดบันทึกเล่มเล็ก เพื่อการทบทวน ใคร่ครวญสิ่งที่ผ่านมาจากการเรียนรู้วันนี้

8. ภาพวาดสายธารกิจกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนและสรุปการเรียนรู้จากการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาแบบร่วมมือและให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ทบทวนใคร่ครวญตนเอง ได้เรียนรู้อะไรบ้าง จะนำไปใช้อย่างไร เพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้สู่สภาพการณ์ทำงานจริง และมองแนวทางแก้ไข เพื่อประโยชน์ในการทำงานกลุ่มอย่างสร้างสรรค์และมีความสุข โดยบันทึกเพิ่มเติมลงในภาพ สายธารกิจกรรม บอกความประทับใจให้เพื่อนในห้องเรียน ทราบว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง กระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ และจะนำกลับไปใช้อย่างไรบ้าง โดยครูผู้สอนเตรียมอุปกรณ์วาดภาพ เช่น ดินสอสี สีเทียน ใช้เวลา 50 นาที มีขั้นตอนการทำกิจกรรมดังนี้

8.1 ให้ผู้เรียนอยู่ในความสงบแล้วกล่าวนำจินตนาการทบทวนกิจกรรมตั้งแต่เริ่มแรก จนกิจกรรมสุดท้าย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนร่วมทบทวนประสบการณ์และให้ย้อนระลึกถึงอารมณ์ ความรู้สึก ความคิด และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา

8.2 ให้ความรู้ผู้เรียนได้ใคร่ครวญและทบทวนประสบการณ์ที่ผ่านมาเงียบ ๆ สักครู่หนึ่ง

8.3 ผู้สอนเชื้อเชิญให้สมาชิกร่วมกันแสดงความรู้สึกต่อกระบวนการและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นทั้งด้านลบและด้านบวกลงบนภาพสายธารกิจกรรม โดยจะแสดงออกเป็นภาพวาดสัญลักษณ์ บทกวี ถ้อยคำ ใดๆก็ได้ ตามอิสระ ซึ่งนักเรียนจะทำงานกลุ่มย่อยที่ตามที่ครูผู้สอนแบ่งกลุ่มให้ตั้งแต่คาบแรก

8.4 อภิปรายสรุปการเรียนรู้ทั้งห้องเรียน โดยเชื่อมโยงกับสิ่งที่สมาชิกในห้องเพิ่มเติม

หมายเหตุ: ทุกกิจกรรมสามารถปรับเปลี่ยนเวลา และสถานที่ได้ตามความเหมาะสม

1.6 แนวทางการนำแนวคิดจิตตปัญญาศึกษาไปประยุกต์ใช้ในวงการศึกษา

ชลลดา ทองทวี และคนอื่นๆ (2551: 83-84) ได้สรุปและนำเสนอ แนวทางของการนำแนวคิดจิตตปัญญาศึกษาไปประยุกต์ใช้ในวงการศึกษา และวงการศึกษา โดยจำแนกออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่

1. ระดับหลักการ คือ การนำแนวคิด คุณค่า และความเชื่อพื้นฐานของจิตตปัญญาศึกษาไปใช้ ประกอบด้วย 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) หลักการเชิงคุณค่า ว่าด้วยความเชื่อ กระบวนทัศน์ และศรัทธาของทั้งผู้สอนและผู้เรียน 2) หลักการเชิงกระบวนการ ว่าด้วยแนวคิดพื้นฐานต่อกระบวนการและกิจกรรมการเรียนรู้ 3) หลักการเชิงบริบท ว่าด้วยการสร้างปัจจัยแวดล้อมของกระบวนการที่เกื้อหนุนต่อการเรียนรู้

2. ระดับรูปแบบ คือ การนำกิจกรรม และการปฏิบัติในแนวจิตตปัญญาศึกษาไปปรับและประยุกต์ใช้

ธนา นิลชัยโกวิทย์; และ อติศร จันทรสสุข (2552:151-152) กล่าวว่ากระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ทั่วไป เช่น กิจกรรมค่ายอาสาพัฒนา กิจกรรมวอล์คแรลลี่ มีการนำหลักการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาบางประการโดยเฉพาะหลักความสงบนิ่งและการพิจารณาด้วยใจอย่างใคร่ครวญในการศึกษาทั่วไป เช่น การสอนคณิตศาสตร์อย่างได้ผลมาแล้ว (Brady, 2007)

จากแนวทางการนำจิตตปัญญาศึกษาไปประยุกต์ใช้ในวงการศึกษา ผู้วิจัยสนใจที่จะนำทั้งหลักการบางประการและรูปแบบกิจกรรมมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เช่น หลักการฟังอย่างลึกซึ้ง หลักการพิจารณาด้วยใจอย่างใคร่ครวญ หลักความรักความเมตตา หลักการเชื่อมโยงสัมพันธ์ กิจกรรมทักทาย สายธารชีวิต การทำสมาธิ การพูดและฟังอย่างมีสติ ภาพวาดสายธาร-กิจกรรม และการเขียนบันทึก

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา

งานวิจัยต่างประเทศ

ดูเออร์ ซาจองซ์และดานา (Duerr; Zajonc; & Dana. 2003: 177-211) ได้รายงานผลการวิจัยจากการบันทึกผลที่เกิดขึ้นกับหน่วยงานหรือชั้นเรียนของสถาบันอุดมศึกษาซึ่งบูรณาการองค์ประกอบด้านการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาเชิงจิตวิญญาณในชั้นเรียนหรือหน่วยงานของตน งานวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษาทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วยการใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ทั้งนี้ ผลการวิจัยพบว่า ถึงแม้อาจารย์จำนวนมากจะมีความสนใจในการนำมิติทางด้านการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาเชิงจิตวิญญาณมาบูรณาการในการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา กระนั้น กระแสความเคลื่อนไหวดังกล่าวนี้ก็ยังคงจำกัดอยู่เฉพาะในกลุ่ม

ปัจเจกบุคคล ซึ่งเลือกใช้วิธีการดังกล่าวตามความสนใจของตนเอง โดยไม่ได้รับการสนับสนุนเชิงนโยบายในระดับภาควิชาหรือสถาบันต้นสังกัดมากเท่าที่ควรอย่างไรก็ตาม ผู้เขียนได้ตั้งข้อสังเกตว่า สถาบันอุดมศึกษากระแสหลักในปัจจุบันเริ่มสนใจนำแนวทางการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาเชิงจิตวิญญาณมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในสถาบันของตนเพิ่มมากขึ้น

คิง (King. 2004: 155 - 174) ได้เสนอผลการวิจัยแบบผสมผสาน ซึ่งทำการสำรวจประสบการณ์การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงของนักการศึกษาผ่านการเรียนในระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณะครู โดยการเรียนรู้ในหลักสูตรดังกล่าวถือเป็นการพัฒนาเชิงวิชาชีพที่มีจุดเน้นในการช่วยให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการประสบการณ์การเรียนรู้ และการทำงานในวิชาชีพของตนเข้าด้วยกัน รวมทั้งมีโอกาสดำเนินการวิจัยอย่างมีวิจารณญาณต่อการทำงานของตนกับผู้เรียนวัยผู้ใหญ่ นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังทำการสำรวจมุมมองและประสบการณ์ในการสอนของอาจารย์ในหลักสูตรบัณฑิตศึกษาด้วย โดยเฉพาะในแง่กิจกรรมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโลกทัศน์ อุปสรรคต่อการเปลี่ยนแปลง ประสบการณ์ของผู้เรียนรวมทั้งความรับผิดชอบของผู้เรียนและสถาบันการศึกษา ซึ่งทั้งหมดนี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของมิติส่วนบุคคล ห้องเรียน และองค์กรที่ล้วนส่งผลกระทบต่อการพัฒนาวิชาชีพทั้งสิ้น

ชาจาฮัน (Shajahan. 2004: 294 - 312) ได้นำเสนอการอภิปรายความคิดเกี่ยวกับการนำแนวทางการพัฒนาทางจิตวิญญาณให้ปรากฏเป็นแก่นกลางในการเรียนรู้ระดับอุดมศึกษา โดยผู้วิจัยได้ตั้งคำถามเริ่มต้นว่า การให้ความสำคัญกับการพัฒนาทางจิตวิญญาณจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนการสอนได้อย่างไร จากนั้นจึงอภิปรายด้วยการยกตัวอย่างจากประสบการณ์ของตนเองในฐานะผู้สอนและผู้เรียนในสถาบันอุดมศึกษา โดยเฉพาะในแง่ที่การพัฒนาทางจิตวิญญาณช่วยทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนในประเด็นความเท่าเทียมกันและความยุติธรรมทางสังคม นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังนำเสนอแนวคิดการพัฒนาทางจิตวิญญาณที่เกี่ยวข้องกับการสอน อันประกอบด้วย การสอนเพื่อสร้างแรงบันดาลใจ การเอื้อให้ผู้เรียนพัฒนาจิตวิญญาณของตนเอง การพัฒนาหลักสูตรให้มีแง่มุมทางจิตวิญญาณ การให้ความสำคัญกับความเท่าเทียมกันในการปฏิบัติ รวมถึงข้อควรระวังของการนำเรื่องทางจิตวิญญาณมาใช้ในห้องเรียน ในช่วงท้ายผู้วิจัยได้อภิปรายถึงคุณค่าของการนำแนวทางการพัฒนาทางจิตวิญญาณมาสู่แนวคิดทางการศึกษาเพื่อการเปลี่ยนแปลงขั้นพื้นฐาน และย้ำว่ากระบวนการดังกล่าวควรเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และขยายวงของผู้ที่สนใจให้กว้างออกไปมากยิ่งขึ้นเรื่อย ๆ

โรท (Roth. 2006: 1787-1815) ได้พัฒนาสาขาวิชาใหม่ทางการเรียนเกี่ยวกับวิชาพื้นฐานวิชาประสาทวิทยาในวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัยบราว ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการรวมเอาหลากหลายสาขาวิชามนุษยศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และศิลปะสร้างสรรค์ เข้าด้วยกันเพื่อนำไปสู่ประสบการณ์การเรียนรู้ทางจิตตปัญญาศึกษา ตัวอย่างเนื้อหาที่นำมาเรียนร่วมกันเช่น ประเพณีฮินดู ทฤษฎีและการฝึกสมาธิในศาสนาพุทธ ทฤษฎีบุคลิกภาพ วรรณคดีและละครในญี่ปุ่น เพลง ละครและความเชื่อในอินเดีย งานกลุ่มสร้างสรรค์ ศิลปะละคร ละครทางตะวันตก เขาไม่ได้ศึกษาเพียงแต่วิชาที่ได้มาจาก

ประสบการณ์เท่านั้น แต่เขาได้นำเอาอารมณ์ภายในให้เข้าสู่ภาวะสมดุล การศึกษาคั้งนี้จะนำมาซึ่งประสบการณ์ทางจิตตปัญญาศึกษาผ่านการฝึกฝนโดยตรง และเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในของอารมณ์ภายในได้อย่างชัดเจน

เบิร์นส์ (BYRNES. 2009: Online) ได้ศึกษาหลักการและวิธีปฏิบัติทางจิตตปัญญาศึกษาของครูสามคนกับนักเรียนเกรด 2 ด้วยวิธีการวาดรูปคน เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์ และสังเกตการวาดรูปคน ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการศึกษาวิธีการฝึกปฏิบัติแนวจิตตปัญญาศึกษาเพราะว่าการวาดรูปคนจะเห็นการเชื่อมโยงมากกว่าการแยกส่วน เป็นการตระหนักรู้ในตนเอง และการเปลี่ยนแปลงของผู้เข้าร่วมและผู้ทีวาดรูปคน การวาดรูปคนเป็นกรณีศึกษาที่บอกรายละเอียดของแต่ละเรื่องหลักฐานอ้างอิงที่เข้าสู่ลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลหรือแต่ละสถานที่ หรือสถานที่อื่นๆทั่วไป ภาพวาดคนแสดงคำอธิบายรายละเอียดและวิเคราะห์ประสบการณ์ที่มีอิทธิพลต่อการสอน ตัวแทนครูของเขาหรือของเธอในการสอน ห้องเรียนที่แสดงแนวคิดจิตตปัญญาศึกษา วิธีการทางจิตตปัญญาศึกษาจะเน้นความเข้าใจในมนุษย์ ความดีขั้นพื้นฐาน การช่วยเหลือผู้อื่น ให้ความสำคัญความสนใจในความเป็นปัจจุบัน ภาพวาดคนจะนำเสนอให้ผู้อ่านได้มีโอกาสเปลี่ยนแปลงศักยภาพในการสอนแนวจิตตปัญญาศึกษาสำหรับการศึกษาเพื่อชุมชน จิตตปัญญาศึกษาเริ่มต้นด้วยความสัมพันธ์กับตัวเอง ในจิตใจ ในร่างกาย และในหัวใจ เป็นการเดินทางของความรู้และเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง

งานวิจัยในประเทศ

จิรัฐกาล พงศ์ภาคเธียร (2550: 263-281) ได้ประมวล วิเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับจิตตปัญญาศึกษาที่สถาบันอุดมศึกษาต่างๆ ดำเนินการอยู่ และวิจัย พัฒนาระบบการเรียนรู้บนฐานจิตตปัญญาศึกษาในมหาวิทยาลัยมหิดล โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้การวิจัยเอกสาร วิเคราะห์แนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้จิตตปัญญาศึกษาในมหาวิทยาลัย 4 แห่งในต่างประเทศ และการร่วมวางแผนการเตรียมการเพื่อขับเคลื่อนจิตตปัญญาศึกษา สังเกตอย่างมีส่วนร่วมในสามคณะวิชาในมหาวิทยาลัยมหิดล คือ 1.วิชาเทอร์โมไดนามิกส์ 2. การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 3. ศาสนาเปรียบเทียบ ผลการศึกษาเกี่ยวกับเอกสารเกี่ยวกับมหาลัยทั้ง 4 แห่งพบว่า การดำเนินการของทั้ง 4 มหาวิทยาลัยมีปัจจัยร่วมได้แก่ ปัจจัยภายใน คือความรักความเมตตา ความตระหนักรู้ ประสบการณ์ตรง คิดใคร่ครวญ เห็นเชื่อมโยง การคิดเชิงวิพากษ์ และวิจารณ์ญาณ ปัจจัยภายนอก คือ การเรียนรู้แบบองค์รวม กัลยาณมิตร แบบอย่างของผู้สอน ปัจจัยเกื้อหนุน คือ สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เนื้อหา หลักสูตร วัฒนธรรมองค์กร ส่วนในกรณีศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตัวผู้เรียนที่จำเป็นในกระบวนการจิตตปัญญาศึกษาประกอบด้วย ปัจจัยภายใน ได้แก่ ความตระหนักรู้ และการใคร่ครวญ ปัจจัยภายนอก ได้แก่ กัลยาณมิตร แบบอย่างของผู้สอน และการเรียนรู้แบบองค์รวม ปัจจัยเกื้อหนุน คือสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และวิธีการประเมินผล

ธนา นิลชัยโกวิทย์; และคนอื่นๆ (2550: 206-215) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้การอบรมและกระบวนการด้านจิตตปัญญาศึกษา มีวัตถุประสงค์หลักในการสังเคราะห์ปรัชญา หลักการพื้นฐาน กระบวนการ คุณสมบัติของกระบวนการ และองค์ประกอบสำคัญอื่นๆ ในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ตามแนวจิตตปัญญาศึกษา ซึ่งหมายถึง การศึกษาที่เน้นการพัฒนาจิตใจและปัญญาอย่างแท้จริง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึง ความจริง ความดี ความงาม ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ที่จะนำไปสู่การใคร่ครวญและการตระหนักรู้ในตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขั้นพื้นฐานตั้งแต่ระดับบุคคล (individual transformation) ไปสู่ระดับกลุ่มองค์กร (organizational transformation) และระดับสังคม (social transformation) จำนวน 40 คน เข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการในแนวจิตตปัญญาศึกษาทั้งสิ้น 9 กระบวนการ เป็นประจำทุกเดือนรวมระยะเวลาทั้งสิ้น 9 เดือน พบว่าผู้เข้าร่วมโครงการทุกคนเกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพภายในอย่างสังเกตเห็นได้ ข้อค้นพบที่สำคัญอีกประการคือ เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับกลุ่มชุมชนที่เห็นได้ชัด 2 ประการ คือวิถีการปฏิบัติร่วมกันด้วยการรับฟังอย่างมีสติและวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่ตนเองเอง

นฤมล อนกวิทย์ (2552: 133-135) ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรจิตตปัญญาศึกษาสำหรับนักศึกษาพยาบาล และศึกษาผลของหลักสูตรจิตตปัญญาศึกษาสำหรับนักศึกษาพยาบาล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2551 วิทยาลัยศรีมหาสารคาม จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาพยาบาลที่ผ่านหลักสูตรจิตตปัญญาศึกษามีความพึงพอใจต่อหลักสูตรในระดับมากที่สุด การตระหนักรู้คุณค่าความเป็นมนุษย์ของนักศึกษาพยาบาล กลุ่มทดลองหลังเรียนในหลักสูตรแตกต่างจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่าหลักสูตรนี้สามารถส่งเสริมการตระหนักรู้คุณค่าความเป็นมนุษย์และการปฏิบัติการพยาบาลแบบองค์รวมของนักศึกษาพยาบาล

พงษ์ธร ดันติฤทธิศักดิ์; และคนอื่นๆ (2552ข: 147-156) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนแบบจิตตปัญญาศึกษาในอุดมศึกษา โดยทดลองใช้โมเดล “จิตตปัญญาพหุศึกษา” การวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ใช้ระเบียบวิธีแบบผสมผสาน คือ การวิจัยเอกสารและทบทวนวรรณกรรม การวิจัยเชิงคุณภาพ และการวิจัยเชิงปฏิบัติการขอบเขตในการศึกษาได้ครอบคลุมชั้นเรียนในฐานะที่เป็นกรณีศึกษาจำนวน 2 แห่ง ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ได้แก่ชั้นเรียนวิชาหลักการและปรัชญาการศึกษาของระบบโรงเรียน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และชั้นเรียนวิชาสิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพศึกษา: ทฤษฎีและปฏิบัติคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยศึกษาถึงพื้นฐานความเชื่อและประสบการณ์ของอาจารย์ผู้สอน ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของรายวิชา บริบทของชั้นเรียน และกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า “จิตตปัญญาพหุศึกษา” สามารถเป็นโมเดลที่มีประโยชน์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา เพราะช่วยให้ผู้สอนมีฐานคิด (Conceptual Basis) และแนวทาง (Guideline) ในการเข้าใจ วางแผน เตรียมการ ดำเนินการ และประเมินชั้นเรียน กระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงขั้นพื้นฐานได้ ทั้ง

ในส่วนของการสร้างเหตุแห่งการเปลี่ยนแปลงหรือแก่นจิตตปัญญาศึกษา และการเห็นผลในการเปลี่ยนแปลงของระดับปัญญา-ความรักความเมตตา ทั้งในมิติพุทธิพิสัย

วิมลศรี สุฉิลวรรณ์ (2552: 52) ได้ศึกษาแนวคิดและแนวทางในการใช้วรรณคดีสร้างการเรียนรู้ด้วยใจอย่างไคร่ครวญในผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเพลินพัฒนา การศึกษานี้เป็นตัวอย่างหนึ่งของการนำพาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาให้ไปถึงการรู้จักตัวเอง อันเป็นจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงเล็กๆ ที่ยิ่งใหญ่ได้ จากการทดลองนำเอาการเรียนรู้ด้วยใจอย่างไคร่ครวญลงสู่ชั้นเรียน พบว่าผู้เรียนในระดับมัศึกษามีความพร้อมทางด้านทักษะภาษาและทักษะชีวิตมากเพียงพอที่จะตีความเรื่องราวที่ได้รับรู้ผ่านการอ่าน การฟัง รวมถึงที่ได้พบพานผ่านประสบการณ์ตรง แล้วถ่ายทอดออกมาด้วยภาษาที่สะท้อนถึงความงดงามทางความคิด อันนำไปสู่การรับรู้และการใช้ชีวิตในทางที่ถูกที่ควร ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะนำพาให้ผู้เรียนเข้าถึงแนวทางการไคร่ครวญที่มีความลึกซึ้งขึ้น ทั้งในมุมของการค้นพบตัวเอง การเข้าใจผู้อื่น และในมุมมองของการเติบโตกับความลึกกล้าในเชิงวรรณศิลป์

อัคพงศ์ สุขมาตย์ (2553: 148-151) ได้พัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวคิดตปัญญาศึกษา พบว่า ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน พบว่า ครู บุคลากรทางการศึกษาและผู้บริหาร สถานศึกษามีความต้องการให้นักเรียนได้รับการเสริมสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามแนวคิดจิตตปัญญาศึกษาในระดับมาก และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดตปัญญาฯ ยังพบอีกว่า จิตตปัญญาศึกษา เป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาด้านในที่ประกอบด้วยจิตและการคิด ผ่านการปฏิบัติจากกิจกรรมที่เสริมสร้างสติ สมาธิ คุณธรรมจริยธรรมและกระบวนการคิด จนเกิดกระบวนการคิดไคร่ครวญด้วยจิตที่มีความตระหนักรู้ ในตนเอง ความเมตตากรุณา และจิตสาธารณะ สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้กับการปฏิบัติจริงในประจำวัน แสดงให้เห็นว่าแนวคิดตปัญญาศึกษาสามารถพัฒนามนุษย์ในยุคโลกาภิวัตน์ให้สามารถอยู่ร่วมกันอย่างสันติสุข จากการนำหลักสูตรไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนปัตตานี จังหวัดปัตตานี จำนวน 35 คน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้แก่ ความตระหนักรู้ในตนเอง ความเมตตากรุณา และจิตสาธารณะ เปลี่ยนแปลงไปจากหลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมในทุกคุณลักษณะที่พึงประสงค์ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมตามหลักสูตรแนวคิดตปัญญาฯ ระดับมากที่สุด คือ ได้ค่าเฉลี่ย 4.5

จากการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดจิตตปัญญาศึกษา สรุปได้ว่าจิตตปัญญาศึกษาเป็นการศึกษาที่เน้นการพัฒนาด้านในของผู้เรียน เน้นการพัฒนาจิตใจ ปัญญา ความคิด อารมณ์ภายในตนอย่างแท้จริงเพื่อก่อให้เกิดความตระหนักรู้ในตนเอง รู้ถึงคุณค่าของสิ่งต่างๆ โดยปราศจากอคติ ให้ความสำคัญและเอาใจใส่จิตใจของผู้เรียนในทุกขณะ เกิดความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ โดยจิตตปัญญาศึกษาจะเน้นที่กิจกรรมการปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งในการปฏิบัติจะทำกิจกรรมเป็นกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และ

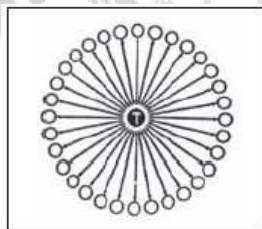
กิจกรรมเหล่านี้สามารถนำไปบูรณาการในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านใน ก่อให้เกิดความสุขในการเรียนอย่างแท้จริง

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ

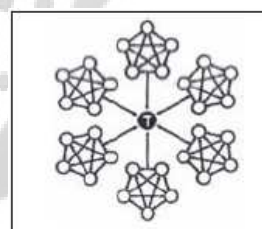
2.1 ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ

สลาวิน (Slavin. 1987: 8) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ คือ การสอนแบบหนึ่งซึ่งนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ปกติ 4 คน และการจัดกลุ่มต้องคำนึงถึงความสามารถของนักเรียน เช่น นักเรียนที่มีความสามารถสูง 1 คน ความสามารถปานกลาง 2 คน และความสามารถต่ำ 1 คน หน้าที่ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะต้องช่วยกันทำงาน รับผิดชอบและช่วยเหลือในการเรียนซึ่งกันและกัน

อาทซท์และนิวแมน (Artzt; & Newman. 1990: 448-449) ได้กล่าวถึงการเรียนแบบร่วมมือว่า เป็นแนวทางที่เกี่ยวกับการที่ผู้เรียนทำการแก้ปัญหาาร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ซึ่งสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จหรือบรรลุเป้าหมายร่วมกัน สมาชิกในกลุ่มทุกคนต้องระลึกเสมอว่าเขาเป็นส่วนสำคัญของกลุ่ม โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนในความสำเร็จหรือความล้มเหลวของกลุ่ม เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย สมาชิกทุกคนต้องแสดงความคิดเห็นและช่วยเหลือกันให้เกิดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา ครูมีบทบาทเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ จัดหาและชี้แนะแหล่งข้อมูลในการเรียนรู้ของนักเรียน นักเรียนเป็นแหล่งความรู้ซึ่งกันและกันในกระบวนการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 2



รูปที่ 1 ชั้นเรียนที่ครูเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้



รูปที่ 2 ชั้นเรียนที่เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ภาพประกอบ 2 การจัดชั้นเรียนแบบร่วมมือและครูเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้

ที่มา: Artzt, Alice F; & Newman, Claire M. (1990, September). Cooperative Learning. *The Mathematics Teacher*. 83(6): 449.

จอห์นสัน; จอห์นสัน; และ โฮลเบก (Johnson; Johnson; & Holubec. 1993: 1-3) ได้กล่าวถึงการเรียนแบบร่วมมือว่า เป็นการจัดการเรียนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนที่มี

ความสามารถต่างกันได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบของสมาชิกทุกคนในกลุ่มสมาชิกทุกคนมีบทบาทชัดเจน มีทักษะทางสังคม มีการพึ่งพาอาศัยกันจนทุกคนประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย

ลิน (Lin. 2006: 34) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือไว้ว่า วิธีการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนทำงานในกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ร่วมกัน ภายใต้คำแนะนำของครู

สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2531: 4-5) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการสอนอีกแบบหนึ่งซึ่งกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยปกติจะมี 4 คน เป็นเด็กเรียนเก่ง 1 คนเรียนปานกลาง 2 คน และเรียนอ่อน 1 คน ผลการเรียนรู้ของเด็กจะพิจารณาเป็น 2 ตอน ตอนแรกจะพิจารณาค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ตอนที่สองจะพิจารณาจากคะแนนสอบเป็นรายบุคคล การสอบทั้งสองครั้งนักเรียนต่างคนต่างสอบแต่เวลาเรียนต้องร่วมมือกัน ดังนั้นเด็กเก่งจึงพยายามช่วยเด็กอ่อนเพราะจะทำให้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มดีขึ้น หากค่าเฉลี่ยกลุ่มใดได้เกินเกณฑ์ที่ครูกำหนด ครูจะใช้การให้รางวัลเป็นการเสริมแรง

พรพรรณตรีเมธี เ่งาธรรมสาร (2533: 35) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง การจัดการประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ สมาชิกในกลุ่มจะมีความสามารถที่แตกต่างกัน ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรับผิดชอบการทำงานของตนเองเท่าๆกัน รับผิดชอบการทำงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มด้วย

ปสาสน์ กงตาล (2535: 19) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนแบบหนึ่งที่มีลักษณะจัดการให้ผู้เรียนจับกลุ่มกันเป็นกลุ่มย่อย สำหรับทำงานร่วมกัน แก้ปัญหาและทำกิจกรรมให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ครูผู้สอนกำหนด โดยที่สมาชิกในกลุ่มตระหนักว่าแต่ละคนเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม ความสำเร็จหรือความล้มเหลวที่เกิดขึ้นสมาชิกในกลุ่มนั้นต้องรับผิดชอบร่วมกัน สมาชิกจะพูดคุยและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในการทำกิจกรรมต่างๆ นักเรียนจะได้ความรู้จากเพื่อนนักเรียน และมีบรรยากาศของการร่วมมือช่วยเหลือกัน

อารี สัตถ์หวี (2539: 89) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการเรียนที่ทำให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อให้เกิดผลการเรียนรู้ทั้งทางด้านความรู้และทางด้านจิตใจ ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าในความแตกต่างระหว่างบุคคลของเพื่อนๆ เคารพความคิดเห็นและความสามารถของผู้อื่นที่แตกต่างจากตน ตลอดจนรู้จักช่วยเหลือและสนับสนุนเพื่อนๆ

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2541: 60) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือว่า เป็นการจัดการสถานการณ์และบรรยากาศให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มมีสมาชิกที่มีลักษณะแตกต่างกันในด้านสติปัญญาหรือความถนัด สมาชิกแต่ละคนจะต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเองและของสมาชิกในกลุ่ม รับผิดชอบในความสำเร็จของกลุ่มร่วมกัน ความสำเร็จของกลุ่มพิจารณาจากความสำเร็จของการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคน การเรียนรู้แบบร่วมมือจะพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านสติปัญญา อารมณ์และสังคม

ไวส พักขาว (2542: 132) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกันมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นสนับสนุนซึ่งกันและกันมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตัว และส่วนรวม เพื่อให้กลุ่มได้รับความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543: 45) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือว่า เป็นวิธีการเรียนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้นักเรียน ได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน แต่ละคนจะต้องมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้ ร่วมทั้งการเป็นกำลังใจแก่กันและกัน คนที่เรียนเก่งจะต้องช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองเท่านั้น แต่จะต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละบุคคล คือ ความสำเร็จของกลุ่ม

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544 : 6) สรุปไว้ว่า การเรียนแบบร่วมมือ เป็นวิธีสอนแบบหนึ่ง โดยกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน ทำงานพร้อมกันเป็นกลุ่มขนาดเล็ก โดยทุกคนมีความรับผิดชอบงานตนเองและงานส่วนรวมร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์กันและกัน มีทักษะการทำงานกลุ่ม เพื่อให้งานบรรลุเป้าหมายส่งผลให้เกิดความพอใจ

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2544: 3) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นวิธีการเรียนที่มีการจัดกลุ่มการทำงานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มพูนแรงจูงใจทางการเรียน การเรียนแบบร่วมมือไม่ใช่วิธีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มรวมกันแบบธรรมดา แต่เป็นการรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจน กล่าวคือ สมาชิกแต่ละคนในทีมจะมีปฏิสัมพันธ์ต่อการเรียนรู้ และสมาชิกทุกคนจะได้รับการกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจเพื่อที่จะช่วยเหลือและเพิ่มพูนการเรียนรู้ของสมาชิกในทีม

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545: 174) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกันโดยที่แต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่ม โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ รวมทั้งการเป็นกำลังใจแก่กันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองเท่านั้น หากแต่จะต้องร่วมรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละบุคคล คือ ความสำเร็จของกลุ่ม

สุนทร สินธพานนท์ และคณะ (2545: 30) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ เป็นวิธีการสอนที่ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันในกลุ่มย่อยๆ เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ในแต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน ผู้เรียนแต่ละคนจะต้องร่วมมือในการเรียนรู้ร่วมกัน มีการช่วยเหลือและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน คนที่เก่งกว่าจะช่วยคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม เพราะยึดแนวคิดที่ว่า ความสำเร็จของสมาชิกทุกคนจะรวมเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

สิริพร ทิพย์คง (2545: 151) กล่าวถึงความหมายของการเรียนแบบร่วมมือไว้ว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ต้องการเน้นให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ได้เรียนรู้ร่วมกัน เกิดความร่วมมือ ความรับผิดชอบและการช่วยเหลือกัน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ตลอดจนมีการฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น

สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ (2545: 134) กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือหมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้โดยที่แบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็กๆ ซึ่งเป็นลักษณะการรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจน มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ราชบัณฑิตยสถาน (2551: 92) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ คือกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดหลักให้ผู้เรียนช่วยกันเรียนรู้ โดยพึ่งพากัน มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ใช้ทักษะทางสังคมในการทำงานร่วมกัน มีการวิเคราะห์การทำงานกลุ่มและมีการตรวจสอบผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

จากความหมายของการเรียนแบบร่วมมือข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือหมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ ความสะดวก ความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือกันและกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่ม เกิดการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และด้านจิตใจ

2.2 องค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือ

จอห์นสันและจอห์นสัน (ทิสนา แชมมณี. 2552: 99 -101; อ้างอิงจาก Johnson;& Johnson. 1994: 31-34) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (positive interdependence)

กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ จะต้องมีความตระหนักว่าสมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญและความสำเร็จของกลุ่มขึ้นกับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ในขณะเดียวกันสมาชิกแต่ละคนจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ ความสำเร็จของบุคคลและของกลุ่มขึ้นอยู่กับกันและกัน ดังนั้นแต่ละคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตนและในขณะเดียวกันก็ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่นๆ ด้วย เพื่อประโยชน์ร่วมกัน การจัดกลุ่มเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกันนี้ทำได้หลายทาง เช่น การให้ผู้เรียนมีเป้าหมายเดียวกัน หรือให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการทำงาน/การเรียนรู้ร่วมกัน การให้รางวัลตามผลงานของกลุ่ม การให้งานหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ทุกคนต้องทำหรือใช้ร่วมกัน การมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกันให้แต่ละคน

2. การปรึกษาหารืออย่างใกล้ชิด (face – to – face promotive interaction)

การที่สมาชิกในกลุ่มมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันในทางที่จะช่วยให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มจะหวังใจไว้วางใจส่งเสริม และช่วยเหลือกันและกันในการทำงานร่วมกัน ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

3. ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (individual accountability)

สมาชิกในกลุ่มการเรียนรู้ทุกคนจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ และพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ไม่มีใครที่จะได้รับประโยชน์โดยไม่ทำหน้าที่ของตน ดังนั้นกลุ่มจึงจำเป็นต้องมีระบบการตรวจสอบผลงาน ทั้งที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม วิธีการที่สามารถส่งเสริมให้ทุกคนได้ทำหน้าที่ของตนอย่างเต็มที่ที่มีหลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มให้เล็ก เพื่อจะได้มีการเอาใจใส่กันและกันอย่างทั่วถึง การทดสอบเป็นรายบุคคล การสุ่มเรียกชื่อให้รายงาน ครูสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในกลุ่ม การจัดให้กลุ่มมีผู้สังเกตการณ์ การให้ผู้เรียนสอนกันและกัน

4. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (interpersonal and small – group skills)

การเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จได้ ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญ ๆ หลายประการ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการแก้ปัญหาขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพ ยอมรับและไว้วางใจกันและกัน ซึ่งครูควรสอนและฝึกให้แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้ดำเนินงานไปได้

5. การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (group processing)

กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของกลุ่ม เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้และปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มครอบคลุมการวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการทำงานของกลุ่ม พฤติกรรมของสมาชิกกลุ่มและผลงานของกลุ่ม การวิเคราะห์การเรียนรู้นี้อาจทำได้โดยครู หรือผู้เรียน หรือทั้งสองฝ่าย การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มนี้ เป็นยุทธวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้กลุ่มตั้งใจทำงาน เพราะว่าจะได้รับข้อมูลป้อนกลับ และช่วยฝึกทักษะการรู้คิด (metacognition)

2.3 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2541: 61-62) กล่าวว่าในการเรียนรู้แบบร่วมมือนั้น นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ร่วมกันก่อน แล้วดำเนินการสอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นที่ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ประมาณ 2-6 คน โดยคณะนักเรียนในกลุ่ม แตกต่างกันด้านสติปัญญา ความถนัด และภูมิหลัง แล้วครูอธิบายวิธีการเรียน แจงจุดประสงค์ของบทเรียน

2. ขั้นสอน เป็นขั้นที่ครูนำเข้าสู่บทเรียน สอนเนื้อหาหรือแนะนำเนื้อหา

แหล่งข้อมูล และมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม เป็นขั้นที่นักเรียนฝึกทักษะการเรียนรู้ร่วมกัน หรือนักเรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อย โดยแต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายร่วมกันรับผิดชอบในผลงานของตนเองและผลงานของกลุ่ม

4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ เป็นขั้นตรวจสอบการทำงานของกลุ่มว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ได้ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มและผลงานรายบุคคล ในบางกรณีนักเรียนอาจต้องซ่อมเสริมสิ่งที่ยังต้องปรับปรุง แล้วจึงทำการทดสอบ

5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ในขั้นนี้ครูต้องให้ความรู้ที่จำเป็นเพิ่มเติมแล้วจึงร่วมกันประเมินผลการทำงานเป็นกลุ่มให้การเสริมแรงโดยการชมเชย หรือมอบรางวัลกลุ่มที่ทำคะแนนได้ตามเกณฑ์ และการให้กำลังใจกับสมาชิกในกลุ่มที่ยังไม่สามารถทำงานผ่านเกณฑ์ได้

วัฒนาพร ระเบียบทุกซ์ (2545: 174-175) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม แบ่งกลุ่มแนะนำระเบียบของกลุ่มบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม
แจ้งแจ้งจุดประสงค์และการทำงาน

2. ขั้นสอน นำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูลและมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม

3.1 ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อยโดยแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มจะได้ร่วมกันรับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม

3.2 ใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการทำกิจกรรม ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง เทคนิคที่ใช้จะต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละเรื่อง ในการเรียนครั้งหนึ่ง ๆ อาจต้องใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือหลาย ๆ เทคนิคประกอบกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียน

4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มและผลงานรายบุคคล ในบางกรณีผู้เรียนอาจเรียนซ่อมเสริมส่วนที่ขาดตกบกพร่องต่อจากนั้นเป็นการทดสอบความรู้

5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม

5.1. ครูและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่ไม่เข้าใจครูควรอธิบายเพิ่มเติม

5.2. ครูและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลการทำงานกลุ่มและพิจารณาว่า อะไรคือจุดเด่นของงาน และอะไรคือสิ่งที่ควรปรับปรุง

จากขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1. **ขั้นเตรียม** แบ่งกลุ่มนักเรียนประมาณ 3-5 คน คละความสามารถ เพศคละกัน
แนะนำระเบียบกลุ่ม บทบาทหน้าที่ แจ้งจุดประสงค์การเรียน
2. **ขั้นสอน** นำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แหล่งข้อมูล มอบหมายงานให้แต่ละกลุ่ม
3. **ขั้นกิจกรรมกลุ่ม** นักเรียนฝึกทักษะการเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อย แต่ละคนมี
บทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตนเอง โดยในขั้นนี้จะใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมมือแบบต่างๆ ในการทำ
กิจกรรม เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้จะต้องเหมาะสมกับเนื้อหา และจุดประสงค์ของการเรียน
แต่ละเรื่อง
4. **ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ** เน้นการตรวจผลงานกลุ่มและผลงาน
รายบุคคลโดยอาจจะเป็นการอภิปรายผลงานกลุ่ม จากนั้นทดสอบความรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล
คะแนนของกลุ่มคือคะแนนที่ได้จากคะแนนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มรวมกัน ซึ่งจะเป็นคะแนนของ
นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มด้วย
5. **ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม**
 - 5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน และครูเพิ่มเติมความรู้ที่จำเป็น
เพิ่มเติม
 - 5.2 ประเมินผลการทำงานกลุ่ม อะไรคือจุดเด่น อะไรคือสิ่งที่ต้องปรับปรุง ให้
การเสริมแรงโดยการชมเชยหรือให้รางวัลกับกลุ่มที่ทำงานได้ผ่านเกณฑ์หรือกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด
และ ให้กำลังใจกับกลุ่มที่ทำงานยังไม่ผ่านเกณฑ์

2.4 เทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือ

สลาวิน (Slavin, 1995: 4-13) ได้กล่าวถึงเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

1. **แบบแบ่งกลุ่มคละผลสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Divisions : STAD)** การเรียนรู้ร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มคละผลสัมฤทธิ์จะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4 คน คละ
ระดับความสามารถ เพศ และเชื้อชาติ ครูจะนำเสนอบทเรียน จากนั้นนักเรียนทำงานร่วมกันเป็น
กลุ่มจนกว่าจะแน่ใจว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มเกิดการเรียนรู้ แล้วนักเรียนจะได้รับการทดสอบเป็น
รายบุคคลโดยไม่มีการช่วยเหลือกัน คะแนนจากการทดสอบของนักเรียนแต่ละคนจะถูกนำไป
เปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยเดิมของนักเรียน (คะแนนฐาน) เป็นคะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่
ละคน ซึ่งคะแนนพัฒนาการนี้จะไปคิดรวมเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมตามเกณฑ์ที่ครู
กำหนดจะได้รับประกาศนียบัตรหรือรางวัลอื่นที่ครูกำหนด วิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบ STAD
สามารถใช้ได้กับทุกรายวิชา ไม่ว่าจะเป็นวิชาคณิตศาสตร์ ภาษา สังคมศึกษา หรือวิทยาศาสตร์
ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จนถึงระดับมหาวิทยาลัยแนวคิดสำคัญของวิธีการเรียนแบบ
ร่วมมือแบบ STAD คือ การสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้เกิดการเรียนรู้
ถ้านักเรียนต้องการให้กลุ่มของตนได้รับรางวัล (team rewards) นักเรียนจะต้องช่วยเหลือเพื่อน
สมาชิกให้เกิดการเรียนรู้ เห็นความสำคัญของการเรียน และเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้

หลังจากครูนำเสนอบทเรียน นักเรียนจะทำงานร่วมกันอาจจะทำงานเป็นคู่แล้วเปรียบเทียบคำตอบกัน อภิปรายเมื่อมีความเห็นไม่ตรงกันและช่วยอภิปรายเมื่อเพื่อนไม่เข้าใจ มีการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา และมีการประเมินกันในกลุ่มว่าเกิดการเรียนรู้มากน้อยแค่ไหน เพื่อให้ทุกคนสามารถทำแบบทดสอบได้ แต่นักเรียนไม่สามารถช่วยเหลือกันเมื่อถึงเวลาทดสอบ ความรับผิดชอบของนักเรียนในการอธิบายความรู้ให้เพื่อนเข้าใจจะเป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดี ซึ่งกลุ่มจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกทุกคนเกิดการเรียนรู้ เพราะคะแนนของกลุ่มจะมาจากคะแนนพัฒนาการของสมาชิกในกลุ่มทุกคน

2. แบบการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม (Teams-Games-Tournaments : TGT)

วิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบ TGT จะใช้กิจกรรมการเรียนเหมือนการเรียนแบบร่วมมือแบบ STAD แต่จะเปลี่ยนการทดสอบเป็นการแข่งขันตอบคำถามเป็นสัปดาห์ คะแนนที่สมาชิกในแต่ละกลุ่มทำจะนำมารวมเป็นคะแนนของกลุ่ม นักเรียนจะออกมาแข่งขันกันตอบปัญหาคราวละ 3 คน นักเรียนที่มีความสามารถต่ำจะแข่งขันกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ นักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงก็จะแข่งขันกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูง ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีโอกาสประสบความสำเร็จได้เท่าเทียมกัน คะแนนที่นักเรียนแต่ละคนได้จะนำมารวมเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนมากที่สุดจะได้รับรางวัล การเรียนแบบร่วมมือจะเพิ่มความตื่นตันทันใจด้วยการใช้การแข่งขันเกม ในการแข่งขันสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องเตรียมสมาชิกทุกคนให้พร้อมสำหรับการแข่งขัน โดยการช่วยเหลือ อธิบายเนื้อหาในเอกสารที่ครูแจกแต่เมื่อมีการแข่งขันนักเรียนจะช่วยเหลือเพื่อนไม่ได้ ดังนั้นนักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบเพื่อจะทำให้เกิดการเรียนรู้

3. แบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw II) วิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบ Jigsaw II

นักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คนที่มีลักษณะแตกต่างกัน นักเรียนจะถูกกำหนดให้ศึกษาหัวข้อย่อยของเรื่องที่จะเรียน ซึ่งสมาชิกแต่ละคนที่ได้รับหัวข้อย่อยใดก็จะเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น หลังจากอ่านเรื่องย่อยที่ตนได้รับ แล้วสมาชิกจากแต่ละกลุ่มที่ได้รับหัวข้อย่อยเดียวกันจะเข้ากลุ่มเพื่อศึกษาอภิปรายเกี่ยวกับหัวข้อย่อยนั้น จากนั้นจึงกลับเข้ากลุ่มเดิมและอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ตนไปศึกษามาให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มฟัง สุดท้ายจึงทำการทดสอบหรือประเมินแบบอื่นเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนทั้งหมด ผลงานกลุ่มจะพิจารณาจากคะแนนพัฒนาการเหมือนวิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบ STAD

4. แบบรายบุคคล (Team Accelerated Instruction : TAI) วิธีการเรียนแบบ

ร่วมมือแบบ TAI จะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4 คน ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน และมีการให้รางวัลกับกลุ่มที่มีคะแนนสูง การเรียนแบบร่วมมือแบบ TAI จะรวมเอาการเรียนแบบร่วมมือและการสอนเป็นรายบุคคลไว้ด้วยกัน และจะใช้กับวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 จะมีการทดสอบเพื่อจัดระดับความสามารถของนักเรียน สมาชิกในกลุ่มจะศึกษาบทเรียนที่แตกต่างกันและจะช่วยกันตรวจสอบคำตอบของเพื่อนในกลุ่ม ช่วยเหลือเพื่อนหากเกิดปัญหาหรือไม่เข้าใจ และจะมีการทดสอบโดยไม่มีการช่วยเหลือจากเพื่อน และตรวจให้คะแนนโดยเพื่อนในกลุ่ม ในแต่ละสัปดาห์ ครูจะรวมจำนวนบทเรียนที่นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเรียนสำเร็จ และจะให้รางวัลแก่กลุ่มที่สามารถทำคะแนนเพิ่มหรือมีพัฒนาการตามเกณฑ์ที่ครูกำหนด และมีการให้คะแนนพิเศษสำหรับ

นักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดถูกทุกข้อหรือทำการบ้านได้สมบูรณ์ นักเรียนมีความรับผิดชอบในการช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกในกลุ่มและทำงานที่ครูกำหนดให้ ครูจะเรียกเด็กที่มีความสามารถเท่ากันมาสอนเป็นกลุ่มย่อย จากนั้นครูปล่อยนักเรียนเข้าทำงานในกลุ่มเดิม ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เด็กที่เรียนล้าหน้าไปจะช่วยเด็กที่เรียนล้าหลังในการทำงานและตรวจแบบฝึกหัดให้ นักเรียนจะสนับสนุนและช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม เพราะนักเรียนต้องการให้กลุ่มของตนประสบผลสำเร็จ นักเรียนจะเกิดความรับผิดชอบเพราะนักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบด้วยตนเองโดยไม่มี的帮助จากเพื่อน และมีโอกาสที่จะประสบผลสำเร็จเท่าเทียมกันเพราะนักเรียนต้องแข่งขันกับตัวเองโดยทำคะแนนให้สูงกว่าระดับความสามารถเดิมของนักเรียน

5. โปรแกรมการร่วมมือในการอ่านและการเขียน (Cooperative Integrated Reading and Composition : CIRC) การเรียนแบบร่วมมือแบบ CIRC เป็นโปรแกรมการเรียนเพื่อความเข้าใจสำหรับสอนการอ่านและการเขียน ในระดับประถมศึกษาตอนปลายจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยครูจะจัดนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนจับคู่กัน นักเรียนจะจับคู่ทำงานร่วมกันในกิจกรรมต่าง ๆ อ่านให้เพื่อนฟัง ทำนายเรื่องที่จะอ่านว่าจะจบอย่างไร เล่าเรื่องย่อให้เพื่อนฟัง เขียนความรู้สึกที่มีต่อเรื่องที่อ่าน และฝึกสะกด ถอดความ และหาความหมายของคำศัพท์ในเรื่องในการทำงานกลุ่มนักเรียนจะต้องทำให้สมาชิกในกลุ่มเกิดทักษะ มีความเข้าใจและรู้ถึงใจความสำคัญของเรื่องที่อ่าน ในกิจกรรมการเรียนการสอนของการเรียนแบบร่วมมือแบบ CIRC จะเริ่มจากครูสอนบทเรียน นักเรียนทำงานกลุ่ม กลุ่มประเมินความพร้อม และการทดสอบ นักเรียนจะไม่ได้รับการทดสอบจนกว่าเพื่อนสมาชิกในกลุ่มตัดสินว่าทุกคนเข้าใจและพร้อมที่จะได้รับการทดสอบ นักเรียนกลุ่มใดที่ทำคะแนนเฉลี่ยทั้งกิจกรรมการอ่านและการเขียนได้สูงกว่าเกณฑ์จะได้รับรางวัล

6. การตรวจสอบเป็นกลุ่ม (Group Investigation) วิธีนี้จะแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 2-6 คน ให้นักเรียนได้ร่วมมือกันในการค้นคว้า อภิปรายและร่วมมือกันวางแผนหรือสร้างโครงการกลุ่มจะเลือกหัวข้อที่จะศึกษาจากหัวข้อทั้งหมดที่ครูกำหนดไว้ในห้องเรียน เมื่อได้หัวข้อสมาชิกแต่ละคนจะเลือกหัวข้อย่อยไปศึกษาเป็นรายบุคคลและทำกิจกรรมของตนเองจนสำเร็จแล้วรายงานต่อกลุ่มของตนเอง กลุ่มจะอภิปรายผลงานของสมาชิกแต่ละคนเพื่อรวมเป็นผลงานของกลุ่ม จากนั้นแต่ละกลุ่มจะนำเสนอผลงานของกลุ่มให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง นอกจากนี้วิธีการเรียนแบบร่วมมือที่มีลักษณะคล้ายกับ Group Investigation ได้แก่ วิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบ Co-op Co-op

7. แบบการเรียนด้วยกัน (Learning Together) วิธีการเรียนแบบร่วมมือวิธีนี้จะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน กำหนดงานให้แต่ละกลุ่ม 1 อย่าง สมาชิกในกลุ่มจะร่วมมือกันทำงาน มีการให้รางวัลเมื่อผลงานกลุ่มสำเร็จ

คาแกน (Kagan. 1994: 12-15) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ นักเรียนได้เกิดการร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม มีเทคนิคดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมโต๊ะกลม (Roundrobin) เป็นวิธีการที่ครูให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสเสนออะไรบางอย่างในชั้นเรียนที่ละคนจนครบทุกคน เช่น แสดงความคิดเห็น เล่านิทาน แนะนำ

ตนเอง และอื่น ๆ วิธีนี้มีประโยชน์ในการสร้างความเป็นกันเอง ความรักหมู่คณะ และสร้างทีมงาน (teambuilding)

2. มุมสนทนา (Corners) นักเรียนกลุ่มหนึ่งหรือหลายกลุ่มก็ได้ถอยเข้าไปอยู่ในมุมห้อง ฟัง และบันทึกการอภิปรายของนักเรียนที่อยู่กลางห้องแล้วรายงานผลต่อชั้นเรียน วิธีนี้มีประโยชน์ในการให้นักเรียนได้ฟังแนวคิดของผู้อื่นที่ต่างไปจากตน ใ้ใช้กับการอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ความคิดเกี่ยวกับค่านิยม การตั้งสมมติฐาน และการสรุปความ ซึ่งจะเป็ผลทำให้นักเรียนทราบและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและรู้จักเพื่อนร่วมชั้นดีขึ้น (class building)

3. การเล่นเกมจับคู่ (Match mine) ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งเรียงวัตถุ เช่น เรียงวัตถุบนกระดานหมากรุก หรือแผ่นตารางที่คล้าย ๆ กัน แล้วบอกให้เพื่อนเรียงให้เหมือนกัน โดยไม่ให้ดู โดยให้ทำตามคำบอกเท่านั้นวิธีนี้ใช้ประโยชน์ในการสร้างทักษะการสื่อสาร (communication building) ฝึกทักษะการใช้คำพูด และการเล่นเกมเนื่องจากนักเรียนต้องเปลี่ยนกันเป็นผู้บอก

4. ร่วมกันคิด (Numbered heads together) ครูให้หมายเลขกับนักเรียนทุกกลุ่ม เช่น หมายเลข 1,2,3 และ 4 เป็นต้น ครูถามคำถามให้นักเรียนในกลุ่มปรึกษากัน แล้วเรียกให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งในแต่ละกลุ่มตอบ วิธีนี้ใช้ในการทบทวนความรู้ความเข้าใจในบทเรียนและทบทวนก่อนสอบทำให้นักเรียนจดจำได้แม่นยำยิ่งขึ้น

5. บัตรคำช่วยจำ (Color-code Co-op Cards) เป็นวิธีการที่ฝึกให้นักเรียนจดจำข้อมูล เช่น วิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเล่นเกมโดยใช้บัตรคำถาม บัตรคำตอบที่แต่ละกลุ่มไปเตรียมมาก่อน ครูอาจจะเป็นผู้ถามเองหรือให้กลุ่มที่เตรียมมาเป็นผู้ถาม และมีการให้คะแนนกลุ่มที่ตอบถูกต้องตามเฉลย แต่ต้องให้ออกาสกลุ่มปรึกษาและช่วยเหลือกันในการตอบ เมื่อตอบถูกจะมีการปรบมือชมเชย ประโยชน์ที่ได้ คือ จดจำได้มาก เกิดกำลังใจ และส่งเสริมการช่วยเหลือกัน

6. คู่ตรวจ (Pairs check) นักเรียนกลุ่มละ 4 คน จับคู่กันภายในกลุ่มเป็น 2 คู่ แต่ละคู่ให้คนหนึ่งทำแบบฝึกหัดอีกคนคอยช่วย เมื่อทำได้ 2 ข้อ แล้วเปรียบเทียบคำตอบกับอีกคู่หนึ่งในกลุ่มเดียวกัน แล้วเปลี่ยนคนทำต่อไปใหม่จนจบแบบฝึกทักษะ การได้ช่วยเหลือกัน การตรวจงานกันเองจะเป็นการสร้างเสริมกำลังใจในการทำงาน

7. การสัมภาษณ์ 3 ขั้น (Three step interview) นักเรียนในกลุ่มจับคู่กัน 2 คู่ แต่ละคนถามเพื่อนเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียน เช่น ความคิดเกี่ยวกับบทกลอนเรื่องี่อ่าน หรือการสรุปบทความ เป็นขั้นที่ 1 แล้วเปลี่ยนคนตอบมาเป็นคนถาม เป็นขั้นที่ 2 หลังจากนั้นผลัดกันเล่าให้กลุ่มฟังว่าเพื่อนพูดอะไรบ้าง เป็นขั้นที่ 3 วิธีนี้ส่งเสริมการมีส่วนร่วม การฟัง การแสดงความคิดเห็น ตลอดจนทั้งการพัฒนาความคิดรวบยอดด้วย

8. คิดอภิปรายคู่ (Think-Pair share) ให้นักเรียนจับคู่กันภายในกลุ่ม ต่างคนต่างคิดเกี่ยวกับหัวข้อหรือคำถามของครู อภิปรายกับคู่ของตนแล้วรายงานต่อชั้นเรียน วิธีนี้ใช้กับบทเรียนที่ต้องการสรุปความ ตั้งสมมติฐานอนุมาน อุปมาน และการประยุกต์ ซึ่งจะส่งผลต่อการมีส่วนร่วม และการพัฒนาความคิด

9. เครือข่ายความคิด (Team word-Webbing) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแนวความคิดหลักและองค์ประกอบย่อยของความคิดหลัก พร้อมกับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลักกับองค์ประกอบลงบนแผ่นกระดาษเป็นลักษณะของแผนภูมิความรู้ วิธีนี้ใช้ในการวิเคราะห์ทางความคิดหรือผลออกไปสู่องค์ประกอบย่อยหรือเหตุ ทำให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างความคิดและองค์ประกอบต่าง ๆ หรือระหว่างผลกับเหตุหลายประการ แล้วเสนอต่อชั้นเรียนหรือส่งครู ในทางสังคมซึ่งทำให้นักเรียนรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนมากขึ้น วิธีนี้ช่วยพัฒนาความคิดเช่นเดียวกับวิธีที่ 7-8

10. รอบโต๊ะ (Roundtable) ครูถามคำถามแล้วให้นักเรียนคนที่ 1 ตอบข้อที่ 1 คนที่ 2 ตอบข้อที่ 2 คนที่ 3 ตอบข้อที่ 3 และคนที่ 4 ตอบข้อที่ 4 ลงบนกระดาษ และให้มีการปรึกษากันได้ หลังจากนั้นจึงมีการตรวจจากการเฉลยของครู วิธีนี้เหมาะที่จะใช้กับการประเมินความรู้เก่า ทบทวนความจำ ถ้าเป็นชิ้นงานควรให้นักเรียนทำกันคนละส่วน ประโยชน์ทางสังคม คือ ทุกคนมีโอกาสทำและเป็นการสร้างทีมงาน

11. วงกลมซ้อน (Inside-Outside circle) ให้นักเรียนนั่งหรือยืนเป็นรูปวงกลม 2 วง จำนวนเท่ากัน วงในหันหน้าออก วงนอกหันหน้าเข้า คนอยู่ตรงกันจับคู่กัน เมื่อครูถามคำถาม ทั้ง 2 คนปรึกษากันแล้วตอบคำถามคำถามต่อไป ครูให้นักเรียนขยับเปลี่ยนที่กันทำอย่างนี้ต่อไป วิธีนี้ใช้กับบทเรียนที่ต้องการตรวจสอบความเข้าใจทบทวนความรู้เก่า ทำให้นักเรียนมีโอกาสพบและปรึกษาเพื่อนแทบทุกคน

12. เพื่อนร่วมงาน (Partners) นักเรียนในกลุ่มจับคู่กันไปปรึกษากับอีกคู่ในกลุ่มอื่น แล้วนำความรู้ที่ได้มาปรึกษากับอีกคู่ในกลุ่มเดิมของตน วิธีนี้เหมาะกับการสอนบทเรียนใหม่ การพัฒนาแนวความคิด และเพิ่มความจำและนักเรียนมีโอกาสฝึกทักษะการสื่อสารและการนำเสนอข้อมูลด้วย

13. สะสมความรู้ (Jigsaw) นักเรียนในกลุ่มไปทำงานในปัญหาใดปัญหาหนึ่งกับกลุ่มอื่น ๆ ไม่ซ้ำกันเมื่องานเสร็จกลับมาเข้ากลุ่มเดิม แล้วสอนเพื่อนในสิ่งที่ตนได้รู้มา ทำให้ทั้งกลุ่มได้รับความรู้เพิ่มเติมโดยเท่าเทียมกันวิธีนี้ใช้กับการเรียนความรู้ใหม่ และการทบทวนความรู้เก่าเป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันอย่างเท่าเทียมกัน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545: 176-193) ได้กล่าวถึงเทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือ ดังนี้

1. ปริศนาความคิด (Jigsaw) เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมความร่วมมือ และการถ่ายทอดความรู้ระหว่างเพื่อนในกลุ่มเทคนิคนี้ใช้กันมากในรายวิชาที่ผู้เรียนต้องเรียนเนื้อหาวิชาจากตำราเรียน เช่น สังคมศึกษา ภาษาไทย ขั้นตอนกิจกรรมประกอบด้วย

1.1 ครูแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ ให้เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม

1.2 จัดผู้เรียนให้มีความสามารถละกัน เรียกว่า “กลุ่มบ้าน” (Home Groups) แล้วมอบหมายให้สมาชิกแต่ละคนศึกษาหัวข้อที่ต่างกัน

1.3 ผู้เรียนที่ได้รับหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มมานั่งด้วยกัน เพื่อทำงานและศึกษาร่วมกันในหัวข้อดังกล่าว เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ” (Expert Groups)

1.4 สมาชิกแต่ละคนออกจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปกลุ่มเดิมของตน ผลัดกันอธิบายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษาให้เพื่อนฟังจนครบทุกหัวข้อ

1.5 ครูทดสอบเนื้อหาที่ศึกษาแล้วให้คะแนนรายบุคคล

2. ปริศนาความคิด 2 (Jigsaw II) เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นจากเทคนิคเดิม กระบวนการของ Jigsaw II เหมือนเดิมทุกประการเพียง แต่ในช่วงของการประเมินผล ครูจะนำคะแนนของทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุดจะติดประกาศไว้ที่ป้ายประกาศของห้อง

3. กลุ่มร่วมมือแข่งขัน (Teams – Games - Tournaments) TGT เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในจุดประสงค์ที่ต้องการให้กลุ่มผู้เรียนได้ศึกษาประเด็นหรือปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องชัดเจน เช่น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การใช้ภาษา ภูมิศาสตร์และทักษะการใช้แผนที่และความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนของกิจกรรมประกอบด้วย

3.1 ครูนำเสนอบทเรียนหรือข้อความใหม่แก่ผู้เรียน โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อการสอนที่น่าสนใจหรือใช้การอภิปรายทั้งห้องโดยครูเป็นผู้ดำเนินการ

3.2 แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยจัดให้แต่ละความสามารถและเพศ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน (เรียกกลุ่มนี้ว่า Study Group หรือ Home group) กลุ่มเหล่านี้จะศึกษาบทเรียนเนื้อหาข้อความที่ครูนำเสนอ สมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถสูงกว่าจะช่วยเหลือสมาชิกที่มีความสามารถต่ำกว่าเพื่อเตรียมกลุ่มสำหรับการแข่งขันในช่วงท้ายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียน

3.3 จัดการแข่งขันโดยจัดโต๊ะแข่งขันและทีมแข่งขัน (Tournament Teams) ที่มีตัวแทนของแต่ละกลุ่ม (ตามข้อ 3.2) ที่มีความสามารถใกล้เคียงมารวมแข่งขันกันตามรูปแบบและกติกาที่กำหนด ข้อคำถามที่ใช้ในการแข่งขันจะเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาแล้วและมีการฝึกฝนเตรียมพร้อมในกลุ่มมาแล้ว ควรให้ทุกโต๊ะแข่งขันเริ่มแข่งขันพร้อมกัน

3.4 ให้ค่าคะแนนการแข่งขัน โดยให้จัดลำดับคะแนนผลการแข่งขันในแต่ละโต๊ะ แล้วผู้เล่นจะกลับเข้ากลุ่มเดิม (Study Group) ของตน

3.5 นำคะแนนการแข่งขันของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของทีม ทีมที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุดจะได้รับรางวัล

4. กลุ่มผลสัมฤทธิ์ (Student Teams and Achievement Divisions) STAD เทคนิคนี้พัฒนาเพิ่มเติมจากเทคนิค TGT แต่จะใช้การทดสอบรายบุคคลแทนการแข่งขัน มีขั้นตอนกิจกรรมดังนี้

4.1 ครูนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่ โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจโดยใช้การสอนโดยตรงหรือตั้งประเด็นอภิปราย

4.2 จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ให้สมาชิกมีความสามารถคละกัน มีทั้งความสามารถสูงปานกลางและต่ำ

4.3 แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอจนเข้าใจ

4.4 ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบ (Quiz) เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

4.5 ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

4.6 กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากัน ให้ใช้คะแนนเฉลี่ยแทนคะแนนรวม) จะได้รับคำชมเชยโดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ด หรือป้ายนิเทศของห้องเรียน

5. กลุ่มร่วมมือช่วยเหลือ (Team Assisted Individualization) TAI กิจกรรมนี้เน้นการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคล มากกว่าการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่ม เหมาะสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ การจัดกลุ่มผู้เรียนจะคล้ายกับเทคนิค STAD และ TGT แต่ในเทคนิคนี้ ผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้และทำงานตามระดับความสามารถของตน เมื่อทำงานในส่วนของตนเสร็จแล้วจึงไปจับคู่หรือเข้ากลุ่มทำงานขั้นตอนของกิจกรรมประกอบด้วย

5.1 จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบบคละความสามารถกลุ่มละ 2-4 คน

5.2 ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้วหรือศึกษาประเด็น เนื้อหาใหม่ โดยการอภิปรายสรุปข้อความรู้หรือถามตอบ

5.3 ผู้เรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 1 แล้วจับคู่กันภายในกลุ่มของตน เพื่อแลกเปลี่ยนกันตรวจใบงานที่ 1 และอธิบายข้อสงสัยและข้อผิดพลาดของคู่ตนเอง หากผู้เรียนคู่ใดทำใบงานที่ 1 ได้ถูกต้องร้อยละ 75 ขึ้นไป ให้ทำใบงานชุดที่ 2 แต่หากคนใดคนหนึ่งหรือทั้งคู่ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 75 ให้ผู้เรียนทั้งคู่ทำใบงานชุดที่ 3 หรือ 4 จนกว่าจะทำได้ถูกต้องร้อยละ 75 ขึ้นไปจึงจะผ่านได้

5.4 ผู้เรียนทุกคนทำการทดสอบ (Quiz)

5.5 นำคะแนนผลการทดสอบของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม หรือใช้คะแนนเฉลี่ย (กรณีจำนวนคนแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน)

5.6 กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดได้รับรางวัลหรือติดประกาศชมเชย

6. กลุ่มสืบค้น (Group Investigation) GI เป็นการจัดกลุ่มผู้เรียนเพื่อเตรียมการทำโครงการกลุ่มหรือทำงานที่ครูมอบหมายก่อนใช้เทคนิคนี้ครูควรฝึกทักษะการสื่อสารและทักษะทางสังคมให้แก่ผู้เรียนก่อน เทคนิคนี้เหมาะสำหรับการสืบค้นความรู้หรือแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ เช่น การเรียนในวิชาชีววิทยา หรือสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนการเรียนรู้ประกอบด้วย

6.1 ครูและผู้เรียนร่วมกันอภิปราย ทบทวนเนื้อหาหรือประเด็นที่กำหนด

6.2 แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ คละความสามารถกลุ่มละ 2-4 คน

6.3 แบ่งเรื่องที่จะศึกษาเป็นหัวข้อย่อย แต่ละหัวข้อจะเป็นใบงานที่ 1 ใบงานที่ 2 ใบงานที่ 3 เป็นต้น

6.4 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเลือกทำหนึ่งหัวข้อ (ใบงานเพียงใบเดียว) โดยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนในกลุ่มเลือกข้อย่อยที่จะศึกษาก่อนหรืออาจให้ผู้เรียนในกลุ่มแบ่งกันหาคำตอบตามใบงาน แล้วนำคำตอบทั้งหมดมารวมกันเป็นคำตอบที่สมบูรณ์

6.5 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องจากใบงานที่ศึกษาจนเป็นที่เข้าใจของทุกคนในกลุ่ม

6.6 ให้แต่ละกลุ่มรายงานผลการศึกษา โดยเริ่มจากกลุ่มที่ทำใบงานที่ 1 จนถึงกลุ่มที่ทำใบงานสุดท้าย แล้วชมเชยกลุ่มที่ทำงานได้ถูกต้องที่สุด

7. กลุ่มเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) LI วิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการสอนวิชาที่มีโจทย์การคำนวณหรือการฝึกปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

7.1 ครูและนักเรียน อภิปราย สรุปเนื้อหาในคาบเรียนที่แล้ว

7.2 แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มละความสามารถกัน กลุ่มละ 4-5 คน

7.3 ครูแจกใบงานกลุ่มละ 1 แผ่น

7.4 แบ่งหน้าที่ของผู้เรียนในกลุ่มดังนี้

คนที่ 1 อ่านคำสั่งหรือขั้นตอนในการดำเนินงาน

คนที่ 2 ฟังขั้นตอนและจดบันทึก

คนที่ 3 อ่านคำถามและหาคำตอบ

คนที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ (ข้อมูล)

7.5 แต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบเพียงแผ่นเดียวหรือส่งงานหนึ่งชิ้น ผลงานที่เสร็จและส่งเป็นผลงานที่ทุกคนในกลุ่มยอมรับ ซึ่งทุกคนในกลุ่มจะได้คะแนนเท่ากัน

7.6 ปิดประกาศชมเชยกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

8. กลุ่มร่วมกันคิด (Numbered Heads Together) NHT เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับการทบทวนหรือตรวจสอบความเข้าใจ ขั้นตอนการเรียนประกอบด้วย

8.1 เตรียมประเด็นปัญหา ข้อคำถามที่จะให้ผู้เรียนศึกษา

8.2 แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มละ 4 คน ประกอบด้วยผู้เรียนที่เก่งหนึ่งคน ผู้เรียนที่ปานกลางสองคน ผู้เรียนที่เรียนอ่อนหนึ่งคน แต่ละคนมีหมายเลขประจำตัว

8.3 ถามคำถาม มอบหมายงานให้ทำ

8.4 ให้ผู้เรียนอภิปรายในกลุ่มย่อยจนมั่นใจว่าสมาชิกในกลุ่มทุกคนเข้าใจ

คำตอบ

8.5 ครูถามคำถามในประเด็นที่กำหนดโดยเรียกหมายเลขประจำตัวผู้เรียนคนใดคนหนึ่งในกลุ่มตอบ

8.6 ให้คำชมเชยกลุ่มที่สมาชิกในกลุ่มสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องมากที่สุด ผู้เรียนทุกคนตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำตอบที่ตนและกลุ่มร่วมกันศึกษา ซักถาม ทำความเข้าใจข้อคำตอบจนกระจ่างชัดเจน

9. กลุ่มร่วมมือ (Co-op Co-op) เป็นเทคนิคที่เน้นการร่วมกันทำงาน โดยสมาชิกในกลุ่มที่มีความสามารถและความถนัดต่างกันได้แสดงบทบาทหน้าที่ที่ตนถนัดได้เต็มที่ ผู้เรียนเก่งได้ช่วยเหลือเพื่อนที่เรียนอ่อน เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการคิดระดับสูงทั้งการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปใช้สอนในวิชาใดก็ได้ มีขั้นตอนกิจกรรมดังนี้

9.1 กำหนดขอบข่ายประเด็น หรือเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษา

9.2 ผู้เรียนทั้งชั้นเรียน ร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดประเด็นหรือหัวข้อที่จะศึกษา

9.3 กำหนดกลุ่มย่อย โดยให้สมาชิกกลุ่มมีความสามารถคละกัน

9.4 แต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อที่จะศึกษา

9.5 สมาชิกในแต่ละกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย แล้วแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ โดยให้สมาชิกแต่ละคนเลือกศึกษาหัวข้อย่อยคนละหนึ่งหัวข้อ

9.6 สมาชิกนำผลงานมารวมกันเป็นผลงานกลุ่ม อาจมีการอ่านทบทวนและปรับแต่งภาษาให้ผลงานกลุ่มที่ทำร่วมกันมีความสละสลวยต่อเนื่อง เตรียมผู้ที่จะนำเสนอผลงานกลุ่ม

9.7 นำผลงานกลุ่มเสนอต่อชั้นเรียน

9.8 ทุกกลุ่มช่วยกันประเมินผล โดยประเมินทั้งกระบวนการทำงานกลุ่มและผลงานกลุ่ม

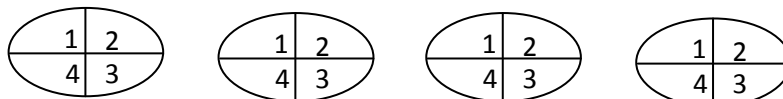
สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 33-46) กล่าวว่าเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายเทคนิค แต่จะนำเสนอเพียง 13 เทคนิค ดังนี้

1.เทคนิคการต่อเรื่องราว (Jigsaw) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่ม และมีการถ่ายทอดความรู้กันระหว่างกลุ่ม โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1.1 ผู้สอนกำหนดหัวเรื่องที่จะศึกษาเป็นหัวข้อย่อย ๆ โดยมีเนื้อหาหรือเรื่องราวที่จะศึกษาเท่า ๆ กัน และชี้แจงผู้เรียนว่าจะมีการแบ่งกลุ่มตามจำนวนหัวข้อที่กำหนดให้ และแนะวิธีการศึกษา

1.2 ผู้สอนกำหนดผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน จำนวนหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งสมมุติว่าถ้ามี 4 หัวข้อ สมาชิกก็ต้องมีกลุ่มละ 4 คน สมาชิก 4 คนนี้จะมีความสามารถคละกันทั้งเก่ง ปานกลาง อ่อน เมื่อมาอยู่รวมกันเรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home Group) ให้สมาชิกแต่ละคนเลือกหมายเลขประจำตัวตามความสมัครใจตั้งแต่หมายเลข 1, 2, 3, 4, และตั้งชื่อกลุ่มของตน พร้อมเขียนชื่อบนป้ายนิเทศหน้าชั้นเรียนผู้สอน แจกกติกาว่าห้ามสมาชิกออกจากกลุ่ม

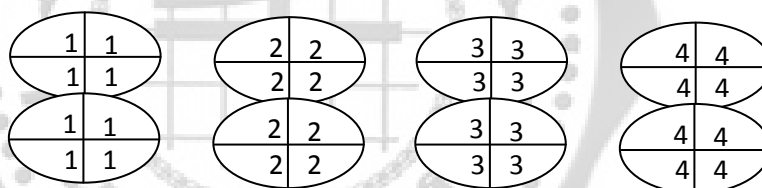
จนกว่าจะทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จสิ้นลง ถ้าคนใดสงสัยไม่เข้าใจเรื่องใดจะต้องขอความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่ม ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 การแบ่งกลุ่มผู้เรียนเพื่อเข้ากลุ่มบ้าน

ที่มา: สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2545). *การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. หน้า 33.

1.3 ผู้เรียนที่มีหมายเลขเดียวกันจากกลุ่มบ้านมาหนึ่งรวมกัน เพื่อศึกษาความรู้ และทำงานร่วมกันตามประเด็นในใบงานที่ผู้สอนกำหนดให้ ดังนั้น กลุ่มหมายเลข 1 ก็จะนั่งรวมกัน 4 คน หรือตามที่ผู้สอนกำหนด หมายเลข 2 หมายเลข 3 หมายเลข 4 ต่างก็ไปนั่งรวมกัน 4 คน หรือตามที่ผู้สอนกำหนดเช่นเดียวกัน ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 การเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

ที่มา: สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2545). *การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. หน้า 34.

ดังนั้น แต่ละหมายเลขอาจจะมีหลายกลุ่มก็ได้ ถ้าผู้เรียนในห้องนั้นมีจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น กลุ่มหมายเลข 1 อาจจะมี 3-4 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 2 อาจจะมีจำนวน 3-4 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 3 อาจจะมี 3-4 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 4 อาจจะมีจำนวน 3-4 กลุ่ม เป็นต้น ผู้เรียนในแต่ละหมายเลขจะศึกษาหัวข้อเรื่องเดียวกัน ร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามตามประเด็นที่ผู้สอนกำหนด ผู้สอนอาจจะจัดทำใบงานให้ผู้เรียน โดยกำหนดประเด็นให้ผู้เรียนตอบจนกระทั่งทุกคนมีความกระจ่างชัดในหัวข้อเรื่องที่ศึกษาเป็นอย่างดี เราเรียกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Groups)

1.4 ให้สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่า กลุ่มบ้าน และผลัดกันอภิปรายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษา หรือตามที่ตนได้ร่วมกันตอบคำถามตามหัวข้อในใบงานที่ผู้สอนกำหนดโดยเริ่มจาก หมายเลข 1,2,3,4 ตามลำดับ หรืออาจจะให้ถ่ายทอดความรู้

ตามความสมัครใจ โดยไม่ต้องเรียกตามหมายเลขก็ได้ แต่ทุกคนต้องถ่ายทอดความรู้จนครบ

1.5 ผู้สอนทดสอบความรู้ตามเนื้อหาที่กำหนด และให้คะแนนเป็นรายบุคคล นอกจากนี้ยังมี เทคนิคแบบ Jigsaw II นี้ ซึ่งพัฒนาจากเทคนิค Jigsaw โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้มีส่วนช่วยเหลือและพึ่งพากันในกลุ่ม มีกระบวนการเหมือน Jigsaw เดิมทุกประการ แต่ในช่วงประเมินผล ผู้สอนจะนำคะแนนของทุกคนในกลุ่มมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย กลุ่มใดได้ค่าเฉลี่ยสูงสุดหรือถือได้ว่าการร่วมมือกันช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี ผู้สอนอาจจะมีการติดป้ายประกาศผลไว้เพื่อเป็นกำลังใจ

2. เทคนิคการจัดทีมแข่งขัน (TGT: Team Games Tournament) เหมาะสำหรับการเรียนการสอนที่ต้องการให้กลุ่มผู้เรียนได้ศึกษาประเด็น หรือปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นคำตอบที่ชัดเจน เช่น คณิตศาสตร์ การใช้ภาษา ภูมิศาสตร์ แผนที่ ความคิดรวบยอดทางภูมิศาสตร์ ผู้เรียนมีโอกาสได้ช่วยกันศึกษาคำตอบ เป็นการแบ่งปันความรู้ร่วมกัน โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

2.1 ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาใหม่ โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อการสอน อาจจะใช้วิธีการอภิปรายร่วมกันหรือช่วยกันคิด ผูกค้นหาคำตอบ ในกรณีที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการฝึกทักษะการคิด โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มละ 4 คน

2.2 สมาชิกแต่ละกลุ่มเริ่มทำแบบฝึกหัดจากคำถามข้อที่ 1 โดยสมาชิกคนที่ 1 เริ่มปฏิบัติหน้าที่อ่านคำถามและแยกแยะประเด็นที่โจทย์กำหนด หรือสิ่งที่เป็นประเด็นสำคัญของคำถาม เมื่อถึงคำถามหรือโจทย์ข้อที่ 2 ก็ให้สมาชิกคนที่ 2 เลื่อนขึ้นมาทำหน้าที่แทนคนที่ 1 สมาชิกคนที่ 3 เลื่อนขึ้นมาทำหน้าที่แทนคนที่ 2 สมาชิกคนที่ 4 เลื่อนขึ้นมาทำหน้าที่แทนคนที่ 3 สมาชิกคนที่ 1 กลับมาทำหน้าที่แทนคนที่ 4 จะหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันไปเรื่อย ๆ จนครบคำถาม ซึ่งรวมแล้วสมาชิกทุกคนจะได้ทำหน้าที่ทุกบทบาท

2.3 ผู้สอนแจกแบบฝึกหัดหรือใบงานให้แต่ละกลุ่มตามที่แบ่งไว้แล้วนั้น สมาชิกแต่ละกลุ่มจะแบ่งหน้าที่และปฏิบัติตามหน้าที่เวียนไป ดังนี้

สมาชิกคนที่ 1 มีหน้าที่อ่านคำถามและแยกแยะประเด็นที่โจทย์กำหนด หรือสิ่งที่เป็นประเด็นสำคัญของคำถาม

สมาชิกคนที่ 2 วิเคราะห์หาแนวทางตอบคำถามอธิบายให้ได้มาซึ่งแนวคำตอบ หรืออธิบายให้ได้มาซึ่งคำตอบที่โจทย์ถาม

สมาชิกคนที่ 3 รวบรวมข้อมูลและเขียนคำตอบ

สมาชิกคนที่ 4 สรุปขั้นตอนทั้งหมด ตรวจสอบคำตอบ

สมาชิกทุกคนร่วมมือกันทำแบบฝึกหัด หรือตอบคำถามที่กำหนดไว้จนเสร็จเรียบร้อย มีการพึ่งพาอาศัยกัน ช่วยเหลือกัน และมีการอธิบายให้กันจนเข้าใจ จนสมาชิกทุกคนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ครบทุกข้อแล้วจะมีการดำเนินกิจกรรมขั้นต่อไป คือ มีการแข่งขันกันตอบปัญหา

2.4 การจัดการแข่งขัน มีการจัดโต๊ะแข่งขันที่มีตัวแทนแต่ละกลุ่มในข้อ 2.2 ซึ่ง

มีทั้งเก่ง ปานกลาง อ่อน ครูจะจัดโต๊ะแข่งขันโดยกำหนดให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งมีความสามารถแตกต่างกันไป แยกย้ายกันไปแข่งขันในโต๊ะที่จัดไว้ตามความสามารถ ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนที่เก่งของแต่ละกลุ่มจะมาแข่งขันในโต๊ะที่จัดไว้สำหรับคนเก่ง

2.5 การดำเนินการแข่งขันตามขั้นตอน

- ผู้สอนแจกซองคำถามให้ทุกโต๊ะในซองคำถามมีเฉลยคำตอบ ผู้เรียนทุกคนจะผลัดกันเป็นผู้อ่านคำถาม ผู้อ่านคำถามมีหน้าที่อ่านคำถามและให้คะแนนผู้ที่ตอบถูกต้องตามลำดับ

- เริ่มการแข่งขัน ผู้เรียนคนที่ 1 อ่านคำถาม ผู้เรียนอีก 3 คน แข่งขันกันตอบคำถาม โดยเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบของตนส่งให้คนอ่านคนที่ 1 ตรวจสอบและให้คะแนนสมาชิกในทีมแข่งขันจะผลัดกันทำหน้าที่อ่านคำถามจนคำถามหมด ให้ทุกคนรวมคะแนนของตนเอง

2.6 ผู้ที่ไปทำการแข่งขันจะกลับเข้ากลุ่มเดิม นำคะแนนการแข่งขันแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของทีม ทีมที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้รับรางวัล คือคำชมเชย หรือการประกาศชมเชยบนป้ายนิเทศ

3. เทคนิคแบ่งปันความสำเร็จ (STAD : Student Teams Achievement Division)

เทคนิคนี้มีการพัฒนามาจากเทคนิคการจัดแข่งขัน (TGT) แต่จะเป็นการร่วมมือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม โดยทุกคนจะต้องพัฒนาความรู้ของตนเองในเรื่องที่ผู้สอนกำหนด ซึ่งจะมีการช่วยเหลือติวความรู้ให้แกกัน มีการทดสอบความรู้เป็นรายบุคคลแทนการแข่งขัน และรวมคะแนนเป็นกลุ่มที่ได้คะแนนมากที่สุดจะเป็นฝ่ายชนะ โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

3.1 ชั้นเสนอประเด็นความรู้ใหม่หรือเนื้อหาใหม่ ด้วยการใช้อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ หรืออาจจะให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาแล้วผู้สอนตั้งประเด็นคำถามให้ผู้เรียนอภิปราย

3.2 จัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม จำนวนสมาชิก 4-5 คน คณะความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน มีทั้งเพศหญิง - ชาย คณะกันไป จากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาเนื้อหาที่ผู้สอนนำเสนอจนมีความเข้าใจ ผู้สอนจะต้องชี้แจงให้ผู้เรียนทราบว่าความสำเร็จของกลุ่มนั้นจะต้องอาศัยผลจากการร่วมมือกัน ช่วยเหลือกัน ผู้ที่เก่งกว่าจะต้องช่วยแนะนำผู้ที่อ่อนกว่าหรือเรียนได้ช้ากว่า ซึ่งในขั้นนี้ผู้สอนควรมีไปความรู้ที่ผู้เรียนสามารถศึกษาแล้วเข้าใจง่ายตลอดจนมีใบงานหรือแบบฝึกหัดที่มีคำถามซึ่งสามารถสร้างความกระจำชัดให้ผู้เรียนมากขึ้น

3.3 ให้ผู้เรียนทุกคนในแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล

3.4 ตรวจสอบคำตอบจากแบบทดสอบ นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

3.5 ประกาศชมเชยกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และรองลงมาเรียงตามลำดับ ซึ่งอาจจะติดประกาศคะแนนไว้ที่ป้ายนิเทศของห้องเรียน (อาจจะมีการสัมภาษณ์การทำกิจกรรมร่วมกันของกลุ่มประสบความสำเร็จ เพื่อเป็นตัวอย่างการทำงาน)

4. เทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI : Group Investigation) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่จัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม เพื่อเตรียมทำงานหรือทำโครงการที่ผู้สอนมอบหมาย เทคนิคนี้

เหมาะสำหรับการฝึกผู้เรียนให้รู้จักสืบค้นความรู้หรือการวางแผนสืบสวนเพื่อแก้ปัญหา หรือการหาคำตอบในประเด็นที่สนใจ ก่อนการดำเนินกิจกรรมผู้สอนควรฝึกทักษะ การสื่อสาร ทักษะการคิด ตลอดจนทักษะทางสังคมให้แก่ผู้เรียน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

4.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายบทเรียนใหม่ หรือทบทวนความรู้เดิม หรืออภิปรายประเด็นที่กำหนด

4.2 แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กประมาณกลุ่มละ 4 คน โดยคละกันตามความสามารถ ประกอบด้วยเก่ง ปานกลาง อ่อน

4.3 ผู้สอนแบ่งเรื่องที่จะสอนออกเป็นเรื่องย่อยหรือหัวข้อย่อย โดยอาจจะจัดทำเป็นใบความรู้พร้อมแบบฝึกหัด (หรือใบงาน) ที่ 1, 2, 3, 4 ซึ่งรวมแล้วเรียกว่า 1 เรื่อง

4.4 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรับเรื่องที่คุณสอนกำหนดไว้ในข้อ 4.3 ประกอบด้วยเรื่องย่อย ซึ่งอาจเป็นใบความรู้พร้อมแบบฝึกหัด (หรือใบงาน) มาแบ่งให้สมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้โอกาสผู้ที่ยังเรียนอ่อนได้เลือกหัวข้อย่อยหรือใบงานก่อน หรือจะเลือกหัวข้อตามความสนใจก็ได้

4.5 สมาชิกแต่ละคนจะศึกษาสืบค้นความรู้เพื่อเป็นคำตอบตามหัวข้อย่อยที่ตนรับผิดชอบ แล้วนำคำตอบมาอภิปรายร่วมกันในกลุ่มจนได้คำตอบที่สมบูรณ์ และมีความเข้าใจกันทุกคน

4.6 สมาชิกแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนตั้งแต่ใบความรู้ที่ 1 พร้อมแบบฝึกหัดที่ 1 (หรือใบงาน) จนถึงใบความรู้พร้อมใบงาน หรือแบบฝึกหัดชุดสุดท้าย ครูให้กำลังใจด้วยการยกย่องหรือชมเชยแก่กลุ่ม

5. เทคนิคคู่คิด (Think-Pair-Share) เป็นเทคนิคที่ผู้สอนนิยมใช้คู่กับวิธีสอนแบบอื่น เรียกกันว่า เทคนิคคู่คิด เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งอาจจะเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้ และให้ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบของตนก่อน แล้วจับคู่กับเพื่อนอภิปรายหาคำตอบ เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องแล้วจึงนำคำตอบไปอธิบายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

5.1 ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งอาจจะทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้

5.2 ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง

5.3 เมื่อผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบได้แล้ว ให้จับคู่กับเพื่อนผลัดกัน

อภิปรายคำตอบ (ผู้สอนอาจจะกำหนดคู่ให้ผู้เรียนตามความเหมาะสม และอาจใช้หมายเลขประจำคู่ที่ 1 ถึงคู่สุดท้าย ซึ่งมีจำนวนมากน้อยเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้เรียน)

5.4 ผู้เรียนคนหนึ่งออกไปอธิบายคำตอบให้เพื่อนฟังทั้งชั้น (ผู้สอนอาจจะใช้วิธีสุ่มผู้เรียนออกไปตามหมายเลขประจำคู่ และชมเชยให้กำลังใจ)

6. เทคนิคคู่คิดสี่สหาย (Think-Pair-Square) เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งผู้สอนอาจจะทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้ ให้ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามหรือตอบปัญหาด้วยตนเองก่อน แล้วจับคู่กับเพื่อนนำคำตอบไปผลัดกันอภิปรายกับ

เพื่อน ต่อจากนั้นไปจับคู่กัน 2 คู่ รวมเป็น 4 คน ผู้เรียนทั้ง 4 คน ผลัดกันอภิปรายคำตอบด้วยความมั่นใจ โดยผู้สอนแบ่งผู้เรียนล่วงหน้าออกเป็นกลุ่มละ 4 คน ซึ่งมีความสามารถคละกัน ประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง อ่อน มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

6.1 ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียนซึ่งอาจจะจัดทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้

6.2 ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง

6.3 เมื่อผู้เรียนแต่ละคนคิดคำตอบได้แล้ว ให้จับคู่กับเพื่อนผลัดกันอธิบายคำตอบที่ตนคิดได้

6.4 ผู้เรียนรวมกลุ่ม 4 คน ซึ่งมาจากผู้เรียน 2 คู่ เมื่อเข้ากลุ่มแล้วผลัดกันอธิบายคำตอบของตนให้เพื่อนฟัง

7. เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pairs Check) เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา (โจทย์) ให้กับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนอาจจัดทำเป็นใบงาน หรือแบบฝึกหัดที่มีคำถามหรือโจทย์หลายข้อ จำนวนข้อจะเป็นเลขคู่ ผู้เรียนจะจับคู่กันเมื่อได้รับโจทย์หรือปัญหาจากผู้สอน คนหนึ่งจะทำหน้าที่ตอบคำถามหรือแก้ปัญหาโจทย์ อีกคนหนึ่งจะทำหน้าที่สังเกตและตรวจสอบ และในคำถามข้อต่อไปก็จะสลับหน้าที่กัน เมื่อตอบคำถามหรือแก้ปัญหาโจทย์ครบ 2 ข้อ แล้ว ให้สมาชิกทั้งสองคู่ (ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน) เปรียบเทียบคำตอบซึ่งกันและกัน โดยผู้สอนแบ่งผู้เรียนล่วงหน้าออกเป็นกลุ่มละ 4 คน ซึ่งมีความสามารถคละกัน ประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง อ่อน แล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจับคู่กันเป็น 2 คู่ เทคนิคคู่ตรวจสอบที่เหมาะสมกับใบงาน หรือแบบฝึกหัดที่ไม่ยากและไม่ซับซ้อน มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

7.1 ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดโจทย์ปัญหาให้แก่ผู้เรียน ผู้สอนอาจจัดทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดให้แก่ผู้เรียน

7.2 ผู้เรียนคนหนึ่งแสดงถึงการคิดตอบคำถามหรือโจทย์ปัญหานั้น แล้วเขียนคำตอบ และสมาชิกอีกคนหนึ่งเป็นฝ่ายสังเกต (ผู้เรียนอีกคู่หนึ่ง ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกันก็ปฏิบัติในทำนองเดียวกัน)

7.3 ผู้เรียนที่ทำหน้าที่เป็นฝ่ายสังเกตจะทำหน้าที่ตรวจสอบและแสดงความเห็นด้วย เมื่อตรวจสอบว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมแสดงความยินดี

7.4 ให้ผู้เรียนแต่ละคู่เปลี่ยนบทบาทกันในคำถามข้อต่อไป

7.5 เมื่อจบการตอบคำถาม 2 ข้อแล้ว ให้ผู้เรียนแต่ละคู่ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกัน (กลุ่ม 4 คน) เปรียบเทียบคำตอบกัน และช่วยเหลือกันอธิบายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความกระจ่างชัดเจน

7.6 ให้ผู้เรียนเปลี่ยนกันทำหน้าที่ในข้อต่อไปจนจบคำถามในใบงานหรือแบบฝึกหัด

8. เทคนิคการสัมภาษณ์ 3 ขั้นตอน (Three-Step Interview) เป็นเทคนิคที่ฝึกให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีประสบการณ์ในการสัมภาษณ์บุคคลและเก็บใจความสำคัญ หรืออาจจะเป็นการ

สรุปความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียน โดยผู้สอนแบ่งผู้เรียนล่วงหน้าออกเป็นกลุ่มละ 4 คน ให้มีความสามารถละกัน ประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง อ่อน ให้สมาชิกในกลุ่มมีหมายเลขประจำตัว เช่น หมายเลข 1,2,3 หรือใช้ตัวอักษร ก, ข, ค เป็นหมายเลขประจำตัวก็ได้ ซึ่งมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

8.1 ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียน ก สัมภาษณ์ผู้เรียน ข และผู้เรียน ค สัมภาษณ์ผู้เรียน ง ให้แต่ละคนถามเพื่อนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน หรือให้สรุปความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนจบไปแล้ว ผู้สัมภาษณ์จะเก็บในความสำเร็จ ผู้สอนอาจจะจัดหัวข้อลงในใบงานเพื่อสรุปประเด็นในการซักถาม

8.2 ให้ผู้เรียนเปลี่ยนบทบาทกัน โดยให้ ข สัมภาษณ์ ก และให้ ง สัมภาษณ์ ค

8.3 ในระหว่างมีการสัมภาษณ์สมาชิกในกลุ่มนั้น อาจจะมีการทำแบบฝึกหัดควบคู่กันไปก็ได้

8.4 สมาชิกในกลุ่มจะหมุนเวียนกันสรุปใจความสำคัญที่ได้รับฟังจากการสัมภาษณ์ ให้เพื่อนผู้เรียนคนอื่น ๆ ฟังว่าเพื่อนพูดอะไรได้ใจความอย่างไร

9. เทคนิคพร้อมกันคิด (Numbered Heads Together) เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับการทบทวนความรู้ หรือตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ผู้สอนใช้คำถามถามผู้เรียน และให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ และผู้สอนสุ่มเรียกสมาชิกคนหนึ่งของกลุ่มใด กลุ่มหนึ่งออกมาตอบคำถาม โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

9.1 ผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ซึ่งมีความสามารถละกัน ประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง อ่อน สมาชิกในแต่ละกลุ่มมีหมายเลขประจำตัว ตั้งแต่หมายเลข 1, 2, 3, 4

9.2 ผู้สอนกำหนดปัญหาหรือตั้งคำถาม ซึ่งอาจจะจัดทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ และช่วยกันอธิบายคำตอบให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มของตนมีความเข้าใจอย่างชัดเจน

9.3 ผู้สอนสุ่มเรียกสมาชิกหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งออกจากกลุ่ม เพื่อตอบคำถามและอธิบายให้สมาชิกทั้งชั้นฟัง (สมาชิกหมายเลขที่ได้รับการสุ่มเรียกมานั้น อาจจะมาตอบหรืออธิบายคำถามเรียงตามหัวข้อที่กำหนดในใบงานจนครบทุกข้อก็ได้ ขึ้นอยู่กับการประยุกต์กิจกรรมของผู้สอน)

10. เทคนิคเล่าเรื่องรอบวง (Round robin) เป็นเทคนิคที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้ผลัดกันเล่าประสบการณ์ ความรู้ที่ตนเองได้ศึกษามาตลอดจนสิ่งที่ตนประทับใจให้แก่เพื่อน ๆ ในกลุ่มฟังทีละคน หรืออาจจะเป็นเรื่องที่สมาชิกในกลุ่มต้องการจะเสนอแนะแสดงความคิดเห็น แนะนำตนเอง พูดถึงส่วนดีของเพื่อน หรืออาจจะดัดแปลงเป็นการผลัดกันมาเป็นการเล่าเรื่องหน้าชั้นเรียนก็ได้ โดยสมาชิกทุกคนได้ใช้เวลาในการเล่าเท่า ๆ กัน หรือใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนมีความรู้และเทคนิคการเล่าเรื่องเป็นอย่างดี มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

- 10.1 ผู้สอนแจ้งวิธีเล่าเรื่องรอบวง และแจ้งกติกาของการเล่าเรื่อง ตลอดจน ขอบข่ายการเล่าเรื่อง
- 10.2 แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม
- 10.3 ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มเล่าเรื่องที่ละคน ซึ่งสมาชิกจะเล่าเรื่องภายใน กำหนดเวลาที่ตกลงกันได้
- 10.4 สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันสรุปประเด็นสำคัญที่ได้จากการฟังเพื่อน เล่าเรื่อง หรืออาจจะเป็นแนวคิดที่ได้จากการฟัง

11. เทคนิคโต๊ะกลม (Roundtable) เป็นเทคนิคที่ฝึกให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันตอบ คำถามหรือตอบปัญหา โดยใช้วิธีเขียนตอบร่วมกันโดยเริ่มจากสมาชิกคนหนึ่งเป็นผู้เริ่มเขียนตอบ ก่อนแล้วส่งต่อไปยังสมาชิกคนอื่น แล้วสมาชิกคนต่อไปจะอ่านคำตอบของเพื่อนแล้วเขียนเพิ่มเติม และส่งต่อไปยังสมาชิกคนต่อไป ซึ่งจะอ่านคำตอบของเพื่อน ๆ ที่ตอบมาแล้วจึงจะเขียนเพิ่มเติม ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนหมดสมาชิกในกลุ่ม โดยผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ซึ่งมีความสามารถละกัน โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

- 11.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายบทเรียน หรือเรื่องที่กำลังศึกษาจนมีความเข้าใจกระจ่างชัด
- 11.2 ผู้สอนแจกคำถามและแบบฝึก หรือใบงาน ให้ผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม
- 11.3 สมาชิกคนหนึ่งของกลุ่มเขียนคำตอบจากคำถามที่ผู้สอนส่งให้ แล้วส่งแบบฝึกหัดใบงานไปยังคนต่อไป
- 11.4 สมาชิกคนต่อไปอ่านคำตอบของสมาชิกที่เขียนไว้แล้ว และทำแบบฝึกหัดหรือตอบคำถามเพิ่มเติม
- 11.5 สมาชิกและคนในกลุ่มจะได้มีโอกาสและเขียนคำตอบหมุนเวียนกันไป เป็นเรื่อง ๆ จนเสร็จกล่าวคือ สามารถตอบปัญหาได้ชัดเจนครบถ้วนทุกคำถาม
- 11.6 เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดหรือตอบคำถามเสร็จแล้ว ผู้สอนอาจจะสุ่มผู้เรียนในแต่ละกลุ่มออกไปเฉลยคำถามแต่ละข้อ หรืออาจจะร่วมกันเฉลยทั้งชั้นเรียนก็ได้

12. เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) เป็นเทคนิคที่ผู้เรียนช่วยกันทำงานโดยมีการแบ่งหน้าที่กัน ผู้สอนแบ่งผู้เรียนไว้ล่วงหน้ากลุ่มละ 4 คน คณะความสามารถประกอบด้วยความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

- 12.1 ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายบทเรียนหรือเรื่องที่เรียน มีการซักถามจนเข้าใจกระจ่างชัดหรืออาจจะเป็นการทบทวนบทเรียนที่เรียนไปแล้ว
- 12.2 ผู้สอนแจกแบบฝึกหรือใบงานแก่ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแบ่งงาน ดังนี้
- สมาชิกคนที่ 1 มีหน้าที่อ่านคำสั่ง โจทย์ปัญหา หรือคำตอบ แยกแยะให้ชัดเจน
- สมาชิกคนที่ 2 ฟังขั้นตอน รวบรวมข้อมูล หาแนวทางเสนอแนะ การตอบ

คำถาม หรือคำถามหาคำตอบ

สมาชิกคนที่ 3 ตอบคำถาม หรือตอบปัญหา หรือคำถามหาคำตอบ

สมาชิกคนที่ 4 ตอบคำถาม หรือตอบปัญหา หรือคำถามหาคำตอบ

12.3 สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันในการตอบคำถาม หรือตอบปัญหา หรือทำโจทย์ข้อต่อไปจนเสร็จทุกข้อ

12.4 แต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบต่อผู้สอนเพียงชุดเดียวที่เป็นผลงานร่วมกัน ของสมาชิกในกลุ่มซึ่งกลุ่มยอมรับและเข้าใจในแบบฝึกหัดหรืองานนั้น

12.5 ผู้สอนตรวจคำตอบด้วยตนเอง หรืออาจจะให้แต่ละกลุ่มผลัดกันตรวจ คำตอบ โดยมีแนวเฉลยคำตอบให้

12.6. ประกาศผลกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

13. เทคนิคช่วยกันคิดช่วยกันเรียน (TAI : Team Assisted Individualization)

เป็นเทคนิคที่ใช้กับการทบทวนบทเรียนหรืออธิบายบทเรียนเมื่อผู้สอนและ ผู้เรียนได้อภิปรายความรู้ในบทเรียนหรือทบทวนบทเรียนจนเข้าใจดีแล้ว ผู้สอนแบ่งผู้เรียนกลุ่มละ 4 คน ที่มีความสามารถต่างกัน คือ เก่ง ปานกลางและอ่อน แล้วให้จับคู่กันเป็น 2 คู่ ในแต่ละกลุ่ม มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

13.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเนื้อหาในบทเรียนหรือทบทวน บทเรียน

13.2. ผู้สอนแจกแบบฝึกหรือใบงานที่ 1 ให้สมาชิกแต่ละคนทำ

13.3 เมื่อทำแบบฝึกหรือใบงานเสร็จแล้ว ให้จับคู่กับสมาชิกภายในทีม เดียวกัน และผลัดกันตรวจคำตอบตามแนวเฉลยที่ผู้สอนแจกให้ และช่วยกันอภิปรายสิ่งที่สงสัย ให้แก่สมาชิกซึ่งเป็นคู่ของตนเองฟัง

13.4 ให้ผู้เรียนทุกคนทำการทดสอบครั้งสุดท้ายพร้อมกัน โดยแต่ละคนต่างทำ แบบทดสอบด้วยตนเอง

13.5 นำคะแนนของผู้เรียนแต่ละคนภายในกลุ่ม (4 คน) รวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย ผู้สอนประกาศผลและยกย่องกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด (ซึ่งอาจจะเรียงลำดับ 3-4 กลุ่ม ตามความเหมาะสม และติดผลไว้ที่ป้ายนิเทศ)

จากเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้น พบว่าการเรียน แบบร่วมมือนั้นมีหลากหลายเทคนิค ซึ่งแต่ละเทคนิคนั้นมีขั้นตอน ลักษณะเฉพาะและความ เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไป ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจในการเรียน แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ปริศนาความคิด (Jigsaw II) และ การเรียนด้วยกัน (Learning Together) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Divisions: STAD) หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอบทเรียน ครูนำเสนอเนื้อหา ทักษะหรือวิธีการเกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ โดยใช้สื่อประกอบการสอนที่น่าสนใจ การตั้งคำถามและกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นทำกิจกรรมกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คนที่มีความสามารถทางการเรียนคละกัน โดยครูมอบหมายใบความรู้ แบบฝึกหัด ใบงาน ให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันทำงานและทบทวนความรู้ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน คนที่เก่งกว่าช่วยคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มต้องแน่ใจว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มพร้อมสำหรับการทดสอบย่อย เมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาให้นักเรียนช่วยเหลือกันภายในกลุ่มก่อนที่จะถามครูหรือถามเพื่อนกลุ่มอื่น

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย ครูจัดให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย หลังจากนักเรียนเรียนและทบทวนเป็นกลุ่มเกี่ยวกับเรื่องที่กำหนด นักเรียนทำแบบทดสอบคนเดียวไม่มีการช่วยเหลือกัน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขั้นให้รางวัลกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากันให้ใช้คะแนนเฉลี่ยแทนคะแนนรวม) จะได้รับคำชมเชยโดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ด หรือป้ายนิเทศของห้องเรียน

2. ปริศนาความคิด (Jigsaw II) หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอบทเรียน ครูนำเสนอบทเรียน ด้วยสื่อที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นทำกิจกรรมกลุ่มย่อย ครูแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่าๆกัน เท่ากับจำนวนหัวข้อที่จะศึกษา แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถทางการเรียนคละกัน

- จัดผู้เรียนให้มีความสามารถคละกัน เรียกว่า “กลุ่มบ้าน”

(Home Groups) แล้วมอบหมายให้สมาชิกแต่ละคนศึกษาหัวข้อที่ต่างกัน

- ผู้เรียนที่ได้รับหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มมานั่งด้วยกัน เพื่อทำงานและศึกษาร่วมกันในหัวข้อดังกล่าว เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ” (Expert Groups) ในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ สมาชิกจะอ่านเอกสาร สรุปเนื้อหาสาระ จัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอ เพื่อเตรียมทุกคนให้พร้อมที่จะไปสอนหัวข้อนั้น ที่กลุ่มเดิมของตนเอง ที่เรียกว่ากลุ่มบ้าน

- สมาชิกแต่ละคนออกจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปกลุ่มเดิมของตน ผลัดกันอธิบายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษาให้เพื่อนฟังจนครบทุกหัวข้อ มีการซักถามข้อสงสัย ตอบปัญหา ทบทวนความเข้าใจชัดเจน

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเนื้อหาทั้งหมดทุกหัวข้อ โดยสมาชิกในกลุ่มไม่ได้ช่วยทำ

ขั้นที่ 4 ขั้นรวมคะแนนกลุ่ม ตรวจสอบแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขั้นให้รางวัลกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุด หรือได้คะแนนผ่านเกณฑ์จะได้รับคำชมเชยหรือรางวัล

3. แบบการเรียนรู้ด้วยกัน (Learning Together) หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอบทเรียน ผู้สอนนำเสนอปัญหา หรือหัวข้ออภิปรายด้วยสื่อการสอนที่หลากหลายน่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นทำกิจกรรมกลุ่มย่อย

- ครูแจกแบบฝึกหรือใบงานกลุ่มละ 1 ชุด ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะแบ่งหน้าที่ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ 1 อ่านคำสั่ง หรือขั้นตอนการดำเนินงาน
 - สมาชิกคนที่ 2 ฟังขั้นตอน รวบรวมข้อมูล และจดบันทึก
 - สมาชิกคนที่ 3 อ่านคำถาม และหาคำตอบ
 - สมาชิกคนที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ(ข้อมูล)

- สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันหาคำตอบจนเสร็จทุกข้อ

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย แต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบเพียงแผ่นเดียวหรือส่งชิ้นงาน ที่ทุกคนในกลุ่มยอมรับ ซึ่งทุกคนจะได้คะแนนเท่ากัน

ขั้นที่ 4 ขั้นรวมคะแนนกลุ่ม ผู้สอนตรวจคำตอบด้วยตนเอง หรืออาจจะให้แต่ละกลุ่มผลัดกันตรวจคำตอบ โดยมีแนวเฉลยคำตอบให้ แล้วรวมคะแนนกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขั้นให้รางวัลกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุด หรือได้คะแนนผ่านเกณฑ์จะได้รับคำชมเชยหรือรางวัล

2.5 การเรียนแบบร่วมมือกับการสอนคณิตศาสตร์

จอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson; & Johnson. 1989: 235-237) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือใช้ได้เป็นอย่างดีกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิดทางคณิตศาสตร์เข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างมโนคติและกระบวนการและสามารถที่จะประยุกต์ใช้ความรู้อย่างคล่องแคล่วและมีความหมายด้วยเหตุผลดังนี้

1. มโนคติและทักษะทางคณิตศาสตร์สามารถเรียนรู้ได้ดีในกระบวนการที่เป็นพลวัต (Dynamic Process) ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างแข่งขัน การเรียนคณิตศาสตร์ควรเป็นลักษณะที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมมากกว่าที่จะเป็นเพียงผู้คอยรับความรู้ การสอนคณิตศาสตร์โดยปกติอยู่บนพื้นฐานที่ว่านักเรียนเป็นผู้ดูดซับข้อมูลความรู้จากการฝึกซ้ำและจากการให้แรงเสริม การมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแข่งขันเป็นการท้าทายสมองสำหรับนักเรียนทุกคนและการอยากรู้ อยากเห็นจะช่วยกระตุ้นให้มีการอภิปรายกับคนอื่น

2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการอาสาซึ่งกันและกัน (Interpersonal Enterprise) การพูดผ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์กับเพื่อนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างชัดเจนว่าจะแก้ปัญหาให้ถูกต้องได้อย่างไรการอธิบายยุทธวิธีการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการวิเคราะห์ปัญหากับเพื่อนจะทำให้เกิดการหยั่งรู้ (Insight) มีวิธีการให้เหตุผลระดับสูงและเกิดการเรียนรู้ระดับสูง ในกลุ่มย่อยนักเรียนมีความสะดวกในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากกว่าการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้น

3. การเรียนเป็นกลุ่ม มีโอกาสในการสร้างความร่วมมือในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพแต่ในโครงสร้างของการแข่งขัน และการเรียนรายบุคคลนักเรียนไม่มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันจะทำให้นักเรียนหลีกเลี่ยงการแลกเปลี่ยนการวิเคราะห์ปัญหาและเลือกยุทธวิธีร่วมกับคนอื่น ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลอาจเป็นไปแบบไม่เต็มใจหรือให้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์

4. การร่วมมือส่งเสริมความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าการแข่งขันและการเรียนแบบรายบุคคล การเรียนแบบร่วมมือส่งเสริมการค้นพบ การเลือกใช้ยุทธวิธี การให้เหตุผลที่มีประสิทธิภาพ การสร้างแนวคิดใหม่ การถ่ายโยงยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์และข้อเท็จจริงกับปัญหาย่อย ๆ ไปสู่รายบุคคล (นั่นคือการถ่ายโยงจากกลุ่มไปสู่รายบุคคล)

5. การทำงานร่วมมือกัน นักเรียนจะเพิ่มความมั่นใจในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเอง เป็นการสนับสนุนให้เกิดความพยายามในการเรียนรู้ใหม่ กระบวนการและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนที่ทำงานร่วมกันในกลุ่มมีแนวโน้มที่จะชอบและเห็นคุณค่าของแต่ละคน และเห็นความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของคนอื่น มีความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่างเพื่อน เกิดการเรียนรู้ในระดับสูง ตระหนักในคุณค่าของตนเอง (Self - esteem) เกิดการยอมรับความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา

6. การเลือกรายวิชาเรียนและการเลือกอาชีพ เพื่อนมีอิทธิพลสูงต่อนักเรียนหากมีนักเรียนบางคนในชั้นเลือกวิชาเรียนไม่เหมาะสมกับตัวเขาการช่วยเหลือให้เขาได้พัฒนาจะเกิดขึ้นในสถานการณ์การเรียนแบบร่วมมือนักเรียนมีแนวโน้มที่ชอบและสนุกกับการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าและได้รับการกระตุ้นอย่างต่อเนื่องในการเรียนความสำเร็จที่เกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันของนักเรียนในการแก้ปัญหาก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้ใหม่และการวิเคราะห์มากขึ้น ซึ่งเป็นความรู้ที่จำเป็นในการอภิปราย อธิบายและวางแผนในการเรียนรู้สถานการณ์ใหม่เป็นการเพิ่มความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสนับสนุนกันการช่วยเหลือกันและการเชื่อมโยงกันภายในกลุ่มแบบร่วมมือมีผลทางบวกต่อความสัมพันธ์ในกลุ่ม เจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และความมั่นใจในตนเอง (Self - confidence)

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนร่วมมือใช้ได้เป็นอย่างดีกับการสอนคณิตศาสตร์เนื่องจาก การเรียนแบบร่วมมือส่งเสริมให้นักเรียนได้เป็นผู้ทำกิจกรรมมากกว่าที่จะคอยเป็นผู้รับความรู้ มีการแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม เป็นการส่งเสริมความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าการแข่งขัน การเรียนแบบร่วมมือจะเพิ่มความมั่นใจในความสามารถ

ทางคณิตศาสตร์ การสนับสนุนช่วยเหลือกันและการเชื่อมโยงภายในกลุ่มแบบร่วมมือมีผลทางบวกต่อความสัมพันธ์ในกลุ่ม และเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

2.6 บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนแบบร่วมมือ

วิลเลอร์ และไรอัน (Wheeler; & Ryan. 1990: 402-407) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการเรียนแบบร่วมมือ ดังนี้

1. บทบาททางตรง คือ การให้ความรู้แก่นักเรียนในเรื่องของบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ การฝึกทักษะทางสังคมเพื่อให้นักกลุ่มมีประสิทธิภาพ ติดตามดูพฤติกรรมของนักเรียนในแต่ละกลุ่มว่าถูกต้องเหมาะสมเพียงใด ตลอดจนให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนไม่ได้อภิปรายซึ่งเป็นเรื่องหรือจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในการสอนแต่ละครั้ง รวมทั้งเก็บผลงานของนักเรียนมาศึกษาปัญหาข้อบกพร่อง เพื่อปรับปรุงแก้ไขในชั่วโมงต่อไป

2. บทบาททางอ้อม คือ ครูคอยติดตามสังเกตการทำงานของแต่ละกลุ่ม คอยให้คำแนะนำเมื่อเด็กมีปัญหา และพยายามให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำงานหากมีปัญหาการไม่ยอมรับสมาชิกคนหนึ่งของกลุ่ม ครูต้องพยายามช่วยเหลือด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการยอมรับให้ได้ ครูต้องคอยให้กำลังใจและให้คำชมเชยแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนสามารถทำงานได้ประสบความสำเร็จ

พรรณรัตน์ เเงาธรรมสาร (2533: 37) กล่าวว่า บทบาทของครูเปลี่ยนจากการเป็นผู้ควบคุมชั้น เป็นเพียงผู้แนะนำให้นักเรียนใช้ข้อมูลทั้งหลาย ดำเนินการบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ครูเป็นเพียงผู้จัดบรรยากาศให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนของนักเรียน ครูเป็นบุคคลสำคัญในการสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง ได้ดังนี้

1. ให้นักเรียนที่ท้าทายความสามารถของนักเรียนมากกว่าจะเป็นงานที่แข่งขันกัน
2. ให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือก และตัดสินใจในงานที่ทำ
3. หนี้อความคิด และสนใจความรู้สึกของนักเรียน
4. เห็นว่าความคิดเห็นของนักเรียนมีความหมายและคุณค่า ถึงแม้ว่าจะเป็นความคิดที่จำกัด
5. ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกซึ่งความคิดของตนเอง ซึ่งอาจจะออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น การวาดภาพ ระบายสี แสดงบทบาทสมมติ ละคร เขียนบรรยาย และอื่นๆ
6. ยอมรับความผิดพลาดของนักเรียน
7. เผยแพร่ข้อเขียนหรือผลงานของนักเรียน ในรูปแบบของจดหมายข่าว หนังสือห้อง หรือหนังสือพิมพ์ของโรงเรียน
8. กระตุ้นส่งเสริมทักษะทางด้านความคิดแก่นักเรียนโดยใช้แหล่งข้อมูลต่างๆ และสื่อการสอน เช่น หนังสืออ้างอิงทั้งหลาย ภาพยนตร์ วารสาร

ครูมีส่วนในการสร้างบรรยากาศของห้องเรียนเป็นอย่างมาก ถ้าทำได้เช่นนี้ นักเรียนจะได้รับทั้งความรู้ด้านเนื้อหาวิชา ทักษะคิดที่ติดต่อการเรียน มีระเบียบวินัยในตัวเองและมีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ปลาสน์ กงตาล (2535: 21) กล่าวถึงบทบาทของครูในการเรียนแบบร่วมมือไว้ดังนี้

1. ต้องไม่ถือว่าตัวเองเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ในชั้นเรียนเพียงผู้เดียว
2. สร้างสภาพแวดล้อมและวิธีดำเนินการที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนรู้สึกว่าจะ

สามารถค้นหาความรู้ได้จากการร่วมมือกันเรียนรู้ ซึ่งเกิดจากการกระทำของตนเอง และเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

3. การแบ่งกลุ่มนักเรียนควรมีขนาด 3 คน ถึง 5 คน ถ้าคนในกลุ่มมากไปจะทำให้การมีส่วนร่วมของนักเรียนบางคนน้อยไป แต่ถ้าคนภายในกลุ่มน้อยไปก็จะได้ความคิดไม่หลากหลาย

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 31-33) กล่าวว่าถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือดังนี้

1. การจัดกลุ่มผู้เรียน ในการจัดกลุ่มผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ร่วมกันและทำงานร่วมกันให้ได้ผลดีมีประสิทธิภาพบรรลุผลตามจุดประสงค์นั้น ผู้สอนควรจะได้มีการเตรียมการแบ่งกลุ่มนักเรียนในแต่ละกลุ่มให้มีสมาชิกจำนวนที่เหมาะสม คือ ประมาณกลุ่มละ 4 คน โดยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีความสามารถละกันทั้งผู้ที่เรียนเก่ง ปานกลาง (ค่อนข้างเก่ง) ปานกลาง (ค่อนข้างอ่อน) และอ่อน โดยมีจำนวนชายหญิงใกล้เคียงกัน ผู้สอนจะต้องรู้ข้อมูลความสามารถของผู้เรียน เพื่อจะได้เตรียมแบ่งกลุ่มได้ถูกต้อง (ผู้สอนจะต้องเตรียมแบ่งกลุ่มผู้เรียนไว้ล่วงหน้า) ผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้นจะเป็นกลุ่มถาวรเป็นระยะเวลาประมาณ 6 สัปดาห์ หรือประมาณ 20 เปอร์เซนต์ ของคาบเรียนทั้งหมดของแต่ละรายวิชา

2. การสร้างความมุ่งมั่นและอุดมการณ์ของผู้เรียนที่จะทำงานร่วมกัน โดยผู้สอนจะต้องรู้จักจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อกระตุ้นและเสริมทักษะด้านความคิดแก่ผู้เรียน โดยใช้แหล่งข้อมูลต่างๆ และสื่อการสอนเพื่อให้สมาชิกแต่ละกลุ่มมีความกระตือรือร้น และมีความตั้งใจที่จะทำงานร่วมกันให้ประสบความสำเร็จอย่างมีคุณภาพ สมาชิกทุกคนในแต่ละกลุ่มมีความตั้งใจมุ่งมั่นที่จะช่วยเหลือกัน และผู้สอนจะต้องรู้จักจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นความสำคัญของการทำงานร่วมกัน และมีการจัดกิจกรรมที่คนเดียวไม่สามารถทำได้สำเร็จ แต่ต้องอาศัยการทำงานร่วมกัน

3. การปลุกฝังให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและเห็นความสำคัญในกติกากของการเรียนแบบร่วมมือ ผู้สอนควรชี้แจงให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการทำงานร่วมกัน ให้แรงเสริมในทางบวกกับผู้เรียน ให้ความช่วยเหลือและแนะนำวิธีการทำงานที่ถูกต้อง ผู้สอนต้องมีวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจกติกากของการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบด้วย

3.1 การช่วยเหลือกัน

3.2 ความสามารถที่แตกต่างกันของสมาชิกในกลุ่ม จะทำให้งานสำเร็จได้ด้วยดีนั้นขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบของสมาชิกทุกคน

3.3 สมาชิกทุกคนมีบทบาทเท่าเทียมกัน

3.4 สมาชิกทุกคนมีปฏิสัมพันธ์กันที่ดีต่อกันอย่างต่อเนื่อง

4. ผู้สอนจะต้องมีการจัดการที่ดีเพื่อให้การทำงานกลุ่มเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรมีวิธีการจัดการเพื่อให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือไปตามขั้นตอน และบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนด คือ มีการสร้างกฎของห้องเรียน กฎของกลุ่ม มีการจัดที่นั่งของสมาชิกแต่ละกลุ่มให้เป็นระเบียบ รวดเร็ว การแจกแบบฝึกหัด วัสดุ อุปกรณ์ ให้แก่หัวหน้ากลุ่มหรือตัวแทนกลุ่ม มีการแบ่งงานระหว่างสมาชิกในกลุ่ม การให้สัญญาณทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ ซึ่งบางครั้งต้องใช้ความเงียบ บางครั้งต้องระดมพลังความคิด การสนทนา ฯลฯ

นอกจากนั้น ครูผู้สอนจะต้องมีวิธีการที่จะให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน ในข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไขและช่วยเหลือผู้เรียนบางคนที่มีความยากลำบากให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และสามารถเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม ระหว่างกลุ่ม สร้างขวัญและกำลังใจให้แก่ผู้เรียน เสริมสร้างให้ผู้เรียนรู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นโดยใช้เหตุผล ซึ่งเป็นหลักสำคัญของวิถีประชาธิปไตย ผู้สอนควรได้เผยแพร่ข้อเขียนและผลงานของผู้เรียนให้เป็นที่ปรากฏในสังคมตามความเหมาะสม

จากบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนแบบร่วมมือที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น การจัดกลุ่มนักเรียน เตรียมสื่อ อุปกรณ์ ใบงาน ใบความรู้ แจกบทบาทหน้าที่ของกลุ่ม สมาชิกของกลุ่ม ปลุกฝังให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและเห็นความสำคัญของการทำงานกลุ่ม นอกจากนี้ครูผู้สอนควรเพิ่มเติมความรู้ในส่วนที่นักเรียนไม่ได้อภิปราย ให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาในการทำงาน เสริมแรงทางบวกและให้กำลังใจนักเรียนในการทำงาน

2.7 ประโยชน์ของการจัดการเรียนแบบร่วมมือ

เดวิดสัน (Davidson, 1990: 4-5) ผู้อำนวยการโครงการโรงเรียนประถมศึกษาที่ตั้งอยู่ ศูนย์วิจัยโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยจอร์เจียฮอลล์จอร์เจีย ได้กล่าวถึงความเหมาะสมของการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ชักถามปัญหา กันอย่างอิสระ อธิบายให้สมาชิกในกลุ่มได้เข้าใจถึงแนวความคิดและมโนคติของตนเองให้กระจ่างชัด ขึ้นตลอดจนได้สร้างความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของเขา

2. การเรียนเป็นกลุ่มย่อยเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์นักเรียนภายในกลุ่มไม่มีการแข่งขันกันในการแก้ปัญหา การปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มนั้น ช่วยให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้มโนคติและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้

3. คณิตศาสตร์แตกต่างไปจากวิชาอื่นในแง่ที่ครูสามารถประมาณเวลาได้ว่าการแก้ปัญหาแต่ละข้อควรใช้เวลาประมาณเท่าใด และเหมาะสมอย่างยิ่งในการอภิปรายกลุ่มเพื่อหาคำตอบที่พิสูจน์ได้จริง โดยที่นักเรียนสามารถโน้มน้าวเพื่อนให้ยอมรับได้โดยใช้เหตุผลประกอบ

4. ปัญหาคณิตศาสตร์หลายปัญหามีทางแก้ได้หลายวิธี และนักเรียนสามารถอภิปรายถึงข้อดีและข้อเสียของการหาคำตอบนั้นได้

5. นักเรียนสามารถช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับความจริงที่เป็นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Basic Fact) และกระบวนการคิดคำนวณที่จำเป็น ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในแง่ที่ตื่นเต้นและท้าทายทางคณิตศาสตร์ได้เช่น เกม ปริศนา หรือการอภิปรายปัญหา

6. ในขอบเขตของวิชาคณิตศาสตร์ได้เปิดใจด้วยความคิดที่ท้าทายและตื่นเต้น ซึ่งทำให้มีการอภิปรายถึงข้อดีข้อเสีย ผู้ที่เรียนโดยการพูดคุย การฟัง การอธิบายและการคิดร่วมกับผู้อื่นก็สามารถเรียนรู้ได้ดีเช่นเดียวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เปิดโอกาสอย่างมากในการสร้างความคิด ค้นคว้า ในสถานการณ์ต่าง ๆ มีการคาดคะเนและการตรวจสอบด้วยข้อมูล การตั้งปัญหาเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจอยากรู้อยากเห็น และมีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ซึ่งไม่เคยพบเห็นมาก่อน ความพยายามของนักเรียนแต่ละคนในการหาคำตอบจากปัญหาเดียวกันจะทำให้เกิดความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และเป็นประสบการณ์ที่มีคุณค่า

อาร์ สัตถ์หนวี (2539: 92) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือดังนี้

1. ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
2. ทำให้นักเรียนมียุทธวิธีในการเรียนที่ดี
3. ทำให้นักเรียนมีความจำดีขึ้น
4. ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจภายในมากขึ้น
5. ทำให้นักเรียนมีทักษะทางสังคมเพิ่มขึ้น
6. ทำให้นักเรียนชอบเรียนวิชาต่างๆ มากขึ้น
7. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อครู
8. ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อเพื่อนนักเรียนด้วยกันมากขึ้น
9. ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าเป็นที่ยอมรับและได้รับการสนับสนุนจากเพื่อน
10. ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง(มีความภาคภูมิใจในตนเอง)

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 16) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุก ๆ คนร่วมมือในการทำงาน กลุ่ม ทุกคนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน

2. สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน

3. ส่งเสริมให้มีความช่วยเหลือกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักสละเวลา ส่วนเด็กที่ไม่เก่งเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน

4. ร่วมกันคิดทุกคน ทำให้เกิดการระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณา ร่วมกันเพื่อประเมินคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูลและวิเคราะห์การตัดสินใจเลือก

5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม เช่น การอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกันเข้าใจกันและกัน อีกทั้งส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

บุญเมฆ ภมรสิงห์ (2545: 10) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนแบบร่วมมือดังนี้

- 1.บรรยากาศในการเรียนจะมีความเป็นกันเองมากขึ้น นักเรียนจะรู้สึกปลอดภัย
- 2.สร้างความเชื่อมั่นให้กับนักเรียนเพราะสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มรู้สึกว่าคุณมีความสำคัญต่อกลุ่มเท่านั้น ความเชื่อมั่นในตนเองก็就会被กระตุ้นให้มีมากขึ้น และช่วยกันแก้ปัญหที่อายให้กับนักเรียนบางคน

- 3.ฝึกความมีระเบียบวินัยในตนเอง วินัยกับกระบวนกลุ่มห้องเรียน และวินัยในโรงเรียน

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 46) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการสร้างความสัมพันธ์ และความสามัคคีระหว่างผู้เรียนในกลุ่มซึ่งสมาชิกในกลุ่มไม่ใหญ่เกินไปนัก และทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสช่วยเหลือผู้เรียนอ่อน จึงเป็นการปลูกฝังคุณธรรมและจริยธรรมด้านความมีน้ำใจ และเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่แก่กัน รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นตลอดจนมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับ มีความร่วมมือกันในการทำงานเพราะความสำเร็จของกลุ่มถือเป็นเป้าหมายสำคัญ นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกทักษะทางสังคมความเป็นประชาธิปไตยให้แก่ผู้เรียน ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสฝึกทักษะทางสังคม

สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ (2545: 161) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือดังนี้

1. ช่วยพัฒนาความคิด ความเชื่อมั่นของผู้เรียน
2. ช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกันและทักษะทางด้านสังคม
3. ทำให้ผู้เรียนมีวิสัยทัศน์หรือมุมมองกว้างขวาง
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
5. ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
6. มีกิจกรรมหลากหลายสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล

จากประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าการเรียนแบบร่วมมือส่งผลให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เกิดความเชื่อมั่นและความภาคภูมิใจในตนเอง เป็นการฝึกความสามัคคี ระเบียบวินัย ความรับผิดชอบในการทำงาน มีจริยธรรมคุณธรรมด้านความมีน้ำใจ ก่อให้เกิดสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่สำคัญที่นักเรียนจะนำไปใช้ในการดำเนินชีวิต และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ

งานวิจัยต่างประเทศ

สลาวิน (Slavin. 1980: 315-342) ได้ศึกษางานวิจัยจำนวน 28 เรื่อง ซึ่งเกี่ยวกับการสอนแบบให้ผู้เรียนร่วมมือกันเป็นทีม (Cooperative or Team Learning) ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาได้ข้อสรุปดังนี้ จากการเปรียบเทียบงานวิจัยระหว่างการเรียนแบบร่วมมือกับการเรียนแบบอื่น ๆ จำนวนทั้งหมด 28 เรื่อง พบว่า การเรียนแบบร่วมมือทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนแบบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถึง 27 เรื่อง เมื่อนำเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ มาใช้กับการเรียนระดับการท่องจำหรือการคำนวณควรให้ผู้เรียนเป็นผู้กระทำหรือปฏิบัติด้วยตนเอง และมีระบบการให้รางวัลที่ชัดเจนสำหรับกลุ่ม เมื่อนำมาใช้กับการเรียนรู้ระดับสูง (เช่น การวิเคราะห์ปัญหาและการใช้วิจารณ์ญาณ) ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนช่วยตัวเองและมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การเรียนแบบร่วมมือ ช่วยให้ผู้เรียนที่เชื่อชาติต่างกันเกิดความเข้าใจกันมากขึ้น สัมพันธภาพระหว่างผู้เรียนที่เรียนรู้แบบร่วมมือเป็นไปในทางบวกในห้องเรียน ในงานวิจัยบางเรื่องที่พบว่า การเรียนแบบร่วมมือช่วยเพิ่มความภาคภูมิใจในตนเองของผู้เรียน นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยให้ร่วมมือกันในการเรียน รายงานว่าชอบโรงเรียนในระดับที่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

จอห์นสันและคนอื่นๆ (Johnson; et al. 1981: 47-62) ได้รวบรวมงานวิจัยจำนวน 122 เรื่อง ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอน 3 แบบ คือ แบบให้ผู้เรียนร่วมมือกัน แบบแข่งขัน และแบบให้แต่ละคนช่วยตนเอง เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และผลงานของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนการสอนดังกล่าว พบว่า การเรียนการสอนแบบให้ผู้เรียนร่วมมือกันมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบการแข่งขันและแบบให้แต่ละคนช่วยตนเอง

อดัมส์และแฮมม (Adams; & Hamm. 1990: 33) ได้สรุปผลการวิจัยของการเรียนแบบร่วมมือว่ามีผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ทั้งในแง่ของการพัฒนาพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้โทรศัพท์ และความรู้ต่าง ๆ การคิดคำนวณและการแก้ปัญหา ช่วยพัฒนาบุคลิกภาพของบุคคล ทำให้เป็นผู้ที่มีวุฒิภาวะสมบูรณ์ และเกิดความเป็นมิตรที่ดีต่อกันระหว่างนักเรียนที่มีพื้นฐานและความสามารถแตกต่างกัน นอกจากนั้นการเรียนแบบร่วมมือยังช่วยพัฒนาเจตคติที่มีต่อการเรียน ต่อโรงเรียน และเกิดการยอมรับกันในกลุ่มเพื่อน ในฐานะผู้ให้ความช่วยเหลือ ผู้รับความช่วยเหลือ และเกิดการยอมรับนับถือตนเอง

นิโคลส์ (Nichols. 1994: 460A) ได้ศึกษาประสิทธิภาพโครงสร้างของการเรียนแบบร่วมมือที่ใช้เทคนิค STAD (Student Teams Achievement Division) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนเรขาคณิต จำนวน 81 คน สุ่มเข้ากลุ่มการเรียนแบบร่วมมือ และกลุ่มที่สอนตามปกติโดยการบรรยายศึกษา 5 ตัวแปร คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การมุ่งเป้าหมาย ประสิทธิภาพในตนเอง การเห็นคุณค่าของการเรียนรู้จากงาน และการใช้ยุทธวิธีทางการคิด ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้การเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่สอนตามปกติโดยการ

บรรยาย และตัวแปรอื่น ๆ ก็มีผลที่ดีกว่า โดยเฉพาะการใช้ยุทธวิธีทางการคิดสามารถใช้กระบวนการคิดที่ลึกซึ้งกว่า

ซัววิกเนีย และโครเนนเบิร์กเกอร์ (Souvignier; & Kronenberger. 2007: 755A) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนแบบร่วมมือในระดับประถมศึกษา โดยทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบ Jigsaw ,Jigsaw แบบเสริมคำถาม และครูแนะนำการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 208 คน 9 ห้องเรียน จาก 3 โรงเรียน ซึ่งแต่ละโรงเรียนจะมี 3 ห้องเรียนที่แต่ละห้องเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนทุกห้องเรียนจะเรียนเรขาคณิต 3 หน่วยการเรียนรู้ และดาราศาสตร์ 1 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมี 6 บทเรียน มีการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ผลการทดลองพบว่า ทั้ง 3 วิธีการจัดการเรียนรู้ให้ผลลัพธ์เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นที่น่าพอใจ โดยหน่วยของการเรียนเรขาคณิตให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน 3 วิธีไม่แตกต่างกัน แต่ในหน่วยการเรียนรู้ของดาราศาสตร์นักเรียนจะได้รับประโยชน์มากจากการจัดการเรียนรู้โดยครูแนะนำการเรียนการสอน

ทาริน และอักเดนิซ (Tarin; & Akdeniz. 2008: 77) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในวิชาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI เทคนิค STAD และการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 7 ห้องเรียน ที่ได้มาจากการสุ่ม โดยเทคนิค TAI และเทคนิค STAD ให้นักเรียนทดลองเทคนิคละ 2 ห้องเรียนที่เหลือ 3 ห้องเป็นกลุ่มควบคุม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอนทั้ง 3 วิธี ผลการวิจัยพบว่าหลังการสอนโดยใช้เทคนิค TAI และเทคนิค STAD ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยเทคนิค TAI มีค่าเพิ่มขึ้น 1.003 และเทคนิค STAD มีค่าเพิ่มขึ้น 0.40 ซึ่งเมื่อจับคู่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 3 รูปแบบพบว่า เทคนิค TAI มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่า เทคนิค STAD และ STAD สูงกว่ากลุ่มควบคุม คะแนนเจตคติทางคณิตศาสตร์ของวิธีการสอนทั้ง 3 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

นลินี ทีหอคำ (2541: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนวิศิษฐ์อำนวยศิลป์ จังหวัดหนองคาย จำนวน 56 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองกลุ่มละ 28 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหา ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นฤมล สุกุลคุ (2548: 91-95) ได้พัฒนาแผนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและจัดหมู่โดยวิธีการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD)แบบกลุ่มช่วยเป็นรายบุคคล (TAI) และวิธีการเรียนรู้ตามคู่มือ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประจักษ์ศิลปาคาร จังหวัดอุดรธานี มี 3 กลุ่มด้วยกันคือ กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) แบบกลุ่มช่วยเป็นรายบุคคล (TAI) และวิธีการเรียนรู้ตามคู่มือ สสวท. มีจำนวนนักเรียน กลุ่มละ 30 คน 27 คน และ 24 คนตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่าแผนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยวิธีการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) และแบบกลุ่มช่วยเป็นรายบุคคล (TAI)) มีประสิทธิภาพ 89.90/87.57 และ 80.63/78.53 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้และวิธีการเรียนรู้ตามคู่มือ สสวท. มีประสิทธิภาพ 75.77/67.23 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแบบกลุ่มช่วยเป็นรายบุคคล (TAI)) และวิธีการเรียนรู้ตามคู่มือ สสวท. และนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการเรียนรู้แบบกลุ่มช่วยเป็นรายบุคคล (TAI)) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีการเรียนรู้ตามคู่มือ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการทั้ง 3 วิธีที่กล่าวมามีความคงทนในการเรียนรู้

อัมพร เจียรโนรส (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ VTAPER Model ร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังไกลกังวล (ในพระบรมราชูปถัมภ์) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค VTAPER Model ร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุชาดา สุขบันเทิง (2549: 77-79) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติและการนำไปใช้ โดยใช้ชุดการเรียนแบบกลุ่มช่วยเหลือเพื่อน (TAI) กับการเรียนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม โดยเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 43 คน ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้เรียนโดยใช้ชุดการเรียนแบบกลุ่มช่วยเหลือเพื่อน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนแบบกลุ่มช่วยเหลือเพื่อนสูงกว่าที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรางคณา ยายหี (2549: 114-117) ได้พัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านนาหายก “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก จำนวน 44 คน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 96.88/97.36 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ภายหลังได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ภายหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการเรียนแบบร่วมมือเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 และเหมาะสมกับลักษณะสังคมในยุคปัจจุบันที่มีการแข่งขันกันรอบด้าน การเรียนแบบร่วมมือไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนแข่งขันกันเรียนแต่เน้นให้ผู้เรียนช่วยเหลือกันและกันในการเรียน มีการพึ่งพาอาศัยกัน ทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนเป็นไปด้วยความเป็นกันเอง สนุกสนาน อบอุน ผู้เรียนทุกคนมีความสำคัญกับกลุ่ม มีความเข้าใจในความแตกต่างของบุคคล เกิดสัมพันธภาพที่ดีระหว่างนักเรียน นักเรียนมีความภาคภูมิใจในความสามารถของตนเอง มีความสนใจที่จะเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นด้วย

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

3.1 ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1997: 34-35) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญ เพื่อให้เข้าใจคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์และมโนคติ กระบวนการในการรวมเนื้อหาและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ พวกเขาจำเป็นต้องเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นๆ ในโรงเรียน และเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 64) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เมื่อนักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ พวกเขาจะมีความเข้าใจอันลึกซึ้งและมากกว่าที่ผ่านมา เป็นการมองเห็นการเชื่อมโยงในหัวข้อต่างๆ ภายในวิชาคณิตศาสตร์ ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ และในความสนใจของพวกเขาเอง และประสบการณ์ของพวกเขาผ่านการเรียนการสอนที่เน้นความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนไม่เพียงแต่เรียนรู้คณิตศาสตร์เท่านั้นแต่พวกเขายังเรียนรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

ดอสเซย์ และคนอื่นๆ (Dossey; et al. 2002: 81) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความเข้าใจในคณิตศาสตร์สร้างจากความเข้าใจในปัจจุบันหรือจากความรู้ที่มีมาก่อน

กล่าวคือ เราเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว จากมุมมองนี้ การเชื่อมโยงจะเป็นมาตรฐานที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักเรียนที่สามารถเชื่อมโยงมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงดังกล่าวทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ในการแก้ปัญหา มโนคติ หรือเนื้อหาในคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ การแยกคณิตศาสตร์ออกเป็นวิชาย่อย ๆ เช่น นักเรียนเรียนพีชคณิตเบื้องต้น แล้วมาเรียนวิชาพีชคณิต และเรขาคณิตตามลำดับ ทำให้นักเรียนมองวิชาคณิตศาสตร์ว่าไม่สัมพันธ์กัน แม้ว่าบทเรียนก่อนหน้าจะเป็นพื้นฐานความเข้าใจในคณิตศาสตร์ระดับสูง การแยกเนื้อหาออกจากกันทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างการเชื่อมโยงที่ทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ การเน้นการเชื่อมโยงช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในประสบการณ์ของพวกเขาและสร้างพื้นฐานที่แน่นในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2551: 98-114)

กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระและหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล ระหว่างความรู้และทักษะ / กระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น โดยการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อาจจำแนกตามลักษณะการเชื่อมโยงได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะ / กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือจะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียนมากยิ่งขึ้น

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ การนำความรู้และทักษะ / กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ศาสตร์อื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และนักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2553: 60) กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมาด้วยความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระ องค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องเส้นจำนวน ระบบพิกัดฉาก คู่ลำดับ กราฟ ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ กับนาโนเทคโนโลยี และการแบ่งตัวของแบคทีเรีย

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส อธิบายว่าการเดินทางลัดเป็นการเดินทางในระยะทางที่สั้นกว่าการเดินทางปกติ

จากความหมายการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ อาจเป็นการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์หรือเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ หรือเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน

3.2 มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 64-66) ได้กำหนดมาตรฐานการเชื่อมโยง (Connection Standard) ไว้ดังนี้

โปรแกรมการสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงเกรด 12 มุ่งให้นักเรียนสามารถ

1. ตระหนัก และใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้

โดยการให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ครูสามารถช่วยนักเรียนสร้างสถานการณ์การเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่ามองเห็นว่าคณิตศาสตร์ไม่เชื่อมโยงซึ่งแยกออกจากความคิดรวบยอดและทักษะ แนวคิดนี้สามารถสนับสนุนด้วยคำถามชี้แนะของครูผู้สอน เช่น งานที่พวกเราทำวันนี้ด้วยรูปสามเหลี่ยมคล้ายสัมพันธ์กับการวาดขนาดของรูปสามเหลี่ยมอย่างไร นักเรียนจำเป็นต้องสร้างความชัดเจนที่ดีเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากแนวความคิดดังกล่าว แนวคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการเชื่อมโยงควรสอดแทรกอยู่ในประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนในทุกๆ ระดับชั้น การให้ประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์กับเด็กในครั้งแรกที่เข้ามาในโรงเรียนไม่ควรแยกเป็นเรื่องๆ แต่ควรบูรณาการคณิตศาสตร์เข้ากับหลายๆ บริบทในโรงเรียนซึ่งเด็กสามารถเรียนรู้ และจดจำแบบรูปของคณิตศาสตร์จากจังหวะดนตรีเพลงที่ร้อง รูปหกเหลี่ยมในรวงผึ้ง นับจำนวนครั้งที่กระโดดเชือกได้เมื่อขึ้นไปเรียนในระดับเกรด 3-5 กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรเป็นนามธรรมมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเริ่มเห็นการเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการทางเลขคณิต ตัวอย่างเช่น การคูณ

เป็นเหมือนการบวกจำนวนที่ซ้ำกัน รู้ว่าการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในเหตุการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นการพัฒนาการรู้คุณค่าความเป็นนามธรรมของคณิตศาสตร์ในระดับเกรด 6-8 นักเรียนควรมองคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่เชื่อมโยงความรู้ถึงกัน กุญแจสำคัญอยู่ที่การรู้จักเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทั้งเรื่องจำนวนตรรกยะ สัดส่วน และความสัมพันธ์เชิงเส้น ควรสอดแทรกเข้ามาในกิจกรรมการเรียนการสอนทุกวัน ในเกรด 9-12 นักเรียนไม่เพียงต้องเรียนรู้ถึงลักษณะของการเชื่อมโยง แต่พวกเขาต้องเรียนรู้การนำความรู้ที่ได้รับในบริบทหนึ่งไปแก้ปัญหาในบริบทอื่น ๆ

ตลอดการเรียนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงเกรด 12 นักเรียนควรถามตนเองว่า “ปัญหานี้หรือคณิตศาสตร์เรื่องนี้ เหมือนกับปัญหาอื่นหรือเรื่องอื่นที่เคยเรียนมาก่อนหรือไม่อย่างไร” การเชื่อมโยงเป็นการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ ขยายจากคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาแล้ว เรียนรู้ในการเตรียมตัวรับความรู้ใหม่ นักเรียนระดับประถมศึกษาควรนำเรื่องการลบจำนวนเต็มบวกมาโยงเข้ากับการลบทศนิยม และเศษส่วน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นตระหนัก และรู้จักวิธีนำเสนอการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีแนวคิดเดียวกัน เช่น อัตราส่วนใช้ในการนำเสนออัตรา การเปลี่ยนแปลงเพื่อหาความเอียง หรือความชันของเส้นตรง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย รู้จักเชื่อมโยงแนวคิดในพีชคณิต และเรขาคณิต

กิจกรรมที่ใช้การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นรอบวงของวงกลม ทำการทดลองโดยการนำวงกลมขนาดต่าง ๆ หลาย ๆ รูป มาวัดความยาวของเส้นรอบวงและเส้นผ่านศูนย์กลาง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น อาจจะนำข้อมูลมาเขียนกราฟ 2 ตัวแปร เส้นรอบวง (c) และเส้นผ่านศูนย์กลาง (d) จะได้แนวเส้นตรงผ่านจุด (0,0) และอัตราส่วนของ c/d ที่ได้จะค่าอยู่ระหว่าง 3.1 และ 3.2 ซึ่งเป็นค่าประมาณของ π ปัญหานี้ได้นำแนวคิดในเรื่องของการวัด การวิเคราะห์ข้อมูล เรขาคณิต พีชคณิตและจำนวนมาใช้

2. เข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมโยงกันอย่างไร และสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่สอดคล้องกับของเดิมได้

เมื่อนักเรียนสะสมประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่โรงเรียนไปเรื่อย ๆ ความสามารถในการเห็นส่วนที่สามารถเกี่ยวข้องกันได้ ในคณิตศาสตร์ควรมีเพิ่มขึ้น นักเรียนในระดับชั้นอนุบาลถึงเกรด 2 จะได้ตระหนักในเรื่องการนับ รู้จักจำนวนและสัณฐานของวัตถุต่าง ๆ นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา จะได้ค้นหาการดำเนินการทางเลขคณิตแบบต่าง ๆ และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจะได้ค้นหาตัวอย่างของจำนวนตรรกยะ รู้จักการสร้างสัดส่วนและความสัมพันธ์เชิงเส้น ส่วนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจะได้ค้นหาการเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การหาปริมาตรของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมยอดตัด แนะนำโดยวิธีการหาพื้นที่ของสี่เหลี่ยมคางหมู

3. ตระหนักและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ ได้การจัดประสบการณ์คณิตศาสตร์ในทุก ๆ ระดับชั้นเรียนควรรวมโอกาสในการเรียนรู้เกี่ยวกับ

คณิตศาสตร์ โดยการทำงานบนปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในบริบทที่นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงสามารถทำได้กับวิชาอื่นๆ ที่เป็นชีวิตประจำวันของนักเรียน ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงเกรด 2 นักเรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ที่มีการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง นักเรียนในระดับชั้นเกรด 3 ถึงเกรด 5 ควรจะได้เรียนการประยุกต์ของคณิตศาสตร์ที่สำคัญกับวิชาอื่น ๆ และขยายเพิ่มเติมขึ้นไปอีกในระดับชั้นเกรด 6 ถึงเกรด 8 และในระดับชั้นเกรด 9-12 ควรจะได้ใช้คณิตศาสตร์ไปอธิบายปัญหาประยุกต์ซับซ้อนขึ้น

โอกาสสำหรับนักเรียนที่ได้รับประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทต่างๆ เป็นสิ่งสำคัญ คณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ได้ ในวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ เกษศาสตร์ และ บริหารธุรกิจ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับวิทยาศาสตร์ ไม่ได้ทำแค่เฉพาะเนื้อหาแต่ยังรวมถึง กระบวนการเนื้อหา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้นำไปประยุกต์ให้เข้ากับการเรียน คณิตศาสตร์ดังในมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Education Standards) ที่ระบุไว้ใน 1 ปี โรงเรียนประถมศึกษาคงต้องสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อากาศ การนำคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับการสอนนี้ ทำได้หลากหลาย เช่น นักเรียนอาจจะออกแบบเครื่องมือ หรืออุปกรณ์วัดสภาพอากาศ วางแผนการจัดการและการสื่อสารข้อมูล เป็นต้น

ตัวอย่างของการประยุกต์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นเรื่องที่นักเรียน เกรด 11 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแห่งหนึ่ง ได้ไปฝึกงานกับบริษัทซีวีเอส คอปอเรชัน ซึ่งกำลังขยายงานด้วยการตั้งสาขาใหม่ในย่านบอสตัน จากข้อมูลที่ทราบบริษัทไม่ได้ คำนึงถึงแต่เฉพาะยอดขายที่จะได้ในอนาคตในการหาทำเลที่ตั้งร้านเท่านั้น ทีมงานของนักเรียน ได้รับความช่วยเหลือให้คำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารของบริษัทนักเรียนได้ทำการ วิเคราะห์สถิติ ข้อมูลประชากร และข้อมูลทางเศรษฐกิจที่ทำให้ทราบถึงอุปสงค์ทางการตลาด นักเรียนได้ทำงานกับพนักงานของบริษัท และร่วมประเมินความเป็นไปได้ของทำเลที่ตั้งสาขาแห่ง ใหม่ นักเรียนได้ทำงานกับสถาปนิกในการออกแบบตัวร้าน และทำงานร่วมกับพนักงานบัญชีในการ วางแผนในเรื่องการเงิน

โครงการนี้ได้รวมคณิตศาสตร์ของนักเรียนและความเป็นมนุษย์ในห้องเรียน เข้าด้วยกัน นักเรียนมองเห็นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในโลกของการพาณิชย์และฝึกฝนในด้าน ต่างๆ และพวกเขามองเห็นการเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์โดยพวกเขาได้ประยุกต์ความรู้จาก หลายๆ สาขา

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติเป็นประโยชน์ในการช่วยนักเรียนเกี่ยวกับการ ดำเนินชีวิตประจำวัน นักเรียนก่อนระดับอนุบาลถึงเกรด 2 ซึ่งทำงานบนการบันทึกรายการ ประจำวันสามารถสะสมข้อมูลเกี่ยวกับอากาศโดยการบันทึกเกี่ยวกับฝน เมฆ หรือแสงแดด พวกเขา สามารถบันทึกข้อมูล นับวัน ก่อให้เกิดเงื่อนไข การทำนายสำหรับอนาคตได้ นักเรียนเกรด 3-5 ใช้ อินเทอร์เน็ตมีการร่วมมือกันของนักเรียนในห้องอื่นๆ ในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ ฝนกรด การทำลายป่า และปรากฏการณ์ต่างๆ นักเรียนเกรด 9-12 สามารถใช้ความรู้ใน

การวิเคราะห์ข้อมูลและรูปแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจในสังคมและสถานที่ทำงานในเหตุผลที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

กรมวิชาการ (สุรางคณา ยาหยี. 2549: 48; อ้างอิงจาก กรมวิชาการ. 2544. *คู่มือจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. หน้า 26-27) ได้กล่าวถึงมาตรฐานการเชื่อมโยงในระดับมัธยมศึกษา ดังนี้

1. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงชั้นที่ 3

1.1 เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้หลักกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

1.2 นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิต

2. ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ช่วงชั้นที่ 4

2.1 เชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปหรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้

2.2 นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ในงานและในการดำรงชีวิต

จากมาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนตระหนักและเข้าใจในแนวคิด ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับวิธีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์อื่นๆ และในชีวิตประจำวันได้

3.3 คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยงในลักษณะต่าง ๆ

จากการศึกษาการลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่ามี 3 ลักษณะดังนี้

3.3.1. การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการเชื่อมโยงดังกล่าวมี 2 ด้านคือ ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ และด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์ ในทางปฏิบัติการเชื่อมโยงทั้ง 2 ด้านนี้ไม่สามารถแยกจากกันได้โดยเด็ดขาด (สสวท. 2551: 99)

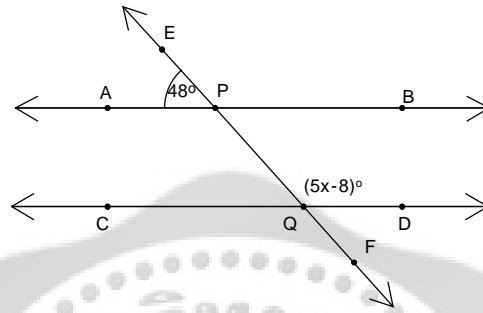
3.3.2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ศาสตร์อื่นๆ (สสวท. 2551: 114)

3.3.3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน (อัมพร ม้าคนอง. 2553: 60)

3.3.1 การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์

ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์

สสวท. (2551: 100 -101) กล่าวถึงการเชื่อมโยงสาระเรขาคณิตกับพีชคณิต
 ดังนี้ จากภาพประกอบ 5 กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และ \overline{EF} ตัด \overline{AB} และ \overline{CD} ที่จุด P และจุด Q
 ตามลำดับ $\hat{A}PE = 48^\circ$ และ $\hat{D}QP = (5x - 8)^\circ$ จงหาค่า x



ภาพประกอบ 5 การเชื่อมโยงสาระเรขาคณิตกับพีชคณิต

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. หน้า 99.

ปัญหานี้ต้องใช้ความรู้ทางเรขาคณิตเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนานและความสัมพันธ์ของขนาดของมุมตรงข้ามที่เกิดจากเส้นตรงสองเส้นตัดกัน ประกอบความรู้ทางพีชคณิตเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาหาคำตอบซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

เนื่องจาก $\hat{A}PE = \hat{B}PQ = 48^\circ$ (ถ้าเส้นตรงสองเส้นตัดกัน แล้วมุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน) และ $\hat{B}PQ + \hat{D}QP = 180^\circ$ (ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดเส้นขนานรวมกันเท่ากับ 180°)

$$\text{จะได้ } 48 + (5x - 8) = 180$$

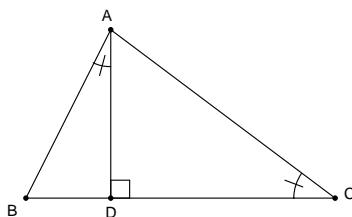
$$5x + 40 = 180$$

$$5x = 140$$

$$x = 28$$

เมื่อนำค่า x ที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขที่ให้มา ก็จะได้ว่า x เท่ากับ 28 องศา

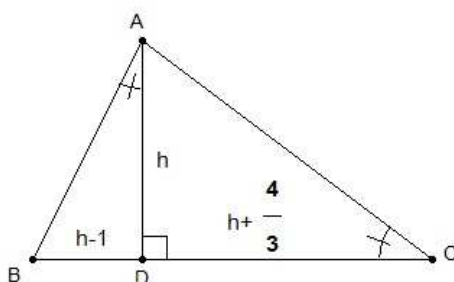
สสวท. (2551: 104 -106) กล่าวถึงการเชื่อมโยงสาระการวัด เรขาคณิตและพีชคณิตว่า จากภาพประกอบ 6 ให้ \overline{AD} เป็นส่วนสูงของ $\triangle ABC$ โดย $\hat{B}AD = \hat{A}CD$ ถ้า \overline{BD} สั้นกว่า \overline{AD} 1 หน่วย และ \overline{CD} ยาวกว่า \overline{AD} $1\frac{1}{3}$ หน่วย แล้ว $\triangle ABC$ จะมีพื้นที่กี่ตารางหน่วย



ภาพประกอบ 6 การเชื่อมโยงสาระการวัด เรขาคณิต และพีชคณิต

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. หน้า 104.

ปัญหานี้ต้องใช้ความรู้ในเรื่องการวัดในสาระการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ในการหาพื้นที่ต้องใช้ความรู้ทางเรขาคณิตในสาระความคล้าย และใช้ความรู้ทางพีชคณิตในสาระสมการกำลังสอง โดยใช้ตัวแปรในการกำหนดความยาวของด้านและอาศัยสมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยม

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. หน้า 105.

ให้ \overline{AD} ยาว h หน่วย จะได้ $BD = h - 1$ หน่วย และ $CD = h + \frac{4}{3}$ หน่วย

เนื่องจาก $\triangle ABC \approx \triangle CAD$ จะได้ $\frac{h-1}{h} = \frac{h}{h+\frac{4}{3}}$

ดังนั้น $(h-1)\left(h + \frac{4}{3}\right) = h \cdot h$

$$h^2 + \frac{1}{3}h - \frac{4}{3} = h^2$$

จากการแก้สมการ จะได้ $h = 4$

ดังนั้น $AD = 4$ หน่วย $BD = 4 - 1 = 3$ หน่วย และ $CD = 4 + \frac{4}{3} = \frac{16}{3}$ หน่วย

$$\begin{aligned} \text{นั่นคือ พื้นที่ของ } \triangle ABC &= \frac{1}{2} \times \left(3 + \frac{16}{3}\right) \times 4 \\ &= 16\frac{2}{3} \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

ด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์

นัท (Knuth. 2000: 48-53) กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างสมการและกราฟ การที่นักเรียนจะเข้าใจความหมายของฟังก์ชันที่ไม่เพียงแค่ว่า ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนมีการนำเสนอวิธีที่ต่างกันในการหาคำตอบให้มีการแสดงสมการในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ให้มีการนำเสนอสมการเชิงเส้นทั้งในรูป จุด เส้นโค้ง และรูปแบบต่าง ๆ วิธีการนำเสนอด้วยกราฟ การแปลงกราฟไปเป็นสมการซึ่งควรให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้และอภิปรายถึงวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ

สสวท. (2551: 111-113) ได้ยกตัวอย่างการแก้ปัญหาอัตราส่วนร้อยละโดยวิธีการเขียนสมการ ดังนี้ ต่อมต้องการทำครีมแต่งหน้าเค้กตามสูตรใช้ไขมันเนย 40% จำนวน 4 ถ้วย แต่ต่อมมีนมสดที่มีไขมันเนย 60% กับนมสดที่มีไขมันเนย 30% ต่อมจะต้องผสมนมสดทั้งสองชนิดอย่างไรจึงจะได้นมสดตามสูตรที่ระบุไว้

สำหรับปัญหานี้จะเห็นว่าต้องใช้วิธีการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมที่คิดเป็นร้อยละกับปริมาณที่คิดเป็นถ้วยตวงจึงจะหาคำตอบได้ตั้งแนวคิดต่อไปนี้

สมมติให้ใช้นมสดที่มีไขมันเนย 60% จำนวน x ถ้วยตวง

$$\text{จะได้ไขมันเนย } \frac{6x}{100} = \frac{6x}{10} \text{ ถ้วยตวง}$$

จะต้องใช้นมสดที่มีไขมันเนย 30% จำนวน $4 - x$ ถ้วยตวง

$$\text{จะได้ไขมันเนย } \frac{30}{100} (4 - x) = \frac{3(4 - x)}{10} \text{ ถ้วยตวง}$$

$$\text{ในการผสมครั้งนี้มีจำนวนไขมันเนยทั้งหมด } \frac{6x}{10} + \frac{3(4 - x)}{10}$$

ในที่นี้ต้องการผสมให้ได้นมสดที่มีไขมันเนย 40% จำนวน 4 ถ้วยตวง

$$\text{ซึ่งคิดเป็นไขมันเนย } \frac{40}{100} \times 4 = \frac{16}{10} \text{ ถ้วยตวง}$$

$$\text{เขียนสมการได้เป็น } \frac{6x}{10} + \frac{3(4 - x)}{10} = \frac{16}{10}$$

$$\text{จากการแก้สมการจะได้ } x = \frac{4}{3} \text{ หรือ } 1\frac{1}{3}$$

ดังนั้นในการผสมครั้งนี้ต้องใช้นมสดไขมันเนย 60% จำนวน $1\frac{1}{3}$ ถ้วยตวง

และใช้นมสดไขมันเนย 30% จำนวน $2\frac{2}{3}$ ถ้วยตวง

ซูซูกิ (Suzuki. 2009: 26-33) ได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านวิธีการโดยการนำเรขาคณิตมาใช้อธิบายพีชคณิตให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เพราะเรขาคณิตสามารถทำให้เห็นเป็นรูปธรรม ซึ่งพีชคณิตเป็นนามธรรม สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่อง การหาผลคูณ การหารากที่สอง การคูณและการหารพหุนาม การแยกตัวประกอบ การหาคำตอบของสมการกำลังสอง ตัวอย่างเช่น การหาผลคูณของ 327×154 แทนด้วยพื้นที่ของสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยความยาวด้านคือ $327 = 300 + 20 + 7$ และอีกด้านยาว $154 = 100 + 50 + 4$ ดังภาพประกอบ 8

	300	20	7	
	30,000	2,000	700	100
	15,000	1,000	350	50
	1,200	80	28	4

ภาพประกอบ 8 การหาผลคูณของ 327×154

ที่มา : Suzuki, Jeff. (2009, August). Modern Geometric Algebra. *Mathematics Teacher*. 103(1): p. 28.

3.3.2 การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1997: 36-39) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และชีวิตจริงมีมากมาย ครูสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ สังคม ศิลปะ งานคหกรรม และสาขาอื่นๆ

ต่อไปนี้เป็นกรอบอธิบายด้วยตัวอย่างวิธีที่ครูสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ กิจกรรมในชั้นเรียน โดยเป็นกิจกรรมเดี่ยว หรือกิจกรรมกลุ่มเล็กๆ โดยกิจกรรมที่ทำได้จะทำเสร็จภายในวันเดียว หรือว่ามีเวลากำหนดไว้ เมื่อกิจกรรมถูกพัฒนา การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญและถูกทำให้ชัดเจน นักเรียนเลือกเนื้อหาที่จำเป็นและกิจกรรมที่ควรทำ บันทึก แล้วรายงานผลที่ได้

คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

- การบันทึกอุณหภูมิ ความเร็วลม และความกดอากาศ
- สำรวจเงื่อนไขความจำเป็นสำหรับการเคลื่อนที่ของวัตถุในการโคจรรอบโลก
- การกำหนดมาตราส่วน และการสร้างแบบจำลองของระบบสุริยะจักรวาล

- ใช้มาตราส่วนอย่างหยาบ ๆ ในการแยกประเภทชนิดของหินและแร่
- คณิตศาสตร์กับสังคม
- สำรวจวิธีการที่หลากหลายที่ใช้ในการดูเวลา เช่น นาฬิกาแดด นาฬิกาทราย และนาฬิกาน้ำ
 - สำรวจคณิตศาสตร์ที่เคยใช้ในยุคโบราณของอียิปต์ช่วงการสร้างพีระมิด
 - การศึกษาของชาวอินเดียนแดงทางตะวันตกเฉียงใต้ในอเมริกาเกี่ยวกับพรม ชาม และตะกร้า โดยใช้สมมาตรและเทสเซลเลชันในการออกแบบ
 - แยกประเภทอาชีพ ที่มีเครื่องแบบ และไม่มีเครื่องแบบ เช่น นักวิจัย นักบริการ คนงานในโรงงาน ทหาร เกษตรกร
 - การศึกษาระบบการนับที่เคยใช้ในวัฒนธรรมที่หลากหลาย ทั้งสมัยโบราณ และทุกวันนี้ และการตัดสินใจเบื้องต้นเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่าง
 - การเปรียบเทียบจุดที่สูงที่สุดและต่ำที่สุดบนพื้นดิน เช่น ส่วนที่สูงที่สุดบนพื้นโลก กับส่วนที่ลึกที่สุดในน้ำทะเล
- คณิตศาสตร์กับศิลปะ
- การวัดกระดาษเพื่อตัดผนัง หรือการตัดกระดาษเพื่อจะขึ้นเป็นโครงในการระบายสี
 - การกำหนดฉากในการเล่นละคร การวัดและการเตรียมกระดาษที่ใช้สำหรับฉาก
 - การระบายสี วาดรูปทิวทัศน์
 - การสร้างโอริกามิในญี่ปุ่น
- คณิตศาสตร์กับสุขภาพ
- การวัดส่วนสูงของนักเรียน บันทึกผลลงตารางและกราฟ
 - หาปริมาณแคลอรีจากการอ่านฉลากในข้อมูลโภชนาการ การเรียนรู้เรื่องระดับคอเลสเตอรอล
 - การวัดอัตราการเต้นของหัวใจของรูปแบบการออกกำลังกายที่หลากหลาย และข้อสรุปในการสนับสนุนให้ออกกำลังกาย
- คณิตศาสตร์กับการอ่านและศิลปะภาษา
- การมองรูปแบบของคำ แยกคำคล้องจองและไม่คล้องจอง การมองวลีของประโยค
 - การศึกษารากศัพท์ทางคณิตศาสตร์
 - การศึกษาและเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับนักคณิตศาสตร์
 - การวิเคราะห์ข้อความเพื่อบอกจำนวนพยางค์
 - ค้นหาและบอกจำนวน เรขาคณิต ความน่าจะเป็น และหัวข้อคณิตศาสตร์ที่ใช้ในนิยายที่พวกเขาชื่นชอบ

คณิตศาสตร์กับพลศึกษา

- การนับจำนวนรอบในขณะที่กระโดดเชือก
- ใช้กิจกรรมการเคลื่อนที่ในการสำรวจการแปลงทางเรขาคณิต เช่น การลื่นไถล การตีลังกา การหมุน
- วางพื้นที่การเล่น
- การจับเวลา

คณิตศาสตร์กับโลกปัจจุบันสามารถจะเชื่อมโยงในหลายๆ ทาง ทั้งจากหนังสือพิมพ์ นิตยสารซึ่งประกอบกับความน่าจะเป็น กีฬา สภาพอากาศ การแพทย์ ธุรกิจและวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ การรายงานพิเศษในด้านบทความและภาพข่าว แผนผังการเดินทาง เรือ รถไฟ สนามบิน ล้วนให้ข้อมูลในเรื่องคณิตศาสตร์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้คนที่ทันสมัย ปัญหาด้านนิเวศวิทยา เช่น การกำจัดขยะ มลพิษจากรถยนต์และโรงงาน เหล่านี้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับการดำรงชีวิตได้ ครูจึงควรบูรณาการคณิตศาสตร์ และปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ทรงชัย อักษรจิต (2547: 39-40) ได้ยกตัวอย่างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับภาษาไทยดังนี้

บัวดอกหนึ่งโผล่พ้น	ชลธาร
สูงลิบนิ้วเต่งบาน	อุทกพันธ์
หากจักกะประมาณ	ดินลึก สระฤา
ใช้คณิตศาสตร์ตอนต้น	ตอบได้ไม่นาน
โน้มมาลัยจนมิดน้ำ	พอดี
หมายจตุคู้พินนที	เที่ยงไว้
ยี่สิบเอ็ดนิ้วมี	ระยะเบี่ยง เบนนา
ย่อมบอกดินลึกได้	ตั้งนี้แหละสหาย

(ศาสตราจารย์ นาวาเอก สะอาด สุนทรโรวาท)
จากบทร้อยกรองข้างต้น จงหาว่าสระน้ำมีความลึกเท่าใด

ปัญหานี้เป็นการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับความรู้ทางภาษาไทยเข้าด้วยกัน ผู้เรียนจะสามารถแก้ปัญหาข้อนี้ได้ต้องใช้ทักษะทางภาษาในการแปลความหมายของบทร้อยกรองให้เข้าใจต้องรู้ความหมายของศัพท์ต่าง ๆ ในบทร้อยกรองซึ่งครูผู้สอนสามารถสอดแทรกความรู้เหล่านี้ได้ในการเรียนการสอน เมื่อผู้เรียนรู้ความหมายของคำศัพท์ต่าง ๆ และแปลความจนเข้าใจใจर्थเป็นอย่างดีแล้วจากนั้นผู้เรียนจะต้องใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องพยายามเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และคิดว่าจะต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ได้

จากบทร้อยกรองในโจทยข้างต้นมีการประพันธ์ในลักษณะเป็นโคลงสี่สุภาพ ครูผู้สอนอาจเพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับฉันทลักษณ์ของโคลงสี่สุภาพ แขนง หรือข้อบังคับต่าง ๆ ของการแต่งโคลงสี่สุภาพ สอดแทรกคำศัพท์ที่ไม่คุ้นเคยเพื่อประโยชน์ในการแปลความหมาย เช่น

ชลธาร (น.) แปลว่า ลำน้ำ ลำคลอง ร่องน้ำ ห้วย ทะเลสาบ

เต่ง (ว.) แปลว่า มีเนื้ออูมแน่นตึง ไม่เหี่ยวหรือย่นยาน

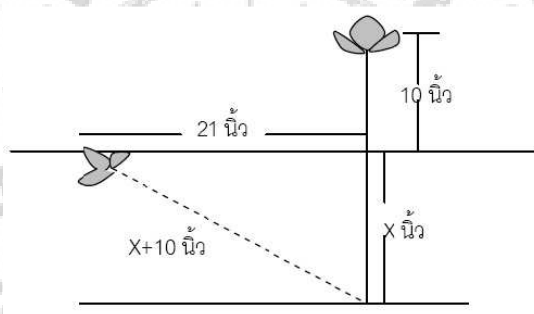
อุทก(น.) แปลว่า น้ำ

มัลย์(น.) แปลว่า ดอกไม้ ดอกไม้ที่ร้อยเป็นพวง

คู้(ก.) แปลว่า ตรงกันข้ามกับเหยียด งอเข้า

นที (น.) แปลว่า แม่น้ำ (คำแปลจากพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542)

จากโคลงสี่สุภาพในโจทยสามารถแปลความหมายโดยย่อได้ว่า “ดอกบัวดอกหนึ่งในสระน้ำเมื่อวัดความสูงจากผิวน้ำจนถึงปลายดอกบัวจะสูง 10 นิ้ว แต่เมื่อเอียงดอกบัวจนปลายดอกจมมีดน้ำพอดีกับผิวน้ำแล้ววัดระยะทางที่เบี่ยงออกไปบนผิวน้ำได้ระยะทาง 21 นิ้ว สระน้ำมีความลึกเท่าไร” และสามารถเขียนตัวแบบเชิงทางคณิตศาสตร์ได้ภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แสดงรูปดอกบัวตามบทประพันธ์

ที่มา: ทรงชัย อักษรคิด. (2547, พฤศจิกายน-ธันวาคม-2548, มกราคม). การส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. หน้า 40.

เมื่อผู้เรียนเขียนตัวแบบเชิงทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ผู้เรียนจะสามารถค้นพบได้ว่าปัญหานี้เกี่ยวข้องกับความรู้เรื่องความยาวบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งสามารถใช้ทฤษฎีบทของพีทาโกรัสเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหานี้ได้ โดยให้สระน้ำมีความลึก x นิ้ว ดังนั้นบัวดอกนี้จึงมีความสูงตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายดอกเป็น $x + 10$ นิ้ว โดยใช้ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส จะได้ความสัมพันธ์เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$(x + 10)^2 = x^2 + 21^2$$

$$x^2 + 20x + 100 = x^2 + 441$$

$$20x = 341$$

$$x = \frac{341}{20}$$

$$= 17.05$$

นั่นคือ สระน้ำมีความลึกเท่ากับ 17.05 นิ้ว

สสวท. (2551: 114 -121) กล่าวว่า การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เป็นการนำความรู้และทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อศาสตร์อื่นๆ มาตั้งแต่โบราณโดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางวิทยาศาสตร์ อาร์คิมิดีสได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผลงานวิทยาศาสตร์ที่สำคัญคือผู้คิดค้นหลักการอาร์คิมิดีส และให้แนวคิดเกี่ยวกับจุดศูนย์ถ่วงวัตถุ คานและรอกกับการท่อมแรงและระหัดวิดน้ำแบบสกรูเกลียว

เซอร์ไอแซก นิวตัน เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษได้เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผลงานที่นิวตันคิดค้นคือ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และกฎแรงดึงดูดของโลก

คาร์ล ฟรีดริช เกาส์ นักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมันได้เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่สำคัญและได้คิดค้นกฎของเกาส์สำหรับสนามไฟฟ้าและกฎของเกาส์สำหรับสนามแม่เหล็ก

นักฟิสิกส์ทุกคนจะต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดีจึงจะสามารถคิดค้นหาความรู้ต่างๆ ทางทฤษฎีฟิสิกส์โดยตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้เช่น อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ นักฟิสิกส์ชาวสหรัฐอเมริกาที่ยอมรับกันว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ที่สุดในศตวรรษที่ 20 ไอน์สไตน์เป็นผู้คิดค้นสัมพัทธภาพ ซึ่งเป็นทฤษฎีสำคัญพื้นฐานนำไปสู่ความรู้เกี่ยวกับปรมาณู

เกรเกอร์ โยฮันน์ เมลเดล นักพันธุศาสตร์ชาวออสเตรีย ศึกษาการผสมพันธุ์ต้นถั่วโดยนำทฤษฎีบทความน่าจะเป็นมาใช้ในการวิเคราะห์ที่ศึกษาพันธุกรรมของเมล็ดถั่ว

ในทางชีววิทยาใช้เลขยกกำลังในการกำหนดหน่วยความยาวของดีเอ็นเอ (DNA) ซึ่งเป็นชื่อย่อของกรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (Deoxyribonucleic Acid) ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมที่พบได้ในนิวเคลียสของเซลล์สิ่งมีชีวิตทุกชีวิต ในการวัดความยาวของดีเอ็นเอใช้หน่วยอังสตรอม

สัญลักษณ์ของหน่วยอังสตรอม คือ 10^{-10} เมตรหรือ 1\AA เท่ากับ 10^{-7} มิลลิเมตร

ในทางการแพทย์มีการนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนและเลขยกกำลังไปใช้ในการหาดัชนีมวลกายของคน เพื่อวิเคราะห์และศึกษาภาวะการณั้สะสมไขมันตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย ถ้ามีไขมันสะสมอยู่ในร่างกายเกินปกติจะทำให้เกิดภาวะอ้วนและเสี่ยงต่อการเป็นโรคต่างๆ เช่น ข้อกระดูกเสื่อม และไขมันในเลือดสูง

ในการคำนวณดัชนีมวลกายใช้สูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีมวลกาย} = \frac{\text{น้ำหนักเป็นกิโลกรัม}}{(\text{ความสูงเป็นเมตร})^2}$$

นอกจากนั้นความรู้ทางคณิตศาสตร์ยังนำไปใช้ในสถาปัตยกรรมศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สถาปนิกและวิศวกร โดยใช้คณิตศาสตร์มาช่วยในการออกแบบ คำนวณเกี่ยวกับโครงสร้างหรือชิ้นส่วนต่างๆ

ในทางมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ใช้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ทางระบบ คณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์มาตรวจสอบการใช้ภาษาในกรมธรรม์ประกันภัย ใช้ทฤษฎีเกมมาวิเคราะห์ผลการเจรจาทางการค้า การเขียนภาพโดยใช้ความรู้ทางเรขาคณิตมาช่วยกำหนดลักษณะรูปร่างและตำแหน่งของบุคคลหรือวัตถุในภาพ การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ทางมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ต้องการ เช่น ใช้ตารางและกราฟประกอบกับการใช้สถิติมาช่วยในการวิเคราะห์ทางการกีฬา การสำรวจเกี่ยวกับการกระจายของประชากรหรือความคิดเห็นทางการเมือง

3.3.3 การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

อัมพร ม้าคนอง (2547: 101-102) ได้ยกตัวอย่างการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันดังนี้

ในหมู่บ้านของท่านมีการประชุมเพื่อแสดงความคิดเห็นว่าควรจะเสนอทางราชการให้จัดตั้งจุดตรวจในหมู่บ้านหรือไม่ ในการประชุมมีกลุ่มเชื่อว่า การมีจุดตรวจของตำรวจอยู่ใกล้หมู่บ้านจะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ในขณะที่บางกลุ่มเชื่อว่าความใกล้ไกล จากจุดตรวจไม่ใช่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดอาชญากรรม ที่ประชุมจึงได้ขอข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่ โดยได้ข้อมูลดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงระยะทางกับจำนวนครั้งที่เกิดอาชญากรรม

จำนวนกิโลเมตรที่จุดเกิดเหตุห่างจากจุดตรวจ	จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตร
1-5	13
6-10	14
มากกว่า 10	16

ที่มา: อัมพร ม้าคนอง. (2547). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. หน้า 102.

1. จากข้อมูลดังกล่าวท่านคิดว่าที่ประชุมควรสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้ไกล จากจุดตรวจกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตรอย่างไร เพราะเหตุใด

2. มีบางคนในที่ประชุมใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อให้ข้อสรุปเชื่อถือได้มากขึ้น ท่านจะช่วยคนเหล่านั้นได้อย่างไร

การทำกิจกรรมในลักษณะนี้ ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงปัญหานี้ ผู้เรียนจะต้องคิดว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อะไรที่ตนเองมีอยู่ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล ผู้เรียนต้องใช้การวิเคราะห์ เพื่อที่จะได้ข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผล และได้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ

สสวท. (2551: 106 -107) ได้ยกตัวอย่างการเชื่อมโยงสาระทางคณิตศาสตร์กับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันดังนี้

นิติฝากเงินเริ่มต้น A_0 บาท ทางธนาคารให้ดอกเบี้ยโดยคิดอัตราดอกเบี้ยทบต้นหลังจากหักภาษีแล้วเป็น 5% ต่อปี ถ้านิติไม่ถอนเงินเลย จงหาสูตรการหาเงินฝากในบัญชีของนิติเมื่อฝากครบ n ปี

ปัญหานี้ต้องใช้ความรู้ในเรื่องจำนวนในสาระอัตราส่วน ร้อยละและเลขยกกำลังไปใช้ในการหาสูตรการคิดเงินรวมในบัญชีหลังจากคิดดอกเบี้ยแล้วเมื่อสิ้นปีที่ n

สำหรับเงินต้น A_0 บาท ให้ $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ แทนเงินรวมในบัญชีหลังจากคิดดอกเบี้ยเมื่อสิ้นปีที่ 1, 2, 3, ..., n ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \text{เมื่อสิ้นปีที่ 1 จะได้ } A_1 &= \text{จำนวนเงินในบัญชีของปีที่ 1} + \text{ดอกเบี้ยปีที่ 1} \\ &= A_0 + (0.05)A_0 \\ &= (1.05)A_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อสิ้นปีที่ 2 จะได้ } A_2 &= \text{จำนวนเงินในบัญชีของปีที่ 2} + \text{ดอกเบี้ยปีที่ 2} \\ &= (1.05)A_0 + [(0.05)(1.05A_0)] \\ &= (1 + 0.05)(1.05A_0) \\ &= (1.05)^2 A_0 \end{aligned}$$

ในทำนองเดียวกันจะได้ว่า

$$\text{เมื่อสิ้นปีที่ 3 จะได้ } A_3 = (1.05)^3 A_0$$

$$\text{เมื่อสิ้นปีที่ 4 จะได้ } A_4 = (1.05)^4 A_0$$

⋮
⋮
⋮

$$\text{เมื่อสิ้นปีที่ } n \text{ จะได้ } A_n = (1.05)^n A_0$$

ดังนั้น เมื่อสิ้นปีที่ n เงินฝากในบัญชีของนิติจะเป็น $(1.05)^n A_0$

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า คณิตศาสตร์สามารถเชื่อมโยงภายในวิชาทั้งทางด้านเนื้อหาสาระ และด้านวิธีการคณิตศาสตร์ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในโลกยุคปัจจุบันเพราะความรู้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถเชื่อมโยงไปสู่การศึกษาในศาสตร์อื่นๆ และสามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตจริงได้อีกด้วย

3.4 การพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2545: 203-204) กล่าวถึง องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยง มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องการเชื่อมโยง ระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆหรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องด้วย
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ / กระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้นผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน

เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น แล้วนำเสนองานต่อผู้สอนและผู้เรียน ให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

จรรยา ภูอุดม (2545: 23-24) กล่าวถึงการคัดเลือกสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนับเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์แบบองค์รวม มีการบูรณาการเนื้อหา เน้นมโนคติหรือแนวคิดหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่แยกเป็นส่วนๆ ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างมโนคติที่เป็นภาพรวมและนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถสร้างมโนคติที่เป็นภาพรวมจากส่วนย่อยๆได้ แต่จะจำเฉพาะลักษณะที่เป็นส่วนย่อยๆ ในทางตรงข้าม เมื่อมโนคติถูกนำเสนอในลักษณะที่เป็นภาพรวม นักเรียนจะหาวิธีการสร้างความหมายโดยการแยกภาพรวมออกเป็นส่วนๆเพื่อให้สามารถ

มองเห็นและเข้าใจได้ ส่วนการเน้นมโนคติหลักก็เนื่องมาจากจุดประสงค์การเรียนรู้ทุกจุดประสงค์ ไม่ได้มีความสำคัญเท่ากันทั้งหมด บางจุดประสงค์เป็นเพียงกรณีเฉพาะหรือเป็นผลที่ได้โดยอ้อมจากการเรียนรู้บางจุดประสงค์ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นความสำคัญทุกจุดประสงค์จะทำให้เวลาที่มีในหลักสูตรไม่เพียงพอสำหรับจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดอย่างจริงจัง การจัดบรรยากาศการเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้โดยการกระทำจะต้องไม่เป็นบรรยากาศที่อัดแน่นด้วยเนื้อหา แต่เป็นการเน้นที่แนวคิดใหญ่ๆ จึงต้องมีการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจว่าจะเลือกจุดประสงค์ใดที่เป็นจุดประสงค์หลักสำหรับจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยอาจใช้การสร้างแผนผังมโนคติ (Concept Maps) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ เนื่องจากแผนผังมโนคติเป็นระบบการแทนความรู้ที่มีโครงสร้างเป็นลำดับขั้น มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างมโนคติต่างๆ สามารถแสดงให้เห็นถึงเนื้อหาที่ขึ้นต่อกันอย่างชัดเจน โดยมโนคติที่เป็นกรณีทั่วไปที่สุดจะเป็น มโนคติหลัก ส่วนมโนคติที่เฉพาะเจาะจงจะเป็นมโนคิตรง แผนผังมโนคติจึงสามารถแสดงให้เห็นถึงมโนคติหลักและความรู้พื้นฐานได้เป็นอย่างดี

2. ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาสอดคล้องและตรงตามสภาพจริงในชีวิตประจำวัน ไม่เป็นเพียงข้อมูลที่แต่งขึ้น จากประสบการณ์ที่ผ่านมาเรามักพบว่านักเรียนไม่สามารถนำสิ่งที่เรียนไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ เพราะสถานการณ์ในชีวิตจริงส่วนใหญ่มีลักษณะซับซ้อน มีการผสมผสานกันของเนื้อหาต่างๆมากกว่าที่จะแยกออกเป็นส่วนๆ ด้วยเหตุนี้ สถานการณ์ปัญหาที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรมีลักษณะเป็นแบบองค์รวม มีการบูรณาการของเนื้อหาและมีความซับซ้อนตรงตามความเป็นจริงมากกว่าเป็นการแต่งขึ้น การฝึกให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงย่อมทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ เห็นว่าคณิตศาสตร์สัมพันธ์โดยตรงกับชีวิตประจำวันและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การให้โอกาสนักเรียนได้แก้ปัญหาแบบนี้จะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตจริงได้ และเห็นว่าการเรียนรู้ต่อไปอีกเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง

3. เป็นสถานการณ์ปัญหาที่อยู่รอบตัวนักเรียน เหมาะกับวัย ความสนใจ และมีความหมายต่อนักเรียน เนื่องจากการใช้สถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสนใจ และมีความหมายต่อนักเรียน เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะผลักดันให้นักเรียนเกิดความอยากแก้ปัญหาหรือการกระทำอันก่อให้เกิดการเรียนรู้

4. เป็นสถานการณ์ที่ทำท่าย สามารถหาคำตอบได้หลายวิธี นักเรียนแต่ละคนมีระดับความรู้ ทักษะ และความเข้าใจต่อสถานการณ์ปัญหาแตกต่างกัน การใช้สถานการณ์ปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้หลายวิธีจึงเอื้อต่อการใช้วิธีการของนักเรียนในการหาคำตอบ ซึ่งจะส่งเสริมการคิดและอภิปรายของนักเรียน

สสวท. (2551: 168 -175) กล่าวถึง แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่า นอกจากครูจะต้องเข้าใจมาตรฐานการเรียนรู้ทางด้านทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้แล้ว ครูจะต้องตีความมาตรฐานเหล่านั้นออกมาเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับวัย

พื้นฐานความรู้เดิมและสิ่งแวดล้อมต่างๆ ของนักเรียน ตลอดจนการประเมินผลที่คำนึงถึงทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ครูควรปรับลักษณะและคำถามในตัวอย่างและแบบฝึกหัด ให้เป็นลักษณะคำถามที่เจาะลึกแนวคิด ยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน ตลอดจนเป็นคำถามที่เชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นคำถามที่ช่วยให้นักเรียนอยาก رؤ้อยากเห็นได้ โดยปรับลักษณะคำถามที่มักถามว่า อะไรหรือเท่าไร ให้เป็นลักษณะคำถามที่ว่า เพราะเหตุใด ทำไมอย่างไร สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันอย่างไร ถ้า...(เปลี่ยนแปลงเงื่อนไขบางอย่าง) แล้ว ... (จะเกิดอะไรขึ้น) หรือ เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

2. ครูควรปรับสถานการณ์ปัญหาในตัวอย่างและแบบฝึกหัด ให้เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ดึงดูดความสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน เป็นปัญหาที่มีสถานการณ์ทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่นๆ เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่นๆ ตลอดจนเพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์ว่าสามารถประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังเป็นปัญหาในสถานการณ์จริง ที่เหมาะสมกับวัยและระดับพัฒนาการของนักเรียน อีกทั้งเป็นปัญหาที่เหมาะสมไม่ยากหรือยากเกินไปสำหรับนักเรียน

3. ครูควรตระหนักว่า การพัฒนาทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นเรื่องที่ต้องฝึกให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติจนเกิดเป็นความสามารถและความชำนาญตามวัยและระดับพัฒนาการของนักเรียน ดังนั้นครูควรให้นักเรียนพัฒนาทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

อัมพร ม้าคนอง (2553: 67-83) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กระตุ้นความคิด จินตนาการ และท้าทายความสามารถ เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนเห็นแล้วอยากคิด อยากลองทำ แม้ไม่แน่ใจว่าจะทำได้หรือไม่
2. เป็นกิจกรรมที่แปลกใหม่ และผู้เรียนไม่เคยทำมาก่อน เป็นสิ่งที่ทำแล้วจะพบหรือเรียนรู้สิ่งที่ไม่เคยรู้มาก่อน
3. เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถ และความสนใจ เป็นเรื่องที่อยู่ในความสนใจของผู้เรียนและเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนโดยรวม
4. เป็นเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องหรือใกล้ตัวผู้เรียน เพราะจะทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
5. มีเงื่อนไขและกฎเกณฑ์อยู่ในขอบข่ายที่ผู้เรียนจะคิดหรือทำได้ ไม่ยากเกินไปจนคิดไม่ได้หรือยุ่งเกินไปจนไม่จำเป็นต้องใช้ความคิดและความพยายาม
6. มุ่งพัฒนาการคิดและทักษะผ่านกระบวนการทำงานมากกว่าการหาคำตอบที่ถูกต้องหรือการแก้ปัญหาได้

7. เป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าในการทำ ผู้เรียนสามารถใช้ชีวิตคิด มุมมอง และกระบวนการทำงานที่หลากหลาย เป็นการเสียเวลาที่คุ้มค่า
8. เป็นกิจกรรมที่มีข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงจากกิจกรรมไปสู่องค์ความรู้หรือจากความรู้ไปสู่การนำไปใช้
9. ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นคำถามที่ใช้เพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- ดังตาราง 3

ตาราง 3 คำถามที่ใช้ในการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์


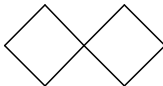
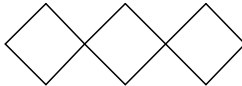
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	จุดประสงค์ของการถามเพื่อให้ผู้เรียน
- ต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหา - เราใช้ความรู้เรื่องนี้ในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง ลองยกตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน - เรื่อง...ที่เรียนอยู่นี้ เกี่ยวข้องกับเรื่อง...ที่เรียนมาก่อนหน้าได้อย่างไร - ขาวเรื่อง...ที่กำลังเป็นประเด็นอยู่ขณะนี้ เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อย่างไร	- เชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา - เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน - เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ระหว่างเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน - เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับเรื่องใกล้ตัว


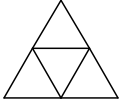
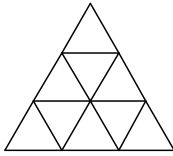
ที่มา: อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. หน้า 83.

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีหน้าที่ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการตั้งคำถาม หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือใกล้ตัวผู้เรียน

3.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1997: 36-37) กล่าวว่าตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นถึงวิธีการเชื่อมโยงที่มีความสัมพันธ์กันและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในระหว่างการสอน ครูจะไม่พูดว่า จุดประสงค์ของการเรียนวันนี้เกี่ยวข้องกับจำนวนและกระบวนการเกี่ยวกับการนับ หรือบทเรียนที่จะเรียนวันนี้เป็นคณิตศาสตร์ที่มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ในทางตรงข้ามครูจะพัฒนารูปแบบการสอนและวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์ระหว่างคณิตศาสตร์กับสาขาวิชาอื่นๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน กิจกรรมต่อไปนี้เป็นสำหรับนักเรียนเกรด 6 เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบกับเรขาคณิต ในการสืบเสาะหาความยาวเส้นรอบรูปและพื้นที่ ดังภาพประกอบ 10

				
จำนวนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	1	2	3	4 ... n
ความยาวรอบรูป	4	8	12	16 ... 4n

				
จำนวนรูปสามเหลี่ยม	1	4	9	16 ... n ²
ความยาวรอบรูป	4	3 6	9	12 ... 3n

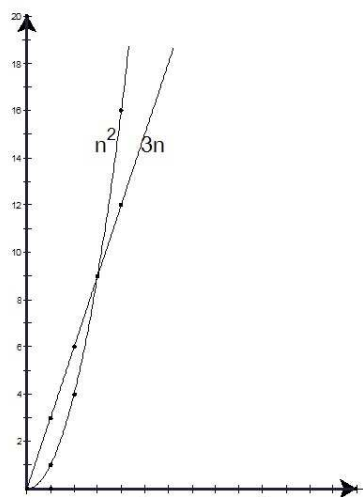
ภาพประกอบ 10 กิจกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ที่มา: Kennedy, Leonard M.; & Tipps, Steve. (1997). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. P.37

แนวคิดในการจัดกิจกรรมเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. จัดห้องเรียนให้เป็นการเรียนแบบร่วมมือ ให้แต่ละกลุ่มแสดงตัวแทนของแบบรูปเหล่านี้
2. นำเสนอคำแนะนำเหล่านี้โดย การอธิบายแบบรูป คำถามอะไรที่คุณจะสามารถใช้ถามเกี่ยวกับแบบรูปนี้ ดังภาพประกอบ 10
3. ให้หนึ่งกลุ่มอ่านคำถาม สำหรับกลุ่มอื่นๆ ให้ตอบคำถามแล้วพิจารณาคำถามทั้งหมด
4. ให้แต่ละกลุ่มแสดงตัวแทนของแบบรูป
5. ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแบบรูปแล้วเขียนคำถามเกี่ยวกับแบบรูปที่เลือก คำถามอาจจะถามเกี่ยวกับจำนวนของรูปสามเหลี่ยมในแต่ละรูปของสามเหลี่ยมใหญ่ พื้นที่และความยาวเส้นรอบรูปในแต่ละรูปสามเหลี่ยมใหญ่
6. อภิปรายคำถาม ให้นักเรียนตอบคำถามอย่างมีเหตุผลตลอดทั้งการสาธิตด้วยรูปภาพที่แสดง คำพูดที่อธิบายจำนวนของแบบรูป หรือสิ่งอื่นๆ ที่มีความหมาย
7. คำตอบของนักเรียนอาจจะเป็นการชี้แนะว่าพวกเขาพร้อมแล้วที่จะเรียนเกี่ยวกับพีชคณิต สำหรับค้นหาจำนวนของรูปสามเหลี่ยมในรูปสามเหลี่ยมที่มี n ด้าน
8. นักเรียนพร้อมแล้วที่จะเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของความยาวรอบรูปและจำนวนของรูปสามเหลี่ยมโดยใช้กราฟ ดังภาพประกอบ 11 การถามด้วยคำถาม เช่น รูปใดที่มีขนาดของ

พื้นที่น้อยกว่าความยาวรอบรูป รูปใดที่มีทั้งขนาดของพื้นที่และความยาวรอบรูปเท่ากัน ทำไมความชันของเส้นกราฟ $3n$ จึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากจุดของขนาดของพื้นที่และความยาวรอบรูปเท่ากัน



ภาพประกอบ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของรูปสามเหลี่ยมกับความยาวรอบรูปสามเหลี่ยม

ที่มา: Kennedy, Leonard M.; & Tipps, Steve. (1997). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. p. 37

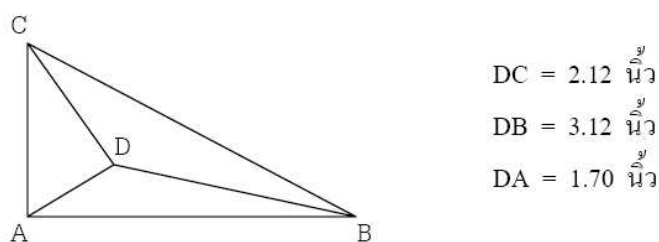
สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 354-358) กล่าวว่า นักเรียนเกรด 9-12 ควรได้รับการพัฒนาในเรื่องของการเชื่อมโยงความคิดไปยังแง่มุมต่างๆ ทำให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้งขึ้น ดีกว่าคิดถึงวิธีการเดียวในการแก้ปัญหาที่นำไปสู่ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน นักเรียนจะได้การหยั่งรู้ที่สามารถบอกได้ว่า ปัญหาใดต้องพิสูจน์หรือปัญหาใดใช้เพียงการคาดคะเน ไม่ต้องพิสูจน์ การโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ทำให้เกิดความเข้าใจในปัญหานั้นมากยิ่งขึ้น

ตัวอย่างการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็นถึงความแตกต่างมากของตัวแทนและวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 10 ในชั้นเรียนของครูโรบินสัน ประเทศสหรัฐอเมริกา ดังนี้

นักเรียนเกรด 10 คิดแก้ปัญหาที่อาจารย์โรบินสันมอบให้ “ครูมีปัญหามาให้พวกเขาช่วยกันแก้ ครูมีสุนัขเชื่องอยู่ตัวหนึ่ง และมีสนามรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่บ้าน เมื่อครูจะไปทำธุระซึ่งใช้เวลาไม่นาน ครูจะล่ามโซ่มันไว้ที่สนาม ครูต้องการล่ามโซ่มันให้สั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ต้องให้สุนัขสามารถเดินไปได้ทุกมุมในสนาม ครูควรล่ามโซ่มันไว้ตรงไหน” อาจารย์โรบินสันให้

นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คนใช้อุปกรณ์ตามที่มีปกติในการแก้ปัญหา ได้แก่ วงเวียน ไม้บรรทัด เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมเรขาคณิต

เจนนิเฟอร์พูดว่าเราควรแสกนภาพในคอมพิวเตอร์ดูก่อน ซึ่งทุกคนในกลุ่มเห็นด้วย โดยผลที่ได้ดังแสดงในภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 ภาพสเกตช์จากคอมพิวเตอร์ของเจนนิเฟอร์

ที่มา: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. p. 254.

อาจารย์โรบินสันเดินดูแต่ละกลุ่มทำงาน จนมาถึงกลุ่มของเจนนิเฟอร์ ครั้งแรกสังเกตเห็นว่ามีการลองกำหนดจุด D ขึ้นภายในรูปสามเหลี่ยม แล้วลากเส้นไปยังมุมต่าง ๆ แต่เมื่ออาจารย์โรบินสันเดินมายังกลุ่มนี้อีกครั้ง ดูเหมือนจะเป็นรูปเป็นร่างมากขึ้น เขาถามถึงการทำงานกลุ่ม

อาจารย์โรบินสัน : โจ กลุ่มของเธอคืบหน้าไปถึงไหนแล้ว

โจ : พวกเรากำลังพยายามหาตำแหน่งของจุด

เจฟฟ์ : จุดนั้นไม่ควรอยู่ใกล้มุมใดมุมหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมากเกินไป

เจนนิเฟอร์ : เราต้องให้ความยาวไปยังมุมทั้งสามเท่ากันด้วย

ก่อนที่อาจารย์โรบินสันจะเดินไปดูกลุ่มอื่น เขาได้ช่วยจัดระเบียบความคิดให้กับเด็กกลุ่มนี้ เพื่อให้สามารถใช้ภาษาคณิตศาสตร์เป็นมาตรฐานขึ้น และรู้จักตรวจสอบด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดของตนให้เพื่อนคนอื่นเข้าใจ ทำให้เพื่อนในกลุ่มเห็นเป้าหมายที่ชัดเจนขึ้นว่าต้องหาจุด D ที่ทำให้ส่วนของเส้นตรง DA, DB และ DC ยาวเท่ากัน เมื่ออาจารย์โรบินสันกลับมาใหม่กลุ่มนี้จึงได้ข้อสรุปว่า จุดนั้นจะต้องอยู่ตรงกึ่งกลางของด้านตรงข้ามมุมฉาก แต่ยังไม่สามารถบอกเหตุผลได้ ดังนั้นสิ่งที่ต้องทำต่อไป คือ หาเหตุผลเพื่อมาพิสูจน์

อาจารย์โรบินสัน : เธอจะต้องรู้อะไรบ้าง

เจฟฟ์ : ผมไม่แน่ใจว่าจุด D ที่ว่านี้จะอยู่ห่างจากจุดยอดทั้งสามเท่ากันจริง

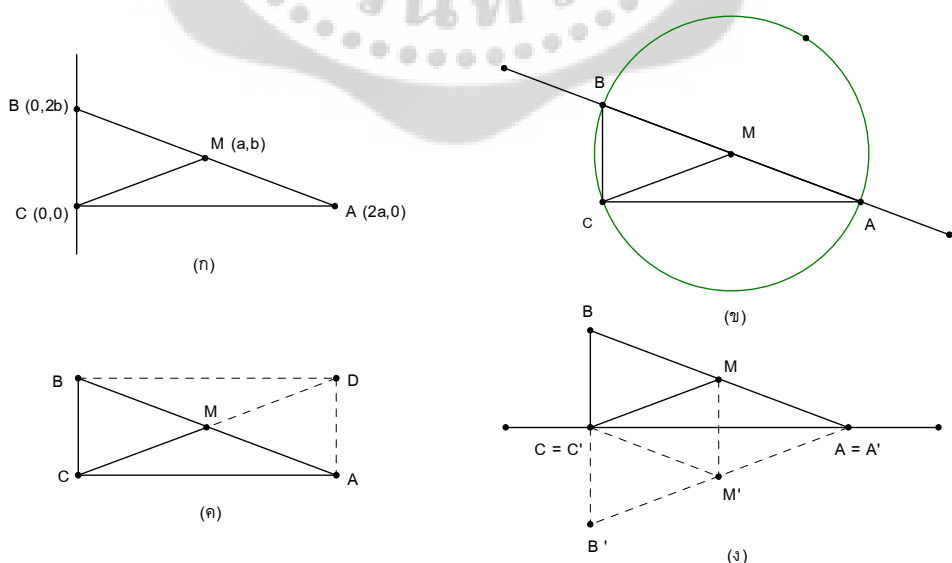
เจนนิเฟอร์ : แต่คิดว่าใช่ล่ะ เพราะมันเป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมด้วย

การอภิปรายของแต่ละกลุ่มกำลังดำเนินต่อไป จนกระทั่งหลายกลุ่มได้ข้อสังเกต และข้อคาดเดาคล้าย ๆ กับกลุ่มของเจนนิเฟอร์ อาจารย์โรบินสันจึงเขียนข้อคาดเดา ซึ่งคล้ายกันทุกกลุ่มบนกระดาน

ข้อคาดเดา : จุดกึ่งกลางของด้านตรงข้ามมุมฉากของรูปสามเหลี่ยมอยู่ห่างจากจุดยอดมุมทั้งสามเท่ากัน

อาจารย์โรบินสันให้แต่ละกลุ่มทำการพิสูจน์หรือยกตัวอย่างค้าน เลือกตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอที่เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ และบอกกับนักเรียนว่าวิธีพิสูจน์ข้อคาดเดาอาจทำได้หลายวิธี ผลงานของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม ดังแสดงในภาพประกอบ 13 (NCTM. 2000: 356) โดยมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งกำหนดพิกัดของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากในกราฟ ดังภาพประกอบ 13(ก) แล้วใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แสดงให้เห็นว่า $MC = MA$ แต่เนื่องจาก $BM = MA$ ดังนั้น $BM = MA = MC$

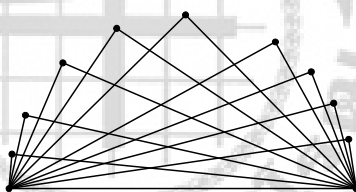
กลุ่มของเจนนิเฟอร์บอกว่าจุดสามจุด คือ A, B และ C นั้นอยู่บนวงกลมวงหนึ่ง ซึ่งอาจารย์โรบินสันแนะนำว่า กลุ่มนี้ได้ใช้สมบัติของมุมในครึ่งวงกลม (ภาพประกอบ 13 ดังรูป ข) พิสูจน์นำเสนอผลงานของกลุ่มด้วยการลากเส้นตรงต่อจากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก บรรจบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังภาพประกอบ 13(ค) แล้วอ้างเหตุผล โดยใช้สมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก แอนนาแนะนำผลงานโดยการแปลงทางเรขาคณิต ดังภาพประกอบ 13(ง) ซึ่งให้ M และ M' เป็น จุดกึ่งกลางของ \overline{AB} และ $\overline{A'B'}$ ตามลำดับรูปสามเหลี่ยม MOM' คล้ายกับรูปสามเหลี่ยม BOB' โดยแต่ละด้านที่สมนัยกันนั้น ความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมที่เล็กกว่ามีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมที่ใหญ่กว่า ในทำนองเดียวกันจะได้ว่ารูปสามเหลี่ยม BMC คล้ายกับ $\triangle BAB'$ แอนนาได้แสดงให้เห็นว่า รูปสามเหลี่ยม MAM' เท่ากันทุกประการกับรูปสามเหลี่ยม CMB ซึ่งทำให้ได้ว่า $CM = MA$



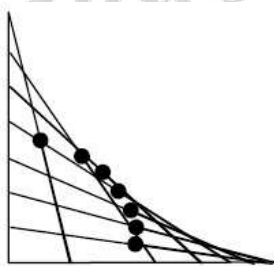
ภาพประกอบ 13 ผลงานการพิสูจน์หาจุดกึ่งกลางของด้านตรงข้ามมุมฉากทั้ง 4 แบบ ของนักเรียนเกรด 10 ในชั้นเรียนของครูโรบินสัน (Mr.Robinson) ประเทศสหรัฐอเมริกา

อาจารย์โรบินสันแสดงความชื่นชมในคุณภาพงาน ที่นักเรียนแสดงวิธีทำได้หลากหลายซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน นักเรียนได้เห็นว่ามีวิธีทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะใช้ความรู้ในเรื่องเรขาคณิตในระบบแกนมุมฉาก เรขาคณิตในระบบยูคลิด หรือการแปลงทางเรขาคณิต สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ เขาได้ให้ความเห็นว่าเป็นเรื่องดีที่นักเรียนได้วิธีคิดเหล่านี้ เพื่อให้นักเรียนบางคนจะได้แนวคิดไปใช้แก้ปัญหาอื่นต่อไปในภายหน้า

กิจกรรมต่อไปที่อาจารย์โรบินสันเลือก ดังแสดงในภาพประกอบ 14 (NCTM. 2000: 357) เป็นปัญหามาสนใจที่นักเรียนจะได้ใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมและวงกลม มีนักเรียนกลุ่มหนึ่งสนใจกลุ่มของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จึงใช้ด้านตรงข้ามมุมฉากร่วมกัน และดูวิถีทางเดินของจุดยอดมุมฉาก ดังภาพประกอบ 14(ก) ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งสนใจกลุ่มของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มุมฉากและด้านประกอบมุมฉากด้านหนึ่งร่วมกัน ดังภาพประกอบ 14(ข) เมื่อลองจุดกึ่งกลางของด้านตรงข้ามมุมฉากของสามเหลี่ยมแต่ละรูปแล้วจะเห็นวิถีทางเดินของจุดเป็นส่วนโค้งของวงกลม ครั้งแรกนักเรียนขัดแย้งในความคิดว่าจะ เป็นแบบรูปของวงกลมหรือไม่ แต่อาจารย์โรบินสันมองเห็นความเป็นไปได้ในการสร้างการเชื่อมโยง โดยตั้งคำถามเช่น “ทำไมเธอคิดว่าเป็นแบบรูป” และ “วงกลมในแบบรูปของเธอใช้อธิบายอะไรบางอย่างกับวงกลมจากงานของกลุ่มเจนนิเฟอร์ได้หรือไม่” เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าใจในสิ่งที่อาจารย์ถามก็เริ่มเห็นการเชื่อมโยงระหว่างวงกลมที่เกิดขึ้นนี้กับนิยามของวงกลม และความจริงจากปัญหาที่แล้วนั้นคือ ระยะทางไปยังจุดทั้งสามเท่ากัน



(ก) แสดงวิถีทางเดินของจุดยอดมุมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงข้ามมุมฉากร่วมกัน



(ข) แสดงวิถีทางเดินของจุดกึ่งกลางด้านตรงข้ามมุมฉากของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาวเท่ากันและมีมุมฉากร่วมกัน

ภาพประกอบ 14 วิถีทางเดินของจุดยอด และจุดกึ่งกลางของด้านตรงข้ามมุมฉาก

ที่มา : National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. p. 357

สุดท้ายอาจารย์โรบินสันได้ให้งานที่ทำทายที่เชื่อมโยงกับปัญหา (หรือปัญหาที่คล้ายกันนี้) กับสถานการณ์ในชีวิตจริง หรือศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้กระดาษโปสเตอร์แสดงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่คล้ายคลึงกันกับปัญหาก่อน คือ หาจุดที่อยู่ห่างจากจุดยอดทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเป็นระยะทางเท่ากัน ให้กลุ่มหนึ่งแสดงการทดลองในห้องเรียนที่ทำให้มีด โดยปิดหน้าต่างทุกบานแล้ววางกระดาษโปสเตอร์รูปสามเหลี่ยมมุมฉากสีขาวรูปหนึ่งลงบนพื้นห้องจุดเทียนไขที่สูงเท่ากันตั้งไว้ที่จุดยอดทั้งสาม ตั้งวัตถุอันหนึ่งที่สั้นกว่าเทียนไขไว้ภายในรูปสามเหลี่ยมสมาชิกคนหนึ่งของกลุ่มทำการเคลื่อนย้ายวัตถุนั้นไปเรื่อย ๆ นักเรียนคนอื่นสังเกตเงาของวัตถุ เมื่อวัตถุเคลื่อนมาอยู่ที่จุดกึ่งกลางของด้านตรงข้ามมุมฉากปรากฏว่าเงาทั้งสามของวัตถุยาวเท่ากันสร้างความยินดีให้แก่อาจารย์โรบินสันและผู้เรียนในชั้น อาจารย์โรบินสันบอกว่าปัญหายังไม่จบเพียงเท่านั้นยังคงจะมีอีกต่อไป เช่น “บริเวณบ้านของทุกคนอาจไม่ใช่มุมฉากหรือเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก” ข้อคิดนี้กำลังนำไปค้นหาสิ่งที่เป็นนามธรรมและเป็นกรณีทั่วไปเพื่อใช้กับงานอื่น ๆ บางงานหรือไปสร้างการเชื่อมโยงให้มากยิ่งขึ้น

เรื่องราวในชั้นเรียนของอาจารย์โรบินสันชี้ให้เห็นว่ามีหลายวิธีในการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนค้นหา และสร้างทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการเลือกปัญหาที่มีความสำคัญเนื่องจากนักเรียนคงไม่อาจสร้างการเชื่อมโยงได้ด้วยตนเองนอกจากจะได้ทำงานกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะนำไปสู่การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ครูควรมีความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาที่บูรณาการความรู้ ซึ่งเมื่อก่อนการสอนเน้นแต่เพียงเนื้อหาและหลักสูตรให้มีการศึกษาเนื้อหาแยกเป็นเรื่อง ๆ เช่น เรขาคณิต พีชคณิต และสถิติ แต่เมื่อหลักสูตรได้ให้มีการสอนโดยใช้ปัญหาซึ่งเป็นการทำลายขอบเขตเนื้อหาแบบเดิมลง ครูจึงต้องมีการพัฒนาตนเองให้เกิดความชำนาญในการสร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อจะนำไปพัฒนาความสามารถนั้นแก่นักเรียน

หลักการที่จำเป็นอันหนึ่งในการช่วยให้นักเรียนสร้างการเชื่อมโยง คือ กระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ร่วมกับการได้แก้ปัญหาที่ใกล้ตัว อาจารย์โรบินสันเริ่มต้นด้วยปัญหาที่มีทางเลือกหลายวิธีและหลากหลายคำตอบ ในขณะที่ทำการแก้ปัญหานักเรียนอาจถูกชักนำให้ไขว่เขวจนทำให้ไม่สามารถตัดสินใจได้และเกิดการโต้แย้ง อาจารย์จะช่วยให้นักเรียนค้นหาแก่นแท้อันจะนำมาซึ่งความคิดใหม่ ๆ ที่สร้างการเชื่อมโยง นักเรียนจะได้รับการสะท้อนความคิดและเปรียบเทียบคำตอบที่ได้เป็นการสร้างทักษะการเชื่อมโยง เมื่อนักเรียนทำทุกอย่างกับปัญหาที่หามาได้แล้วจึงก้าวไปสู่การค้นหากรณีทั่วไป ปัญหาที่มีคุณค่าจะทำให้เกิดความคิดทางคณิตศาสตร์และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์สามารถเชื่อมโยงกันได้หมด

เบิร์กเนอร์ และ โกรท (Bergner; & Groth. 2004: 298-305) ได้ใช้โครงการคณิตศาสตร์เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความรู้จากสาขาวิชาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสร้างทรงสี่หน้า โดยนักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานเรื่องตรีโกณมิติ แต่ละกลุ่มจะใช้เวลาในการทำโครงการ 5 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รายละเอียดของโครงการดังตาราง 4 ซึ่งในคาบแรกถึงคาบที่สามจะเป็นการสำรวจทางเรขาคณิตเกี่ยวกับการสร้างทรงสี่หน้า และสองคาบสุดท้ายจะเป็นการสร้างทรงสี่หน้าที่มีขนาดใหญ่

ตาราง 4 รายละเอียดของงานสำหรับโครงการการสร้างทรงสี่หน้า

รายละเอียดของงาน

1. ทรงสี่หน้าของนักเรียนต้องมี ความสูง 1.68 เมตร (ประมาณ 5.5 ฟุต)
2. รายละเอียดปลีกย่อยที่สมบูรณ์ของทรงสี่หน้าต้องประกอบด้วยการวัดความยาวส่วนประกอบของ สัน ความสูง และส่วนสูงเอียง
3. ส่วนประกอบต่อไปนี่ต้องติดป้ายบอกชื่อและวัดขนาด
สัน ความสูง (อาจจะใช้เชือกติดป้ายชื่อตามความเหมาะสม) ส่วนสูงเอียง (ติด ป้ายบนด้านหนึ่ง) หน้า จุดยอด ฐานและพื้นที่ ปริมาตรของทรงสี่หน้า
4. ทรงสี่หน้าต้องพ้นจากวงกลมของรัศมีโดยประมาณ คุณอาจจะตัดสินใจเลือกรัศมีจากกิจกรรมการทำงานที่ผ่านมาเมื่อครู
5. โครงร่างของทรงสี่หน้าจะต้องเป็นเตี้ย
6. ทางเข้าตัดเข้าไปข้างในด้านหนึ่งจะต้องสามารถให้คนที่มีความสูง 1.37 เมตร (4.5 ฟุต) คลานเข้าไปในทรงสี่หน้าแล้วยืนได้ ทางเข้านี้ควรจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากหรือรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า
7. นิยาม (ด้วยภาษาของคุณ) เกี่ยวกับทรงสี่หน้าติดไว้กับหน้าใดหน้าหนึ่งของทรงสี่หน้า
8. ชื่อของคุณต้องกำกับบนทรงสี่หน้า

ที่มา: Bergner, Jennifer A; & Groth, Randall E. (2004, December - 2005, January). Making Mathematical Connections by Constructing Tetrahedra. *Mathematics Teacher*. 98(5): 299.

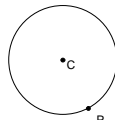
คาบที่ 1 พื้นฐานทางตรีโกณมิติ

ก่อนที่จะสร้างทรงสี่หน้าขนาดใหญ่ ให้นักเรียนดูคำอธิบายจากตาราง 4 แล้วนักเรียนสร้างทรงสี่หน้าจากกระดาษรูปวงกลม จะได้ทรงสี่หน้าขนาดเล็ก นักเรียนอธิบายด้วยภาษาที่ไม่เป็นทางการ แล้วเขียนภาษาที่เป็นทางการลงในเอกสาร ดังภาพประกอบ 15 ครูผู้สอนถามนักเรียนทุก ๆ ขั้นตอนด้วยภาษาที่ไม่เป็นทางการแล้วตกลงกันจนได้ภาษาที่เป็นทางการอันเดียวกัน เขียนอธิบายวิธีการพับกระดาษอย่างเป็นทางการลงในเอกสาร

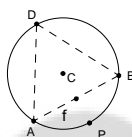
การเปลี่ยนวงกลมเป็นทรงสี่หน้า

1. สร้างวงกลม ด้วยรัศมี

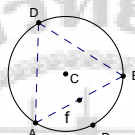
2. กำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลม เป็นจุด C และจุดบนเส้นรอบวงของวงกลมเป็นจุด P



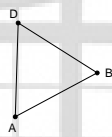
3. พับวงกลมโดยจุด P ทับบนจุด C แล้วคลี่กระดาษออก จะเห็นรอยพับ รอยพับนี้ให้เป็นเส้นของส่วนของเส้นตรง f โดยมีจุดปลายคือ A และ B



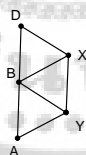
4. เริ่มที่จุด B สร้างรอยอื่นๆ โดยที่จุดบนส่วนของเส้นตรงจะสัมผัสจุดศูนย์กลาง มีเพียงจุดเดียวเท่านั้นที่จะเป็นจุดที่ใช้การได้ หากจุดๆ นั้นโดยการลองผิดลองถูก จนได้ส่วนของเส้นตรง DB ที่เหมือนกับส่วนของเส้นตรง AB



5. ทำการพับครั้งสุดท้ายด้วยจุดปลายของจุด D และ A พับทั้งสามส่วนให้เข้าสู่ข้างใน คุณจะสามเหลี่ยมด้านเท่า ABD

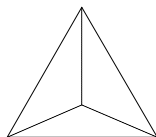


6. พับจุด B มาทับบนจุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง DA จะได้สี่เหลี่ยมคางหมู ADXY



7. พับตามรอยส่วนของเส้นตรง BX ดังนั้นจุด D จะสัมผัสกับจุด Y พับตามรอยส่วนของเส้นตรง BY ดังนั้นจุด A จะสัมผัสที่จุด X

8. นำจุด A, D และจุด B มาพบกัน จะได้ทรงสี่หน้า ที่มีสัน 6 เส้น และมียอด 4 ยอด



ภาพประกอบ 15 วิธีการพับกระดาษวงกลมเป็นทรงสี่หน้า

ที่มา: Bergner, Jennifer A; & Groth, Randall E. (2004,December - 2005,January).

Making Mathematical Connections by Constructing Tetrahedra. *Mathematics Teacher*.

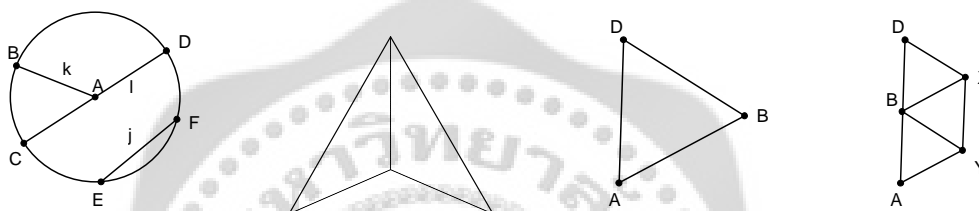
98(5): 300.

เพื่อเป็นการประเมินความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับภาษาที่เป็นทางการเกี่ยวกับเรขาคณิตในการพับกระดาษ ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม ดังภาพประกอบ 16

ใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนและสิ่งที่คุณรู้เกี่ยวกับการพับทรงสี่หน้าจับคู่ระหว่างคำศัพท์กับตำแหน่งที่ถูกต้องบนแผนภาพ บางคำศัพท์ใช้ได้มากกว่า 1 ครั้ง แล้วอธิบายความหมายของคำศัพท์แต่ละคำสั้นๆ

คำศัพท์

จุดศูนย์กลางของวงกลม รัศมี เส้นรอบวง ส่วนของเส้นตรง จุด ยอด จุดปลาย สามเหลี่ยมด้านเท่า จุดกึ่งกลาง สีเหลี่ยมคางหมู ทรงสี่หน้า สัน



ภาพประกอบ 16 กิจกรรมคำศัพท์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับการพับทรงสี่หน้า

ที่มา: Bergner, Jennifer A; & Groth, Randall E. (2004,December - 2005,January).

Making Mathematical Connections by Constructing Tetrahedra. *Mathematics Teacher*. 98(5): 301.

จากกิจกรรมที่ผ่านมาพบว่านักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับจุดต่างๆ ในเรขาคณิต เมื่อมีการอภิปรายในห้องเรียนเกี่ยวกับคำศัพท์ในกิจกรรมนี้ ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับนิยามของยอด นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสิ่งใดคือยอด แต่พวกเขาไม่สามารถให้นิยามเกี่ยวกับยอดเหล่านั้นได้ หลังจากทำกิจกรรมแล้วนักเรียนพบว่ายอดคือการพบกันของสัน เช่นเดียวกัน ในช่วงแรกของการถกเถียงเกี่ยวกับจุดกึ่งกลาง หมายถึง จุดทุกจุดที่อยู่ระหว่างจุดปลายของส่วนของเส้นตรง หลังจากทำกิจกรรมเกี่ยวกับการพับทรงสี่หน้านักเรียนเห็นพ้องกันว่าจุดกึ่งกลางคือจุดหนึ่งที่อยู่บนส่วนของเส้นตรงซึ่งมีระยะห่างจากจุดปลายทั้งสองเท่าๆ กัน

เมื่อนักเรียนสร้างทรงสี่หน้าขนาดเล็กได้แล้ว มีนักเรียนบางคนคิดว่าถ้าจะสร้างทรงสี่หน้าขนาดใหญ่ตามคำอธิบายของตาราง 4 จะต้องสร้างวงกลมขนาดใหญ่ก่อน ซึ่งเป็นการยาก ที่ทำการวาดรูปวงกลมขนาดใหญ่ได้ จากกิจกรรมที่ผ่านมาทำให้นักเรียนทราบว่วงกลมประกอบด้วยจุดหลายๆ จุด และรัศมีจำนวนมากมาย กิจกรรมพับกระดาษเป็นทรงสี่หน้าช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งซึ่งเกี่ยวกับสมบัติและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตต่างๆ

คาบที่ 2 การวัดและวิเคราะห์ข้อมูล

แบ่งนักเรียนภายในห้องออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกให้สมาชิกภายในกลุ่มพับทรงสี่หน้า จากวงกลมที่มีรัศมี 16 เซนติเมตร อีกสองกลุ่มที่เหลือให้สมาชิกพับทรงสี่หน้าจากวงกลมรัศมี 18 เซนติเมตรและ 20 เซนติเมตร แล้วสมาชิกในกลุ่มวัดความยาวของส่วนประกอบต่างๆ ของทรงสี่หน้าจากนั้นบันทึกลงในตาราง 5 หลังจากนั้นให้แต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลที่สมาชิกในกลุ่มมีความคิดเห็นตรงกันบันทึกลงในตาราง 6

ตาราง 5 บันทึกการวัดทรงสี่หน้าเดิม

เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลม(d)	รัศมีของวงกลม (r)	ความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ารูปใหญ่ (สามเหลี่ยมในภาพประกอบ 15(5)) (b)	สันของทรงสี่หน้า (ความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมรูปเล็ก) (e)	ความสูงของทรงสี่หน้า (h)	ส่วนสูงเอียงของทรงสี่หน้า (s)
16 ซม.					
18 ซม.					
20 ซม.					

ที่มา: Bergner, Jennifer A; & Groth, Randall E. (2004,December - 2005,January). Making Mathematical Connections by Constructing Tetrahedra. *Mathematics Teacher*. 98(5): 302.

ตาราง 6 บันทึกการวัดทรงสี่หน้าที่ปรับปรุงแล้ว

เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลม(d)	รัศมีของวงกลม (r)	ความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ารูปใหญ่ (สามเหลี่ยมในภาพประกอบ 15(5)) (b)	สันของทรงสี่หน้า (ความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมรูปเล็ก) (e)	ความสูงของทรงสี่หน้า (h)	ส่วนสูงเอียงของทรงสี่หน้า (s)
16 ซม.					
18 ซม.					
20 ซม.					

ที่มา : Bergner, Jennifer A; & Groth, Randall E. (2004,December - 2005,January). Making Mathematical Connections by Constructing Tetrahedra. *Mathematics Teacher*. 98(5): 302.

ในการวัดทรงสี่หน้านักเรียนบางกลุ่มจะแยกวัดที่ละส่วน เช่น วัดความสูงก่อน แล้ววัด ส่วนสูงเอียง จากนั้นวัดสันของทรงสี่หน้า บางกลุ่มคิดว่าว่าความยาวของสันและความยาวของ ส่วนสูงเอียงคือสิ่งเดียวกัน จนในที่สุดกลุ่มมีการอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของสันและ ส่วนสูงเอียง บางกลุ่มวัดความสูงของทรงสี่หน้าโดยใช้เชือกหย่อนมาจากจุดยอดของทรงสี่หน้ามาที่ ฐานแล้ววัดความยาวของเชือก บางกลุ่มคลี่ทรงสี่หน้าออกแล้วใช้ไม้บรรทัดวางลงในตำแหน่งของ ความสูงของทรงสี่หน้าแล้วพับกระดาษเข้ามาเหมือนเดิม จากนั้นก็วัดความสูง

เมื่อรวบรวมการวัดที่ได้จากการอภิปรายของนักเรียนทั้งห้อง นักเรียนตระหนักดีว่า การวัดทรงสี่หน้าที่ได้มีความไม่แม่นยำเล็กน้อย ตัวอย่างเช่น กลุ่มที่พับทรงสี่หน้าจากวงกลมที่มี รัศมี 20 เซนติเมตร สมาชิกในกลุ่มวัดความยาวของส่วนสูงเอียงได้ไม่เท่ากัน ครูจึงถามนักเรียนว่ามี วิธีการอย่างไรในการที่จะได้ข้อมูลที่แท้จริง บันทึกลงตาราง 6 นักเรียนหลายคนตอบว่าใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากการวัดความยาวของทรงสี่หน้า ครูควรสร้างโอกาสให้นักเรียนได้เข้าใจว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่ใช่ค่าเดียวที่ใช้ในการหาค่ากลางของข้อมูลเท่านั้น ยังมีฐานนิยมและมัธยฐาน ที่ใช้ในการหาค่ากลางของข้อมูลอีกด้วย

คาบที่ 3 พื้นฐานทางพีชคณิต

นักเรียนหาความสัมพันธ์ทางพีชคณิตระหว่างขนาดต่างๆ ของทรงสี่หน้าที่แตกต่างกัน โดยใช้ข้อมูลการวัดทรงสี่หน้าจากรายการ 6 แล้วทำกิจกรรมในตาราง 7 ยกตัวอย่างเช่น ทรงสี่หน้า ที่สร้างจากวงกลมรัศมี 10 เซนติเมตรวัดความสูงได้ 7.1 เซนติเมตร คาดการณ์ได้ว่าความยาวรัศมี ต้องคูณด้วย 0.71 เพื่อใช้ในการหาความสูงของทรงสี่หน้า เมื่อความสัมพันธ์นี้ทำงานได้ดีอย่างมี เหตุผลก่อให้เกิดการวัดที่ถูกต้องสำหรับทรงสี่หน้าที่สร้างจากวงกลมที่มีรัศมี 8 และ 9 เซนติเมตร แล้วใช้ความสัมพันธ์ทางพีชคณิตที่ได้ในการตัดสินใจว่าจะใช้ความยาวรัศมีวงกลมยาวเท่าใดเพื่อใช้ ในการทำกิจกรรมตามตาราง 4 กิจกรรมดังตาราง 7 แสดงให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ที่น่าสนใจ เกี่ยวกับสัดส่วน งานของนักเรียนจะพบค่าคงที่ของสัดส่วนในแต่ละความสัมพันธ์

ตาราง 7 ใ้กิจกรรมสำหรับสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างการวัดส่วนต่างๆ ของทรงสี่หน้า

ให้หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ของทรงสี่หน้า โดยใช้ข้อมูลจากตาราง 6 ที่ได้จากการวัดทรงสี่หน้า ตามตัวย่อต่อไปนี้

b คือ ความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ารูปใหญ่

r คือ ความยาวของรัศมีวงกลม , e คือ ความยาวเส้นของทรงสี่หน้า

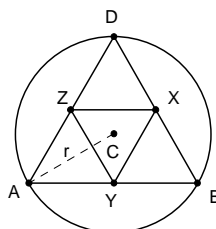
h คือ ความสูงของทรงสี่หน้า, s คือ ส่วนสูงเอียงของทรงสี่หน้า

r	b	$b = \underline{\quad} * r$
8 ซม.		
9 ซม.		
10 ซม.		
r	e	$e = \underline{\quad} * r$
8 ซม.		
9 ซม.		
10 ซม.		
r	h	$h = \underline{\quad} * r$
8 ซม.		
9 ซม.		
10 ซม.		
r	s	$s = \underline{\quad} * r$
8 ซม.		
9 ซม.		
10 ซม.		

ที่มา : Bergner, Jennifer A; & Groth, Randall E. (2004,December - 2005,January). Making Mathematical Connections by Constructing Tetrahedra. *Mathematics Teacher*. 98(5): 303.

ภาพประกอบ 17 เป็นโครงร่างของกิจกรรมที่นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์เกี่ยวกับทฤษฎีด้วยการทดลองและตรวจสอบความถูกต้อง และได้คำตอบแบบปลายเปิดตั้งตาราง 8

ใช้พีชคณิตเพื่อหาความสัมพันธ์ส่วนต่างๆ ของทรงสี่หน้า
ถ้าคลี่ทรงสี่หน้าออกจะเห็นรอยพับอื่นๆ



ใช้แผนภาพข้างบนและความรู้เกี่ยวกับตรีโกณมิติในการตอบคำถามต่อไปนี้

1. $\triangle ADB$ เป็นสามเหลี่ยมด้านเท่าใช่หรือไม่
2. เขียนความยาวเส้นของทรงสี่หน้าในรูปฟังก์ชันของความยาวรัศมีวงกลม
3. เขียนความยาวของรัศมีวงกลมในรูปฟังก์ชันของความยาวเส้นของทรงสี่หน้า
4. เขียนส่วนสูงเอียงของทรงสี่หน้าในรูปของฟังก์ชันของความยาวรัศมีวงกลม
5. เขียนความสูงของทรงสี่หน้าในรูปฟังก์ชันของความยาวรัศมีวงกลม
6. จัดเรียงปริมาณต่อไปนี้จากมากไปน้อย ความยาวเส้นของทรงสี่หน้า (e) , ส่วนสูงเอียงของทรงสี่หน้า(s), ความสูงของทรงสี่หน้า(h) และรัศมีของวงกลม (r)
7. ถ้าคุณต้องการสร้างทรงสี่หน้าที่มีความสูง 1.68 เมตร คุณต้องใช้วงกลมที่มีรัศมียาวเท่าใด
8. หาคความยาวของส่วนสูงเอียงและเส้นของทรงสี่หน้า เมื่อทรงสี่หน้ามีความสูง 1.68 เมตร

ภาพประกอบ 17 การหาความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ ของทรงสี่หน้าโดยไม่ต้องใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์

ที่มา : Bergner, Jennifer A; & Groth, Randall E. (2004,December - 2005,January).

Making Mathematical Connections by Constructing Tetrahedra. *Mathematics Teacher*.

98(5): 303.

ตาราง 8 คำตอบของกิจกรรมที่ได้จากภาพประกอบ 14

1. ใช่ โดยการสร้าง	5. $h(r) = \frac{1}{\sqrt{2}}r$
2. $e(r) = \frac{\sqrt{3}}{2}r$	6. r, e, s, h
3. $r(e) = \frac{2\sqrt{3}}{3}e$	7. $1.68\sqrt{2} \approx 2.38$
4. $s(r) = \frac{3}{4}r$	8. 1.78 เมตร , 2.06 เมตร

ที่มา: Bergner, Jennifer A ;& Groth, Randall E. (2004,December - 2005,January).

Making Mathematical Connections by Constructing Tetrahedra. *Mathematics Teacher*.

98(5): 304.

คาบที่ 4 และ 5

สองคาบสุดท้ายเป็นการสร้างทรงสี่หน้าขนาดใหญ่ตามรายละเอียดของงานดังตาราง 4 เราจัดกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 5 คนในการสร้างทรงสี่หน้าขนาดใหญ่ ในการสร้างทรงสี่หน้าขนาดเล็กวาดวงกลมโดยใช้วงเวียน ทรงสี่หน้าที่มีความสูง 1.68 เมตร ต้องใช้วงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.57 เมตร ซึ่งเป็นสิ่งที่ยากในการวาดวงกลมขนาดใหญ่ มีสมาชิกของกลุ่มที่กำหนดขนาดต่างๆ ที่เหมาะสมของทรงสี่หน้าได้ใกล้เคียงความถูกต้องมากที่สุดดังตาราง 9

ตาราง 9 ขนาดต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับทรงสี่หน้าขนาดใหญ่

ความสูงของทรงสี่หน้า	รัศมีของวงกลม	ส่วนสูงเอียงของทรงสี่หน้า	สันของทรงสี่หน้า
1.68 เมตร	2.38 เมตร	1.78 เมตร	2.06 เมตร

ที่มา: Bergner, Jennifer A; & Groth, Randall E. (2004,December - 2005,January). Making Mathematical Connections by Constructing Tetrahedra. *Mathematics Teacher*. 98(5): 304.

โครงการการสร้างทรงสี่หน้าขนาดใหญ่เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนต้องเชื่อมโยงความรู้จากหลายๆ แขนงทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการสร้างทรงสี่หน้า เช่น เรขาคณิต การวัด การวิเคราะห์ข้อมูล และพีชคณิต

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมที่นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากหลายๆ แขนงมาช่วยในการแก้ปัญหา เป็นกิจกรรมที่สามารถลงมือปฏิบัติได้ ครูผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่มและช่วยเหลือกันในการทำงาน นอกจากนี้ครูผู้สอนควรยกตัวอย่างหรือปัญหาที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้เด็กมองเห็นภาพและเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

3.6 การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สสวท. (2546: 18-19) การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละกลุ่มสาระ
2. เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4. เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้โมทัศน์ที่ซับซ้อน

5. สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ

สวท. (2551: 195 -201) กล่าวถึงการประเมินผลที่คำนึงถึงทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การประเมินผลจะต้องมีข้อสอบที่มีลักษณะคำถามแบบเจาะลึกแนวคิด ยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน ครูไม่ควรมุ่งเน้นการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ควรรวมไปถึงการวิเคราะห์ การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยการเลือกข้อสอบที่มีลักษณะคำถามแบบเจาะลึกแนวคิดยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน เช่น ลักษณะคำถามที่ถามว่า เพราะเหตุใด ทำไม อย่างไร สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันอย่างไร ถ้า ... (เปลี่ยนแปลงเงื่อนไขบางอย่าง) แล้ว ... (จะเกิดอะไรขึ้น) หรือ เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร ซึ่งการใช้ลักษณะคำถามดังกล่าวนอกจากจะช่วยให้ครูทราบถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนแล้ว ยังช่วยให้ครูทราบถึงยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้ การอธิบายนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล ตลอดจนการเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย

2. การประเมินผลต้องใช้การสังเกตและการใช้คำถามควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ที่ไม่สามารถระบุเป็นคะแนนได้ ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอแนวคิดของนักเรียน ความเชื่อและเจตคติ ในการสังเกตครูจะต้องจดบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็นก่อนเข้าสู่บทเรียน ครูต้องเลือกประเด็นของสิ่งที่ต้องการประเมินและเตรียมเครื่องมือการประเมินไว้ล่วงหน้า เช่น แบบตรวจสอบรายการ (checking list) แล้วจดบันทึกสิ่งที่สังเกตโดยการทำเป็นเครื่องหมายไว้ และต้องบันทึกทันทีทันใดภายหลังการสังเกต

สำหรับการใช้คำถาม ครูควรเพิ่มคำถามที่เน้นกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเช่น คำถามในลักษณะ “นักเรียนแก้ปัญหานี้อย่างไร” “ใครสามารถคิดหายุทธวิธีหรือวิธีการนอกเหนือไปจากนี้ได้อีก” “นักเรียนคิดอย่างไรกับยุทธวิธีหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่เพื่อนเสนอ”

3. การประเมินผลจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนเขียนอนุทินเพื่อสะท้อนกระบวนการคิด ซึ่งเป็นการให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ หรือได้สะท้อนความรู้สึก ความคิดเห็น ความสนใจของนักเรียนที่มีต่อแนวคิดหรือการดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นั้น วิธีนี้จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความซื่อตรงที่นักเรียนรายงานหรือบันทึกออกมาถึงความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจ และความคิดของนักเรียนเองเกี่ยวกับการทำกิจกรรมที่กำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องเขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้จากการทำกิจกรรมภายหลังที่เสร็จจากการทำกิจกรรมนั้น

4. การประเมินผลจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นระบบและชัดเจน เกณฑ์การให้คะแนนที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันคือ การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric

scoring) ซึ่งเป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากผลงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก มีการกำหนดระดับความพร้อมระบุรายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม

การให้คะแนนแบบรูปรีค เป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพิจารณาและตัดสินระดับความสามารถของนักเรียนด้านความรู้ แนวคิด ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และช่วยให้นักเรียนประเมินผลระดับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเอง แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้ดียิ่งขึ้น

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบรูปรีคที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ

- การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกตและการใช้คำถาม

- การให้คะแนนแบบรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนแบบรูปรีคที่ประเมินผลงานของนักเรียน โดยกำหนดระดับความพร้อม ระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมี เป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่ต้องแยกแยะเป็นด้านๆ จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกตและการใช้คำถาม

อัมพร ม้าคอง (2553: 181) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่ามี 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กันของเนื้อหา สาระ องค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการแสดงความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยง ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นในเรื่องเดียวกันหรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเป็นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสิ่งใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงนั้น ส่วนใหญ่ประเมินการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ และระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งมักจะเกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง

ตัวอย่างการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างการวัดความยาว การวัดพื้นที่ การวัดปริมาตร การวัดน้ำหนัก ที่ตนใช้ในชีวิตประจำวันมาอย่างละ 2 ตัวอย่าง พร้อมทั้งระบุหน่วยการวัดของทุกตัวอย่าง

- ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มโดยใช้แผนที่ประเทศไทยและอุปกรณ์อื่น เช่น ไม้บรรทัด ดินสอ ในการใช้ความรู้เรื่องทศ มาตราส่วน อัตราส่วน หาทิศและระยะทางที่จังหวัด

สำคัญต่าง ๆ ที่อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ รวมทั้งคำนวณเวลาที่จะใช้ในการเดินทาง โดยให้ผู้เรียนกำหนดความเร็วในการเดินทางตามความเหมาะสม

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ประเมินโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric scoring) แบบการให้คะแนนแบบรวม (Holistic scoring)

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

เดริกเซล (Drexel, 1997: 2119A) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างเศษส่วนธรรมดา (Common Fraction) กับเศษส่วนทศนิยม (Decimal Fraction) หรือเศษส่วนที่มีพหุคูณของ 10 เริ่มต้นที่เลือกนักเรียน 9 คนจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนเกรด 6 ที่อยู่ต่างห้องเรียนกันจำนวน 19 คน มาทดสอบความสามารถเชื่อมโยงเศษส่วนธรรมดาและเศษส่วนทศนิยมโดยให้ทำข้อสอบเศษส่วนแบบเขียนตอบและสัมภาษณ์ถึงการเรียนเรื่องเศษส่วนที่ผ่านมาเพื่อให้ทราบระดับความรู้และมโนคติเรื่องเศษส่วนของนักเรียน ปรากฏว่ามโนคติเรื่องเศษส่วนของนักเรียนมีอยู่จำกัดดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้บทเรียน 6 บท ในการปูพื้นฐานมโนคติและทักษะเรื่องเศษส่วน และใช้บทเรียนเพียง 2 บท ในการเชื่อมโยงมโนคติของเศษส่วนและทศนิยมกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากการใช้บทเรียน การสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถบวก ลบ และเปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยมได้ สามารถนำหลักการของเศษส่วนธรรมดาไปใช้กับเศษส่วนทศนิยม และนักเรียนยังสามารถดัดแปลงส่วนจาก 10 และ 100 เป็น 1,000 แต่ยังไม่สามารถแปลงการคูณเศษส่วนมาเป็นการคูณทศนิยมได้ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าความรู้ของนักเรียนยังมีปัญหาในการนำมาใช้ จากการที่นักเรียนสามารถโยงเศษส่วนธรรมดาและทศนิยมมาสัมพันธ์กันได้แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในมโนคติและการดำเนินการในทศนิยม

นัท (Knuth, 2000: 500-508) ได้ศึกษาความเข้าใจในการสร้างการเชื่อมโยงในระบบพีคัดฉากของนักเรียน เนื่องจากการนำเสนอเนื้อหาที่หลากหลายของฟังก์ชันในวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาให้นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวนมากไม่เข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น โดยเฉพาะการเชื่อมโยงระหว่างพีชคณิตและกราฟของฟังก์ชันจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 178 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาแคลคูลัสซึ่งอยู่ในพีชคณิตเป็นปีแรก ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมากกว่า 3 ใน 4 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเลือกทำแบบทดสอบโดยใช้วิธีทางพีชคณิต แม้ว่าการหาคำตอบโดยใช้กราฟของฟังก์ชันจะง่ายกว่าก็ตาม และนักเรียนน้อยกว่า 1 ใน 3 ที่ใช้วิธีของกราฟจะใช้วิธีพื้นฐาน หรือไม่ก็วิธีที่มีทางเลือกอื่นอีก

ลอร์สัน และชินนัพพาน (Lawson; & Chinnappan, 2000: 26-43) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหากับการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนและศึกษาต่อไปถึงตัวชี้วัด

ความสามารถด้านเนื้อหา และการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตกับนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จุดมุ่งหมายในการศึกษา คือ เพื่อให้ข้อมูลกับครูผู้สอนในการหาวิธีสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ที่มีคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ขึ้นเองได้มากกว่าและสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ครูจัดตามแผนการสอนมาสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และตัวชี้วัดความสามารถด้านการเชื่อมโยงมีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาสูงกว่าตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหา

เวินเบิร์ก (Weinberg, 2001: Online) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างเศษส่วนและการหาร สองหัวข้อนี้ได้รับความสนใจมากในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งเกรด 3 และเกรดอื่นๆ ถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการหารและเศษส่วน และทักษะการพิสูจน์เป็นสิ่งที่ยากในการเรียนรู้สำหรับระดับมัธยมศึกษาและยากสำหรับครูในการสอน การศึกษานี้จะค้นหาวิธีการที่จะช่วยให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเศษส่วนและการหาร การศึกษานี้จะช่วยค้นหาตรวจสอบขอบเขตที่นักเรียนควรจะต้องตระหนักรู้ ระบุ และประยุกต์ความคิด รวบยอด ทักษะกระบวนการต่างๆ จากหลายๆ สาขาทางคณิตศาสตร์ในการนิยามเศษส่วนโดยได้ค้นพบในศัพท์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งครูและนักเรียนช่วยกันค้นหาในงานวิจัยทางคณิตศาสตร์ศึกษา ในหนังสือเรียนเพื่อนำเสนอเกี่ยวกับเศษส่วนและการหาร และต้องมีความเข้าใจในความคิดรวบยอดใหม่ ซึ่งรวมทั้งเศษส่วน การหาร และการเชื่อมโยงต่างๆ ทางคณิตศาสตร์

ซาคาเรีย (Zakaria, 2004: 201-208) ได้ศึกษาการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างกระบวนการและการใช้การเชื่อมคำของความคิดรวบยอดนักเรียนในการปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับปริญญาตรี จำนวน 16 คน โดยตรวจสอบกับนักเรียนที่ใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากหลักสูตรเคมี มีบางปัญหาที่ต้องนักเรียนต้องใช้ความสามารถในการเชื่อมโยงสัญลักษณ์สำหรับอนุพันธ์ เครื่องหมายของฟังก์ชันอนุพันธ์ การแปลความหมายจากกราฟ เราพบว่านักเรียนเลือกที่จะจัดความคิดรวบยอดโดยใช้การเชื่อมคำมากกว่ากระบวนการนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนความรู้ทางวิชาเคมี และนักเรียนใช้ความรู้ทางเคมีเพื่อสร้างบริบทการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

เอลลิส (Ellis, 2007: 194A) ได้ทำการวิจัยสืบเสาะความสามารถทางพีชคณิตของนักเรียนในการวางหลักการทั่วไปและการให้เหตุผลซึ่งพวกเขาประสบปัญหาในการสร้างและใช้การวางหลักเกณฑ์ทั่วไปและการพิสูจน์ที่เหมาะสมถึงแม้ว่าจะมีหลักฐานข้อผิดพลาดของนักเรียนเป็นที่รู้จักน้อยเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนเข้าใจทั่วไปและน่าเชื่อถือ งานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางสำหรับนักเรียนเกรด 7 ในการวางหลักการทั่วไปและการให้เหตุผลขณะที่ทำการสำรวจเกี่ยวกับฟังก์ชันเชิงเส้น การวางหลักเกณฑ์ทั่วไปและการพิสูจน์ แบบแผนถูกระบุและถูกจัดหมวดหมู่เพื่อสร้างการเชื่อมโยงระหว่างประเภทของการวางหลักการทั่วไปกับประเภทของการให้เหตุผล การเชื่อมโยงเหล่านี้นำไปสู่การกำหนด 4 วิธีการเปลี่ยนแปลงที่สนับสนุนการมีส่วนร่วมของนักเรียน

- ในรูปแบบที่ซับซ้อนของการให้เหตุผลทางพีชคณิตมากขึ้น คือ 1.การทำซ้ำ/วัฏจักรการสะท้อน
2. จุดเน้นทางคณิตศาสตร์ 3. การวางหลักการทั่วไปที่ส่งเสริมการให้เหตุผลแบบนิรนัย
4. ผลกระทบต่อการให้เหตุผลแบบนิรนัยบนการวางหลักการทั่วไป

งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545: 94-97) ได้พัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ บูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศึกษานารีวิทยา เขตบางบอน กรุงเทพมหานคร จำนวน 45 คน ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 89.84/82.32 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ดังกล่าวหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร แก้วรักษา (2547: 58-59) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนละหานทราย จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 45 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน และหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 82.11/83.59 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แก้วดา เลาหบุตร (2551: 48-50) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นที่เน้นการเชื่อมโยง พร้อมทั้งศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความน่าจะเป็น ที่เน้นการเชื่อมโยง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนสันติราษฎร์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 46 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนเรื่องความน่าจะเป็นที่เน้นการเชื่อมโยง สามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บงกชรัตน์ สมานสินธุ์ (2551: 75-77) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 28 คน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการ

เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ภายหลังการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากรุวรรณ หร่ายเจริญ (2552: 98-100) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีพหุปัญญาที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดเวฬุวนาราม กรุงเทพมหานคร จำนวน 38 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีพหุปัญญา ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีพหุปัญญาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุคนธ์ธา ธรรมพุกโร (2552: 123-125) ได้เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มกับเกณฑ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ รัชดา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่ม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มมีผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่ในเกณฑ์ระดับดี

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีหน้าที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากการที่ผู้เรียนเห็นการเชื่อมโยงต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และการเชื่อมโยงในชีวิตจริง จะทำให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์เห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความสนใจและให้ความสำคัญกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน ส่งผลให้การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนประสบผลที่ดีขึ้น

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนของนักเรียน พบว่า นักการศึกษาหลายท่านได้ใช้คำที่แตกต่างกัน คือ บางท่านใช้คำว่า การเรียนรู้อย่างมีความสุข บางท่านใช้คำว่าความสุขในการเรียนรู้ โดยคำทั้งสองคำนี้มีความหมายคล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยจึงขอใช้คำว่า ความสุขในการเรียนสำหรับการวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้ยังพบว่าความสุขในการเรียน มาจาก ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความสุข ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ทำให้มีเอกสาร และงานวิจัยต่างประเทศน้อยมาก

4.1 ความหมายของความสุขในการเรียน

วรรณิ โสมประยูร (2540: 7) กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความสุขเป็นการเรียนรู้ที่ ผู้เรียนรู้ถือว่าเป็นสิ่งที่น่าอภิรมย์หรือรื่นรมย์มากกว่าการเรียนรู้ที่เป็นภาระที่ขื่นขมหรือไม่น่าพอใจ เป็นการเรียนรู้ในสิ่งที่เด็กชอบหรือสนใจ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2542ก: 9) กล่าวถึง การเรียนรู้อย่างมีความสุขว่าเป็นการจัดการ เรียนในเรื่อง ความดี ความงาม ความจริง ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สมดุล ความสมดุลในกิจกรรม การเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีความสนุกในกิจกรรม มีสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่ไม่ก่อให้เกิด ความเครียด ความตื่นเต้น ความคาดหวังและการเอาชนะ เกิดการเรียนรู้จากกลุ่มเพื่อนและคนรอบ ด้าน มีการช่วยเหลือเอื้ออาทร ร่วมมือร่วมใจ สร้างสรรค์สิ่งดีงามให้กับสังคมและสิ่งแวดล้อม

คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543: 31-32) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความสุข หมายถึง การจัดการเรียนการสอนใน บรรยากาศที่ผ่อนคลาย มีอิสระ ยอมรับความแตกต่างของบุคคล มีความหลากหลายในวิธีการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีประสบการณ์แห่งความสำเร็จและได้พัฒนาตนเองให้เต็มศักยภาพ

จรวรรัตน์ ขวัญรัมย์ (2545: 7) กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความสุขเป็นการเรียน การสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับความรู้ โดยที่ตัวนักเรียนเองมีความสุขในการรับความรู้นั้น ซึ่งเป็น หน้าที่สำคัญของครูที่จะต้องพิจารณาบทเรียนต่างๆ ที่มีทั้งในและนอกหลักสูตร พยายามให้บทเรียน มีความหมาย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

จรัส นองมาก (2547: 78-79) กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความสุข คือการที่ ผู้เรียนมีความพอใจ ผู้เรียนชอบวิชาไหน เขาก็จะเรียนวิชานั้นอย่างมีความสุข ถ้าไม่ชอบวิชาไหน ก็จะไม่เรียนอย่างมีความสุข การสอนให้ผู้เรียนเรียนอย่างมีความสุข ก็คือการสอนที่ทำให้ผู้เรียนชอบ เรียนวิชานั้น โดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย และบูรณาการอย่างเหมาะสมกับระดับความรู้ของ ผู้เรียน ไม่ใช่มุ่งปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้สอนบางคนเข้าใจผิดคิดว่าจะต้องสอนตามใจผู้เรียน ถ้าผู้เรียนจะเล่นก็ปล่อยให้เล่น ผู้เรียนต้องการอะไรก็จัดให้ตามต้องการ หรือแม้กระทั่งการจัด กิจกรรมในห้องที่คิดว่าจะต้องมีสื่อ หรืออุปกรณ์ที่ผู้เรียนจะเล่นไว้มากๆ แต่ละชั่วโมงจะต้องให้ ผู้เรียนทุกคนได้เล่นเกมที่ตนถนัด

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ความสุขในการเรียนหมายถึง การเรียนรู้ที่ผู้เรียนรู้สึกว่าเป็นสิ่งที่น่าอภิรมย์หรือรื่นรมย์มากกว่าการเรียนรู้ที่เป็นภาระที่ขื่นขมหรือไม่น่าพอใจ เป็นการเรียนรู้ในสิ่งที่เด็กชอบหรือสนใจ ภายใต้การจัดการเรียนการสอนในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย มีความหลากหลายในวิธีการเรียนรู้

4.2 ความหมายของความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สายสมร โลหะกิจ (2546: 6) กล่าวว่า ความสุขที่เกิดจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่แสดงออกถึงความตั้งใจ ความสนใจ ความกระตือรือร้นและความพึงพอใจ ขณะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งสามารถวัดได้จากการสังเกต โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน แบบสอบถามนักเรียน แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลงานนักเรียน

สายชล วนาธรัตน์ (2550: 7) กล่าวว่า ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียน โดยนักเรียนได้เรียนรู้ สามารถพัฒนาตนเอง เต็มตามศักยภาพ เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง มีความเบิกบานและเกิดความหวัง เกิดกำลังใจที่จะปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งเกิดจากปัจจัยอันประกอบด้วย นักเรียน ความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรม ทักษะคติที่นักเรียนมีต่อครูผู้สอน ความสัมพันธ์กับเพื่อนและสิ่งแวดล้อม

จากความหมายของความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีอันเกิดมาจากการกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม จากการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การที่นักเรียนมีความรู้สึกดีต่อประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ รู้สึกกระตือรือร้น สนใจ มุ่งมั่น สนุกสนาน อยากทำกิจกรรม อยากร่วมกิจกรรม

ด้านบุคคล หมายถึง ความรู้สึกดีที่นักเรียนมีต่อประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับตนเอง เพื่อนและครูผู้สอน ได้แก่ ดีใจ พอใจ ยินดี ภูมิใจ สนุกสนานที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนและครู และความรู้สึกดีที่ได้อยู่กับเพื่อนและครูผู้สอน

ด้านสภาพแวดล้อม หมายถึง ความรู้สึกดีที่นักเรียนมีต่อสื่อ อุปกรณ์ และสภาพบรรยากาศในห้องเรียน ได้แก่ รู้สึกพอใจที่มีสื่อการเรียนที่เหมาะสม พอใจกับบรรยากาศในห้องเรียนที่ผ่อนคลาย

4.3 ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความสุข

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545: 4-80) มีภารกิจในการพัฒนาแผนการศึกษาของชาติ ตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) จึงได้

นำเสนอทฤษฎี การเรียนรู้อย่างมีความสุขขึ้นมา โดยมีทฤษฎีหลักการแนวคิด และแนวปฏิบัติในการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสุขในการเรียนดังนี้

4.3.1 ทฤษฎีและแนวคิดในการพัฒนาคุณภาพการเรียน

4.3.1.1 สร้างความรักและศรัทธา จะช่วยให้เด็กเกิดความรัก ความสนใจ ต่อบทเรียน ต่อครู และผู้ร่วมเรียน ซึ่งมีองค์ประกอบต่อไปนี้ คือ

- การเรียนบนฐานแห่งความรัก คือการสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน ระหว่างครู และวิชา ครูและนักเรียน ระหว่างครูและตัวครูเอง ระหว่างครูและธรรมชาติของมนุษย์ การให้ กำลังใจและให้โอกาส ยอมรับเด็กในสภาพที่เขาเป็นอยู่ เปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงออก รักษาความ ยุติธรรม จริงใจและอดทน มุ่งมั่นที่จะช่วยเมื่อมีปัญหา แก้ปัญหาอย่างนุ่มนวลด้วยเหตุผลโดยไม่ใช้ อารมณ์ ความเป็นกัลยาณมิตรของครู เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการสร้างเด็กให้เกิดความรักและ ศรัทธา

- บทเรียนที่สนุกและน่าสนใจ จะเป็นสิ่งจูงใจให้เด็กเกิดความกระตือรือร้น สนใจ อยากแสวงหาความรู้ต่อไปอย่างไม่รู้จบ การประเมินการเรียนรู้จะเป็นเครื่องมือที่ทำให้เด็กรู้ว่า ขณะนี้เขาทำได้แค่ไหน กำลังจะทำอะไรต่อไปมากกว่าจะเป็นการขีดค้นความสามารถโดย เปรียบเทียบเอาชนะกับคนอื่น การแข่งขันกันด้วยคะแนนคือความทุกข์ ที่จะต้องเอาชนะ เมื่อชนะ ก็ทุกข์เพราะต้องรักษาตำแหน่งไว้ ส่วนคนที่แพ้ก็ทุกข์

- การส่งเสริมความสนใจ และสร้างความผูกพัน โดยการทำความรู้จักกับ นักเรียน ศึกษาประวัติเป็นรายบุคคล ติดตามถามข่าวในวาระต่างๆ รักษาความลับของนักเรียน เห็นความสำคัญของทุกคน เอาใจใส่ทุกคนอย่างทั่วถึง จริงใจและพร้อมที่จะช่วย อดทนและเสียสละ ใช้คำพูดในเชิงสร้างสรรค์

4.3.1.2 เห็นคุณค่าการเรียนรู้ (Learning Appreciation) การเรียนรู้ของเด็กจะ ประสบความสำเร็จ เมื่อเขาเห็นคุณค่าของการเรียน รู้ว่าเรียนไปทำไม รู้ว่าเรียนไปเพื่ออะไร รู้ว่า เรียนแล้วได้อะไร รู้ว่าเรียนแล้วจะเป็นอะไร รู้ว่าเรียนแล้วจะเป็นอย่างไร เด็กจะเห็นว่าบทเรียนแต่ ละบทมีคุณค่าก็ต่อเมื่อสิ่งที่เขาเรียนนั้น เป็นประโยชน์ และมีความหมายต่อเขา เด็กจะชอบเรียนสิ่ง ที่เขาสนใจ ไม่ยากเกินไป เด็กจะตั้งใจเรียนเมื่อรู้ว่าสิ่งที่เรียนให้ประโยชน์อะไรกับเขาบ้าง โดยมี แนวคิดและแนวดำเนินการดังนี้

- การเรียนที่มีความหมาย ประกอบด้วย เนื้อหาเหมาะกับวัย และความสนใจ เนื้อหากระชับ กระชับ และง่ายต่อการทำความเข้าใจ มีตัวอย่างชัดเจน ระวังให้คิดและติดตาม

- เด็กเปรียบเสมือนเมล็ดพันธ์ที่รอการเติบโต ซึ่งซ่อนไว้ด้วย ความสามารถ พิเศษเฉพาะตัว จุดอ่อนที่ต้องการความช่วยเหลือ ความสนใจและความถนัด ความคิดและจิตใจ ความชอบและความต้องการ

- เด็กจะเกิดความรักและเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน เมื่อ บทเรียนนั้นสัมพันธ์ กับสิ่งที่เคยรู้จักมาก่อน เด็กสามารถนำไปใช้ได้ เนื้อหาของวิชามีความหมายเป็นรูปธรรมใน

จินตนาการของเด็ก เด็กได้ประสบความสำเร็จและมีผลงานเป็นที่ยอมรับ ครูผู้สอนมีเมตตา มีความเป็นกันเองและให้โอกาสเขา

4.3.1.3 เปิดประตูสู่ธรรมชาติ คือการเปิดโอกาสให้เด็กออกไปเรียนนอกห้องเรียน ได้ไปเดินดูต้นไม้ใบหญ้า ได้ไปนั่งกลางแจ้งหรือริมน้ำ เป็นการช่วยให้เขาได้ผ่อนคลายและมีชีวิตชีวามากขึ้น เพราะการนั่งอยู่ในห้องเรียนนานๆ อาจทำให้นักเรียนรู้สึก คับแคบและอึดอัด การออกไปสูดที่โล่งและกว้าง จะช่วยให้เขาเกิดความรู้สึกที่เสรี ไม่กดดันและเป็นธรรมชาติมากขึ้น อากาศที่บริสุทธิ์จะช่วยเรียกความสดชื่นและกระปรี้กระเปร่า ยิ่งเขาได้ใกล้ชิดกับธรรมชาติมากเพียงไร ความรู้สึกอ่อนหวาน ละมุน ละไมจะแทรกเข้ามา ความบริสุทธิ์ สะอาดจะหล่อหลอมเข้ามาในจิตใจเขา สัมผัสอันอ่อนโยน และนุ่มนวลของธรรมชาติ จะดึงเขาออกมาจากความก้าวร้าว และรุนแรง เมื่อเด็กกลับเข้ามาสู่ห้องเรียนอีกครั้ง ความรู้สึกอ่อนโยนนั่นอาจจะยังอยู่ และจะยังอยู่เรื่อยไป ถ้าเขาได้อยู่ในสภาพแวดล้อมเช่นนั้น โดยมีแนวคิดและแนวดำเนินการดังนี้

- บทเรียนในห้องเรียน เพิ่มความน่าสนใจด้วย ป้ายนิเทศที่สะดุดตาและสร้างความคิด สื่อการเรียนที่ตรงจุดประสงค์ กิจกรรมที่หลากหลาย นักเรียนได้สัมผัสและเรียนรู้ด้วยตนเอง

- บทเรียนนอกห้องเรียน จะมาช่วยเสริมการเรียน เพราะได้เปลี่ยนบรรยากาศการเรียน เด็กได้สัมผัสของจริง ไม่ใช่หนังสือหรือภาพ ได้สังเกตและเปรียบเทียบสิ่งที่พบเห็น ได้ข้อคิดที่แตกต่างออกไปจากการเรียนในห้องเรียน โดยการนำธรรมชาติมาเป็นบทเรียนอาจทำได้โดย จัดให้มีการศึกษานอกสถานที่ จัดเรียนกลางสวน ไร่ ไร่ไม้ ไร่หม่อน ไร่ข้าวโพด ไร่ข้าวโพด ไร่ข้าวโพด เฉพาะเรื่องมาสนทนากับนักเรียน เปิดโอกาสให้ชุมชนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้

4.3.1.4 มุ่งมาดและมั่นคง (Willing and firm) การช่วยให้เด็กได้สัมผัสความแตกต่าง การรู้จักตัวเอง รู้จุดดีและจุดด้อยของตน ยอมรับสภาวะแห่งตนไม่ดูถูกตนเอง ไม่โทษคนรอบข้าง ใจกว้างพร้อมจะปรับปรุงแก้ไข รู้จักรับอารมณ์ มั่นใจ และตั้งใจจริงย่อมจะนำความสำเร็จในชีวิตมาให้แก่ตน ซึ่งจะนำไปสู่ความภูมิใจ เห็นคุณค่าตัวเองและไม่คิดว่าชีวิตตัวเองไร้ค่า เห็นประโยชน์จากความต่างนั้นเป็นสิ่งมีคุณค่า หน้าที่สำคัญของครู คือการช่วยให้เด็กรู้จักตนเอง รู้จักอารมณ์ของตนเอง การรู้อารมณ์คือการมีสติจะช่วยให้สามารถปรับอารมณ์ของตนเองให้เหมาะสมได้ดีที่สุด อันจะนำไปสู่การลดความสับสนและเกิดความมั่นใจ เมื่อเราเกิดความมั่นใจ ย่อมกล้าเผชิญสภาวะต่างๆ ได้อย่างมั่นคง มีความแน่วแน่ ในการตัดสินใจ ทั้งยังมีหลักการและเหตุผล พอที่จะแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมกับเวลาบุคคลและสภาพการณ์

4.3.1.5 ดำรงรักษามิตรจิต โดยครูมีส่วนช่วยให้เด็กได้เรียนรู้การอยู่กับเพื่อน ด้วยการจัดกิจกรรมที่เด็กได้มีส่วนร่วมได้รู้จักเพื่อนๆ และขณะเดียวกันก็เรียนรู้วิธีการรักษามิตรภาพต่อเพื่อนๆ เด็กควรจะได้เรียนรู้ว่า คนเราแม้จะคิดต่างกันแต่ถ้ามีจุดหมายปลายทางเดียวกัน ยอมรับฟังกันและกัน ช่วยกันคิด ช่วยกันทำ เห็นความสำคัญของกันและกัน โดยมีแนวคิดและแนวดำเนินการดังนี้

-การมีความรู้สึกที่ดีต่อผู้อื่น ยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคล ยอมรับความคิดและความสามารถของผู้อื่น เข้าใจและเห็นใจผู้อื่น อ่อนโยนและผ่อนปรน รู้จักประมาณตน ไม่มุ่งมันเอาชนะ

-การทำงานร่วมกันโดยไม่มีอคติ มองผู้อื่นในแง่ดี อดทนและอดกลั้น ให้อภัย และให้โอกาส ยอมรับเหตุผลและความเปลี่ยนแปลง นึกถึงตัวเองที่หลัง มีเป้าหมายอันเดียวกัน สร้างสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

-การสื่อความคิดและความรู้สึก สุภาพและอ่อนโยน ใช้คำพูดเชิงสร้างสรรค์ จริงใจและให้เกียรติ ให้กำลังใจแก่กันและกัน สามัคคีปรองดอง

4.3.1.6 ชีวิตที่สมดุล (Equilibrium of life) คือการรักษาชีวิตที่สมดุล ด้วยการปรับตัวเองให้อยู่ในความพอเหมาะพอดี มีการประพฤติปฏิบัติที่ตรงตาม ไม่มากไม่น้อย มีความสำรวมไม่หลงตัวเองขณะเดียวกันก็ไม่ดูถูกตัวเอง หน้าที่ของครูคือ การเปิดโอกาสให้เด็กได้รู้และเข้าใจธรรมชาติของชีวิต และความเป็นไปของโลก ขณะเดียวกันก็ช่วยให้เขารู้จักตัวเอง รู้ความสามารถ รู้จุดอ่อนของตัวเอง รู้จักปรับตัวและรู้วิธีแก้ปัญหาได้อย่างชาญฉลาด และจุดมุ่งหมายของการเรียนที่เด็กควรได้รับคือ การเรียนเพื่อได้รู้ (Learn to know) รู้ให้ชัด รู้ให้กระจ่าง อันเป็นการพัฒนาตนเองในขั้นต้นแล้ว ยังจะต้องเรียนเพื่อให้ทำได้ (Learn to do) รู้จนทำได้ เข้าใจขั้นตอน และฝึกจนเชี่ยวชาญ ขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้คือ เรียนเพื่อให้เป็นอย่างที่คุณชำนาญเป็น (Learn to be) คือรู้ระบบ รู้ขั้นตอน คิดและปฏิบัติอย่างผู้ที่เป็นมืออาชีพ โดยมีแนวคิดและแนวดำเนินการดังนี้

- ความสุขทางใจ จะเกิดขึ้นเมื่อเด็กมีความรัก และเป็นที่ยรัก ได้รับการยอมรับว่ามีความสามารถ ประสบความสำเร็จในสิ่งที่ทำ ได้รับคำชมเชยว่าเป็นคนดี เกิดความรู้สึกว่าตัวเองมีค่า สมหวังในสิ่งที่ปรารถนา

- ความสุขทางกาย เกิดจากความรู้สึกว่าตนเอง ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ มีที่อยู่ที่สงบและสบาย มีอาหารกินโดยไม่หิวโหย มีเครื่องนุ่งห่มและของใช้ไม่ขาดแคลน มีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

4.3.2 องค์ประกอบของการเรียนรู้ที่มีความสุข

4.3.2.1 เด็กแต่ละคนได้รับการยอมรับว่าเป็นมนุษย์คนหนึ่งที่มีหัวใจ และสมอง เด็กเหล่านี้ควรจะมีสิทธิ์ที่จะเป็นตัวของเขาเองที่ไม่เหมือนใคร มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว มีความคิด มีความสนใจ ในสิ่งต่างๆ มีความรู้สึก รัก โกรธ เสียใจ หรือดีใจ เช่นเดียวกับผู้ใหญ่ตัวโตๆ มีความสามารถเฉพาะตัว มีจุดเด่น จุดด้อย ที่แตกต่างไปจากคนอื่นๆ มีสิทธิ์ได้รับการปฏิบัติจากผู้ใหญ่อย่างมนุษย์คนหนึ่ง ที่สำคัญที่สุด คือ เด็กไม่ใช่ทาสรองรับอารมณ์ใคร เขาควรจะได้มีโอกาสเลือกเรียนตามความถนัด และความสนใจของเขา เขาควรจะมีโอกาสเลือกอนาคตของเขาเอง ผู้ใหญ่ไม่ว่าจะเป็นพ่อ แม่ ครู หรือวงศาคณาญาติ ควรจะเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาไม่ใช่ผู้ออกคำสั่ง และให้คำแนะนำไม่ใช่ขังการ การตัดสินใจเลือกการเรียนเพื่อดำเนินชีวิตของเขา ควรจะเป็นสิทธิ์โดยชอบธรรมของเขา

4.3.2.2 ครูมีความเมตตา จริงใจ และอ่อนโยนต่อเด็กทุกคนโดยทั่วถึง มีความเข้าใจในทฤษฎีพัฒนาการตามธรรมชาติของเด็กทุกคน เข้าถึงความรู้สึกละเอียดอ่อน และความฝันอันกว้างไกลของเด็กแต่ละคน และเปิดโอกาสให้เขาได้สานความฝัน และดำเนินไปตามความใฝ่ฝันนั้นจนบรรลุเป้าหมายของชีวิต ครูควรจะให้ความเอาใจใส่ต่อเด็กทุกคนเท่าเทียมกัน ไม่เลือกชั้นวรรณะ ไม่เลือกที่รักมักที่ชัง สม่ำเสมอ มีความยุติธรรมและวางตนเป็นแบบอย่างที่ดี มีอารมณ์มั่นคง สดชื่นแจ่มใส มีสำนึกในการเป็นผู้ให้ มีการเตรียมตัวเพื่อการสอนให้มีคุณภาพอยู่เสมอ มีความเสียสละอดทน มีความมุ่งมั่นที่จะช่วยให้เด็กได้รู้จักตัวเอง รู้จักแก้ปัญหา และเรียนรู้วิธีที่จะนำตัวเองไปสู่ความสำเร็จรุ่งเรืองอย่างมีสติและเพียบพร้อมด้วยคุณธรรม

ครูที่นักเรียนมัธยมศึกษาอยากได้คือ ครูที่มีรสนิยม เข้าสอนตรงเวลาและสม่ำเสมอ เข้าใจนักเรียน เป็นแบบอย่างที่ดี มีคุณธรรม จริงใจกับนักเรียน เห็นนักเรียนเป็นมนุษย์คนหนึ่ง เด็กจะมีความสุขเมื่อได้เรียนกับครูที่เข้าใจเขา ร่วมคิดไปกับเขา และสามารถจูงใจเขาให้ตื่นตัวไปกับบทเรียนแต่ละบท ให้สนุกกับกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ให้เขามีกำลังใจที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ๆ มาแลกเปลี่ยนกัน และให้มีความรักต่อสิ่งที่เรียน ต่อเพื่อน ต่อครู และต่อธรรมชาติที่แวดล้อม ให้มีศรัทธาต่อการดำรงชีวิต และให้รู้จักสร้างคามหวังเพื่ออนาคตของตน เมื่อนักเรียนรู้สึกผิดหวัง ท้อแท้ และหมดกำลังใจ เช่นสอบได้คะแนนไม่ดี ทำงานผิดพลาด โกรธกับเพื่อน หรือถูกกล่าวหาผิดๆ สิ่งที่จะปลอบประโลมจิตใจได้ดีที่สุดคือ ความรู้สึกว่ามีคนเข้าใจ ถ้าเพื่อน ครู และพ่อแม่เข้าใจ นักเรียนจะมีความสุขที่สุด

ครูจึงต้องมีศาสตร์ คือความรู้พื้นฐานในเรื่องต่างๆ มากพอที่จะถ่ายทอดให้เด็กได้ตามวัยของเขา และต้องมีศิลป์ คือวิธีการที่จะถ่ายทอด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาวะและวุฒิภาวะของผู้เรียน ในรูปแบบของกิจกรรมที่หลากหลาย นอกจากนั้นยังต้องมีใจ ที่รักในความเป็นครู รักในสิ่งที่สอน และรักผู้เรียน มีจิตสำนึกในบทบาทและหน้าที่ของตน ครูที่มีคุณภาพ จึงต้องมีคุณสมบัติทั้ง 3 ประการนี้อยู่ในตัว คือ มีศาสตร์ มีศิลป์และมีใจรักในความเป็นครู จึงจะสร้างศรัทธา และทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียน

4.3.2.3 เด็กเกิดความรัก และภูมิใจในตนเอง รู้จักปรับตัวได้ทุกที่ ทุกเวลา รู้จักตนเอง เห็นคุณค่าของชีวิตและความเป็นมนุษย์ของตน รับรู้ความหมายของการมีชีวิตอยู่ ยอมรับทั้งจุดดีและจุดด้อยของตนเอง และคิดหาวิธีปรับปรุงแก้ไขเข้าใจธรรมชาติของความเปลี่ยนแปลงและรู้วิธีปรับตนเองให้อยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ได้โดยไม่เสียสุขภาพจิต รู้จักเกรงใจและให้เกียรติผู้อื่น มีเหตุผล และใจกว้างพร้อมที่จะดำเนินชีวิตในบทบาทของผู้ใหญ่ที่มีความรับผิดชอบ

ความภูมิใจของเราจะเกิดขึ้นเมื่อได้แสดงความสามารถบางสิ่งบางอย่างให้ผู้อื่นได้รับรู้การได้ทำสิ่งที่ตนเองชอบและถนัดและเมื่อประสบความสำเร็จย่อมนำความภาคภูมิใจมาให้ตัวเอง นักกีฬาที่ได้รับเหรียญรางวัล ย่อมภูมิใจในความสามารถของเขาและเกิดกำลังใจที่จะพัฒนาฝีมือของตัวเองให้ก้าวหน้าขึ้นไปอีก งานใดที่เราทำแล้วเกิดความภาคภูมิใจเราก็มักจะรักงานนั้น และอยากทำให้ดียิ่งๆ ขึ้นไปอีก เมื่อเรารักงานนั้น ก็ย่อมรักผู้ร่วมงาน (ซึ่งรวมทั้งตัวเองด้วย) แล้วแผ่ขยายไปถึงผู้อื่น กลุ่มอื่น อยากให้เขาประสบความสำเร็จบ้าง

ภาระอีกประการหนึ่งของครู ก็คือการช่วยให้เด็กได้ค้นพบความสามารถของเขาและเปิดโอกาสให้เขาได้แสดงความสามารถนั้นๆ ออกมา การที่ครูช่วยให้เด็กค้นพบความสามารถของเขาเอง นอกจากจะสร้างความภาคภูมิใจในให้เขาแล้ว ยังช่วยให้เขาได้รู้จักตัวเองมากขึ้น เห็นคุณค่าของตัวเอง และรักตัวเองมากขึ้น เกิดภาพพจน์ที่ดีต่อตัวเอง ในขณะที่เดียวกันก็เกิดความเห็นอกเห็นใจผู้ที่ยังไม่ประสบความสำเร็จ และอยากจะช่วย บางครั้งถึงกับไปทำให้ ซึ่งครูต้องสังเกต และหาทางดึงเขาออกมาเสีย เพื่อให้เพื่อนคนนั้นทำได้ด้วยตนเอง เพราะความภาคภูมิใจถ้ามีมากไปก็เป็นโทษ ทำให้เกิดความหลงตัวเอง และถูกผู้อื่น เช่น เด็กบางคนทำงานตัวเสร็จแล้ว ก็พยายามจะไปช่วยเพื่อน แต่อาจจะมึคำพูดบางคำที่ทำให้เพื่อนท้อแท้ได้ หน้าที่ของครูนอกจากจะสร้างให้เด็กเกิดความรู้สึกที่ดีต่อตนเองแล้ว ยังจะต้องสร้างความรู้สึกที่ดีต่อคนอื่น และสร้างความรู้สึกที่ดีที่คนอื่นมีต่อตนเอง เพื่อว่าเขาจะได้สร้างมิตรภาพกับผู้อื่น รู้จักระมัดระวังคำพูดที่จะทำให้ผู้อื่นเสียใจ หรือไม่สบายใจ คำแนะนำที่อ่อนโยนของครู จะช่วยให้เขาได้คิด และพยายามเลียนแบบ จากนั้นเขาจะค่อยๆ เรียนรู้การปรับตัวให้เข้ากับเพื่อนๆ และกับสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างน่าชื่นชม

4.3.2.4 เด็กแต่ละคนได้มีโอกาสเลือกเรียนตามความถนัดและความสนใจ เพื่อที่จะได้ค้นพบความสามารถของตนเองซึ่งซ่อนเร้นรอการพัฒนาอยู่ มีกำลังใจที่จะต่อเติมความฝันของตนให้สมบูรณ์ ได้รับรู้ว่าวิทยาการแขนงต่างๆ จะเป็นประโยชน์ทั้งนั้น ความถนัดและความสนใจของเด็กแต่ละคนจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม สภาพแวดล้อมโอกาสและจังหวะที่เขาได้รับ ซึ่งจะค่อยๆ แสดงออกมาเมื่อได้รับการสนับสนุน การเปิดโอกาสให้เด็กได้ทำอะไรตามที่เขาชอบ และมีความถนัด เท่ากับเป็นการส่งเสริมศักยภาพที่มีอยู่ในตัวเด็กให้ปรากฏออกมา การปิดกั้นโอกาสของเด็กเหมือนปล่อยให้เพชรอยู่ในตม ไม่มีโอกาสที่จะฉายแวว การจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้เด็กได้เลือกทำตามที่เขาชอบ และสนใจ จะช่วยให้เขาได้พัฒนาตัวเองในด้านนั้นๆ ได้มากขึ้น

4.3.2.5 บทเรียนสนุก แปลกใหม่ จูงใจให้ติดตามและเร้าใจให้อยากค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองในสิ่งที่สนใจ การจัดบทเรียนเพื่อเด็กต้องคำนึงถึงเด็กเป็นส่วนใหญ่ ครูต้องทำโรงเรียนให้เป็นโรงเรียน ไม่ใช่ โรงสอน หรือโรงกวดขัน ที่มีแต่จะทำให้เด็ก เครียด และกังวล เราทุกคนต้องการมีความสุข นักเรียนทุกคนต้องการมาโรงเรียนอย่างมีความสุข ครูทุกคนต้องการช่วยให้นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข ดังนั้นบทเรียนแต่ละบทจึงต้องมีคุณภาพ และผู้สอนมีความสุขร่วมกัน บทเรียนใดที่จูงใจให้เด็กสนใจ รักเรียน อยากรู้เพิ่ม บทเรียนนั้น คือบทเรียนที่มีคุณภาพ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ส่วนเนื้อหา และกิจกรรม

- 1.1 มีความแปลกใหม่ที่น่าตื่นเต้น
- 1.2 เร้าใจให้คอยติดตามไม่อยากขาดเรียน
- 1.3 มีการเชื่อมโยงความรู้จากเก่าไปใหม่
- 1.4 มีกิจกรรมสนุกๆ ไม่น่าเบื่อ

1.5 ตอบสนองความอยากรู้อยากเห็น

2. ส่วนพัฒนาตน

2.1 ขยายวงความรู้ออกไปสู่โลกกว้าง

2.2 จูงใจให้ใฝ่หาความรู้ด้วยตนเอง

2.3 เรียนรู้การทำงานที่สร้างสรรค์

2.4 เรียนรู้วิธีทำงานเป็นกลุ่ม

2.5 ใจกว้าง และรู้จักการยอมรับ

3. ส่วนสร้างเสริมทัศนคติ

3.1 ใฝ่ค้นพบตัวเองและความสามารถของตน

3.2 เข้าใจชีวิตและธรรมชาติตามวัยที่จะรับได้

3.3 เห็นคุณค่าของความเป็นมนุษย์

3.4 รักและเห็นประโยชน์ของการเรียน

ห้องเรียนที่จะให้ความสุขแก่เด็ก จะต้องไม่เป็นห้องที่เด็กถูกขังอยู่แต่ในกรอบสี่เหลี่ยม และหมกมุ่นอยู่แต่กับการเรียน และเรียนตลอดวัน ไม่มีโอกาสได้ออกไปแสวงหาความรู้ นอกห้อง ตลอดเวลาแม้แต่ความเงียบ กับเสียงครู หากครูสามารถดึงความสุขเข้ามาไว้ในห้องเรียน หรือดึงบทเรียนไปไว้ในนอกห้อง ดึงความรู้สึกอยากรีบเข้าห้องเรียน เพราะจะมีสิ่งสนุกๆ รออยู่ บทเรียนแต่ละบท มีสิ่งที่น่าสนใจ มีสิ่งที่น่าตื่นเต้น น่าติดตาม เรียนแล้วสนุก

นอกจากนี้ครูจะต้องปรับเปลี่ยน แนวการประเมินพัฒนาการของเด็กด้วย เพื่อให้เด็กมีความสุขในการเรียน การประเมินพัฒนาการของเด็กในทุกระดับ พุ่งความสนใจไปสู่การสอบ และเน้นด้านวิชาการด้านเดียว จึงเหมือนการประเมินด้านเดียว แต่ด้านอื่นๆ ถูกลดความสนใจลงไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตระหนักในคุณค่าของความเป็นมนุษย์ คุณค่าของวัฒนธรรมประเพณี และศิลปะของความเป็นไทย คุณค่าของความรักและอาทรต่อความเป็นมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญที่สุด คุณค่าและความสามารถของตัวเอง ในการที่จะเกิดความรู้ความคิด รู้จักไตร่ตรอง การควรไม่ควร รู้จักปรับบุคลิกภาพให้สง่างามและเหมาะสม รู้จักวางตัวอย่างถูกกาลเทศะ มีสุนทรียภาพ และเพียบพร้อมด้วยคุณธรรม ฟังตนเองได้ และเป็นที่พักของผู้อื่นได้

ดังนั้นการประเมินพัฒนาการของเด็กแต่ละคนจึงต้องประเมินในภาพรวมของความเป็นเด็กผู้นั้น และประเมินต่อเนื่อง ตั้งแต่แรกเข้าจนวันที่เขาออกจากโรงเรียนไป และจะต้องเป็นการประเมินที่ไม่ทำให้เด็กเกิดความเครียด เพราะเขาได้มีโอกาสประเมินตัวเองด้วยการประเมินผลที่สมบูรณ์ที่สุดคือ การประเมินสองทางคือ ผู้อื่นประเมิน และตัวเองประเมิน และในบางครั้งเพื่อนนักเรียนก็สามารถประเมินกันเองได้ด้วย

4.3.2.6 สิ่งที่เราเรียนรู้สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ไม่จำกัดอยู่เฉพาะในบทเรียน แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ใ้สภาพความเป็นจริง เกิดประโยชน์และมีความหมายต่อตัวเขา การเรียนรู้จากแหล่งต่างๆ ไม่ว่าจะในห้องเรียน หรือนอกห้องเรียน เหล่านี้ ถ้าเด็ก

สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของเขาได้ เขาก็จะเป็นผู้ที่รู้จักดำรงชีวิตอยู่ในโลกนี้ได้ด้วยความสุข

หน้าที่สำคัญของครูคือ จะพิจารณาบทเรียนต่างๆ ที่มีทั้งในและนอกหลักสูตร พยายามให้บทเรียนแต่ละเนื้อหา มีความหมายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการของครูที่จะให้เด็กเข้าใจและช่วยกันค้นหาและสรุปหลักการนำไปใช้ กระบวนการเรียนการสอนจึงเป็นหัวใจของการช่วยให้เด็กได้เรียนรู้ และพัฒนาตัวเองให้เต็มตามศักยภาพที่เขามีอยู่ แต่ละคนจะพัฒนาไปในทิศทางใดขึ้นอยู่กับความสนใจ และความถนัดแต่ประเด็นที่สำคัญที่สุด คือ หลังจากผ่านกระบวนการเรียนที่ครูเตรียมจัดไว้ให้อย่างรอบคอบแล้ว นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดกับทุกๆ ฝ่าย

4.4 องค์ประกอบของความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดสำคัญไว้แตกต่างกันมากมายดังนี้

เลิฟเลส (Loveless. 2006: Online) กล่าวว่าองค์ประกอบที่ทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 3 สิ่งต่อไปนี้คือ

1. นักเรียนมีความภาคภูมิใจในความสามารถของตนเอง
2. นักเรียนมีความสุขในเนื้อหาวิชาที่เรียน
3. นักเรียนเห็นความสำคัญของงานที่ทำในโรงเรียนว่าสัมพันธ์กับการดำเนิน

ชีวิตประจำวัน

วิเศษ ชินวงศ์ (2544: 37-38) กล่าวว่า การทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้ ประกอบด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1. เด็กได้รับการยอมรับในความสามารถ ได้รับการประสบการณ์ของความสำเร็จอยู่เสมอจนเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ได้รับการชมเชย การเสริมแรง การทำงานที่เหมาะสมกับความรู้ความสามารถ ความถนัดจนสำเร็จและเกิดความกล้าแสดงออกในสิ่งที่ดี

2. เด็กได้รับการพัฒนาความสามารถที่มีอยู่อย่างแตกต่างกันเต็มตามศักยภาพ ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจ

3. เด็กได้รับการปฏิบัติอย่างเป็นกัลยาณมิตรจากครูและบุคคลที่เกี่ยวข้อง เด็กจะมีความสุขเมื่อได้เรียนกับครูที่เข้าใจ ร่วมคิดไปกับเขา ให้เขามีกำลังใจที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ๆ มาแลกเปลี่ยนกันและให้ความรักต่อสิ่งที่เรียน ต่อเพื่อน ต่อธรรมชาติ ให้ศรัทธาต่อการดำรงชีวิตและให้รู้จักให้ความหวังในอนาคต

4. เด็กได้รับการจัดบทเรียนที่สนุก น่าสนใจ ชวนให้ติดตาม ตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นมีความแปลกใหม่ ไม่น่าเบื่อ มีการเชื่อมโยงความรู้เก่าไปสู่ความรู้ใหม่ เป็นบทเรียนที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบตนเอง รักและเห็นประโยชน์ของการเรียนรู้

5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเองเพื่อทราบความก้าวหน้าและวางแผนดำเนินการเพื่อเติมเต็มในส่วนที่บกพร่อง

6. การเรียนรู้สิ่งที่มีความหมาย และนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้จากแหล่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน จะมีความหมายและมีคุณค่า ถ้าเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้นั้นๆ ไปใช้ในชีวิตประจำวันและสภาพจริงที่เกิดขึ้นได้

ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ (2544: 94-112) กล่าวว่า องค์ประกอบที่ต้องคำนึงที่เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เด็กเรียนรู้อย่างมีความสุข ประกอบด้วย

1. สุขภาพร่างกายและความปลอดภัยจากยาเสพติด ถ้าเด็กมีสุขภาพร่างกายแข็งแรงจะทำให้มีความสุข แต่ถ้าเด็กป่วยเป็นโรคนบางอย่างที่ทำให้เกิดความเจ็บปวด การรับประทานอาหารให้ถูกสัดส่วนครบถ้วน จะทำให้เด็กได้รับสารอาหารที่จะเป็นต้นกำเนิดของสารเคมีในสมองได้อย่างครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์ ความปลอดภัยจากยาเสพติด ซึ่งให้เหินว่าบทบาทของพ่อแม่และครูมีความสำคัญอย่างมากต่อการติดยาเสพติดของเด็ก เด็กที่มีความสัมพันธ์ที่ดีและแนบแน่นกับพ่อแม่และครู จะมีโอกาสติดยาเสพติดน้อยกว่าเด็กที่มีปัญหาความสัมพันธ์กับพ่อแม่และครู เพราะความสัมพันธ์ที่ดีจะทำให้เด็กมีความสุขจึงไม่ต้องแสวงหาความสุขจากยาเสพติด การที่พ่อแม่และครูให้ความรัก ความเข้าใจ ความใส่ใจและความเอื้ออาทรก็เป็นการเพิ่มความสุขลดความทุกข์ในชีวิตเด็ก

2. ภาวะทางจิตใจ ความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ การที่เด็กจะเรียนรู้อย่างมีความสุขได้นั้น เขาจะต้องไม่เกิดความเบื่อหน่าย เพราะหากเด็กเกิดความเบื่อหน่าย เกิดความรู้สึกว่าจำเป็นที่จะต้องเรียนหรือรู้สึกว่าคุณบังคับให้เรียน จะทำให้ไม่เกิดความสุข เพราะความจำเป็นที่จะต้องเรียนหรือรู้สึกว่าคุณบังคับให้เรียน เช่น ถูกบังคับให้เรียนพิเศษ ถูกบังคับให้ท่องจำ จะก่อให้เกิดความเครียดและฮอร์โมนเครียดคอร์ติซอลก็จะหลั่งออกมา ขณะเดียวกัน เรโซโดนินก็จะลดลง ซึ่งจะทำให้เกิดความเครียดและตามมาด้วยอารมณ์ซึมเศร้า และจะไปมีผลทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ลดลง แต่ถ้าหากเด็กมีความรู้สึกไม่ได้ถูกบังคับให้เรียนแต่เด็กอยากเรียนเพราะว่าเด็กอยากเรียนรู้จะทำให้เด็กกระตือรือร้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารเคมีในสมองขึ้น ทำให้สนใจไขว่คว้าอยากจะเรียนรู้ เพราะฉะนั้นหน้าที่สำคัญของครู คือ พยายามให้เด็กเกิดความสนใจโดย

ประเด็นที่ 1 ครูต้องกระตุ้นให้เด็กเกิดความสนใจในสิ่งที่จะต้องศึกษา หรือสิ่งที่มีอยู่ในหลักสูตร เช่น วิชาการในห้องเรียนที่สามารถทำให้เด็กมีความสุขและอยากเรียนรู้ได้ โดยการเชื่อมโยงสัมพันธ์วิชาการนั้นให้เข้ากับการดำเนินชีวิตประจำวันและนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ เช่น ต้องรู้เลขคณิตเพราะว่าต้องไปจ่ายตลาด

ประเด็นที่ 2 ครูต้องใช้จิตวิทยาในชั้นเรียนที่จะช่วยให้เด็กเรียนอย่างมีความสุข สิ่งที่จะทำให้เด็กมีความสุขคือความคิดในทางบวก และการที่เด็กจะมีความคิดในทางบวกได้ คือเด็กจะต้องมีความรู้สึกว่าเขาสามารถจะทำได้ เขามีความเชื่อมั่นในตัวเองว่าเขาเป็นคนที่มีความสามารถ นั่นคือครูให้เด็กมีโอกาสคิดเอง ทำเอง แก้ปัญหาเอง นอกจากนี้จิตวิทยาของครูก็คือคำพูดของครูนั่นเอง เช่น หากว่าเด็กทำงานไม่ได้ตามที่ครูคาดหวัง และถูกดุถูกว่า เด็กจะรู้สึกตัวเขา

ไม่มีความสามารถเลย ทำให้เขาไม่เก่ง ไม่ฉลาด ซึ่งความรู้สึกแบบนี้จะทำให้ระดับของสารเคมีในสมองแปรเปลี่ยนไป สารเคมีที่เกี่ยวข้องกับการมีความสุขจะลดลง ส่วนสารเคมีที่เกิดจากความเครียดจะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะไปสกัดกั้นการทำงานของเซลล์สมองทำให้ลดความสามารถที่จะเรียนรู้ได้

ประเด็นที่ 3 การเรียนรู้อย่างมีความสุขต้องคำนึงถึงระเบียบวินัยในชั้นเรียน การที่เด็กมีอิสระทางความคิด มีความคิดเป็นของตัวเองสามารถที่จะเสนอแนวคิดกับผู้ใหญ่กับเพื่อนๆ นั้นเป็นสิ่งที่ดี ไม่จำเป็นที่เขาจะต้องวิ่งไปทั่วห้องเพื่อที่จะให้เกิดความคิด แต่ขณะเดียวกันไม่เชื่อว่าจะต้องนั่งนิ่งอยู่ในห้องติดกับโต๊ะ ขยับไม่ได้ เดินไม่ได้ พูดไม่ได้ การมีระเบียบวินัยในที่นี้ หมายความว่า ถ้าหากว่าในชั้นเรียน เพื่อนๆ แบ่งกลุ่มกันเพื่อทำกิจกรรม แต่ละคนก็ออกไปอยู่ในกลุ่มทำกิจกรรม เดินเข้ากลุ่มทำกิจกรรมได้ แต่ไม่ใช่ว่าขณะที่เพื่อนๆ ในกลุ่มกำลังทำกิจกรรม ตัวเขาเองจะออกไปเดินนอกห้อง หรือถ้าหากว่าทำกิจกรรมเสร็จแล้ว เพื่อนแต่ละกลุ่มจะต้องมานำเสนอหน้าชั้นเรียนในขณะที่เพื่อนคนหนึ่งกำลังนำเสนอ คนอื่นๆ ก็ไม่ควรจะพูดเสียงดัง เพราะถือว่าไม่เคารพสิทธิของคนอื่น นอกจากนี้การมีระเบียบวินัยในชั้นเรียนคือการมีความรับผิดชอบ และมีระเบียบวินัยกับตนเอง เป็นสิ่งที่สำคัญมากที่จะทำให้คนๆ นั้นประสบความสำเร็จในชีวิต การเรียนรู้ก็จะดีขึ้นด้วย เพราะถ้าหากต้องวิ่งเข้าวิ่งออก วิ่งวุ่นในห้อง คงจะทำให้การเรียนรู้ไม่ต่อเนื่อง และไม่สามารถประสบความสำเร็จได้

นอกจากนี้ในการสร้างอารมณ์ที่เป็นสุข การควบคุมอารมณ์ก็เป็นสิ่งสำคัญ (EQ: Emotional intelligence) หรือการพัฒนาความสามารถในการควบคุมอารมณ์ เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การเรียนรู้มีความสุข ทำให้การศึกษามีความสุข ทำให้ห้องเรียนมีความสุข ครูสามารถที่จะพัฒนาอารมณ์ของเด็กๆ ได้ การที่ครูให้กำลังใจเด็กในสิ่งที่เขาทำถูกต้อง หรือถ้าหากว่าเขาทำงานเสร็จทัน หรือถ้าเขาช่วยเหลือครู ถ้าครูขอบคุณเขา เขาก็จะเรียนรู้ที่จะขอบคุณเพื่อนเช่นเดียวกัน เมื่อมีเพื่อนช่วยเหลือเขา เมื่อครูทำผิดโดยบังเอิญและรู้จักขอโทษเด็ก เด็กก็จะเรียนรู้ที่จะขอโทษเช่นเดียวกัน ฉะนั้นการกล่าวขอบคุณและขอโทษซึ่งกันและกันผู้ใหญ่ก็สามารถที่จะทำกับเด็กได้ และเด็กก็สามารถที่จะทำกับผู้ใหญ่ได้ เป็นการเรียนรู้อีกแบบหนึ่งที่ทำให้สังคมห้องเรียนเกิดความสุขสร้างสิ่งแวดล้อมที่มีความสุข

3. กระบวนการศึกษา โดยเฉพาะการประเมินผล กระบวนการศึกษาสามารถก่อให้เกิดความทุกข์ได้ เช่น การจัดอันดับในห้องเรียน การที่นำการประเมินผลมาเปรียบเทียบกับเด็กคนอื่นได้ทีหนึ่งและเด็กคนนั้นได้ทีโหลทำให้เกิดความรู้สึกไม่ดีไม่ได้เป็นการพัฒนาให้เกิดความสุขในตัวเด็ก และไม่ได้ทำให้เกิดความสุขในชั้นเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545: 31-80) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการเรียนที่มีความสุขไว้ดังนี้ (ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความสุข)

1. เด็กแต่ละคนได้รับการยอมรับว่าเป็นมนุษย์คนหนึ่งที่มีหัวใจ และสมอง
2. ครูมีความเมตตา จริงใจ และอ่อนโยนต่อเด็กทุกคนโดยทั่วถึง
3. เด็กเกิดความรัก และภูมิใจในตนเอง รู้จักปรับตัวได้ทุกที่ ทุกเวลา
4. เด็กแต่ละคนได้มีโอกาสเลือกเรียนตามความถนัดและความสนใจ

5. บทเรียนสนุก แปลกใหม่ จูงใจให้ติดตามและเร้าใจให้อยากค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองในสิ่งที่สนใจ

6. สิ่งที่เราเรียนรู้สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จิตติยา อัลลิตรีลี (2552: 168) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สามารถส่งเสริมความสุขในการเรียนของนักเรียนประกอบด้วย 6 ด้านดังนี้

1.ด้านการมีครูดี คือ ครูเป็นบุคคลที่มีเหตุผล เป็นบุคคลที่เข้าใจนักเรียนง่าย มีจิตใจดี มีวิธีการอธิบายอย่างง่ายๆ ให้นักเรียนเข้าใจ มีการรับฟัง ความคิดเห็นของนักเรียน เอาใจใส่ต่อนักเรียนทุกคนอย่างทั่วถึง มีอรรถาธิบายสอนโดยใช้สื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ สอนอย่างสนุกสนานและไม่เครียด ครูมีความรักให้กับนักเรียนมีกริยาวาจาไพเราะ ไม่หน้าบึ้งเวลาสอน มีเทคนิคการสอนที่ดึงดูดความสนใจแก่นักเรียน มีการแนะนำการแก้ปัญหาต่างๆ ให้กับนักเรียนยิ้มแย้มแจ่มใสในการสอน ครูไม่ดุจนเกินไป มีความสามารถในการสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียน รับฟังเหตุผลของนักเรียน มีความสนิทสนมกับนักเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม มีจิตวิทยาในการสอน ไม่พูดประชดนักเรียน สอนเก่ง มีวาทศิลป์ มีความเอาใจใส่นักเรียน มีเทคนิควิธีการสอนที่น่าสนใจ ประพฤติตัวเป็นกลาง ครูเป็นคนสนุกสนานและมีอารมณ์ขันไม่สอนแต่ในตำรา แต่หาเนื้อหาจากหลายๆ แหล่ง สอนเนื้อหาที่หลากหลาย ไม่ใจร้อนหรืออู้อ้อ สามารถประยุกต์การสอนเรื่องที่ยากให้น่าสนใจได้ มีการนำเสนอข่าวสารที่ทันสมัยให้กับนักเรียนตลอดเวลา ให้กำลังใจนักเรียนอยู่เสมอ เก็บรักษางานที่นักเรียนส่งเป็นอย่างดี มีความสามารถดักเตือนนักเรียนโดยไม่ทำให้นักเรียนกอดตัน มีความเป็นกันเองกับนักเรียน สอนแบบมีชีวิตชีวาน่าสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ไม่พูดกระทบกระเทือนพาดพิงพ่อแม่ผู้ปกครอง สามารถสร้างทัศนคติที่ดีด้านการเรียนให้แก่นักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออก มีความสามารถในการผ่อนคลายความเครียดให้กับนักเรียนได้ สามารถให้คำปรึกษาแก่นักเรียนได้ ไม่ขี้บ่น ไม่หงุดหงิดหรือการบ้านมากเกินไปเพราะจะทำให้นักเรียนเครียด มีการสอนโดยสอดแทรกคติเตือนใจเป็นบางโอกาส มีการวัดและประเมินผลที่ถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผล มีทักษะในการสื่อสารและมีความสามารถในการถ่ายทอดเนื้อหา ครูออกข้อสอบตรงตามเนื้อหาที่สอน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง มีการส่งเสริมนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ ครูกิจกรรมนอกบทเรียน ครูสอนเรื่องที่นักเรียนชอบ ครูสามารถตอบคำถามนักเรียนได้ เข้าใจความคิดและอารมณ์ของนักเรียน มีเกมสนุกๆ ให้เล่นอย่างสม่ำเสมอ มีการสอนโดยใช้แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการสอนโดยใช้การร้องเพลงบูรณาการกับเนื้อหา ครูสามารถจดจำชื่อนักเรียนได้ทุกคน และโรงเรียนมีการส่งเสริมกิจกรรมทางด้านศาสนา

2.ด้านการมีครอบครัวอบอุ่น คือ พ่อแม่สามารถเป็นที่ปรึกษาให้กับลูกได้ ให้ความรักและเอ็นดูลูก รับฟังความคิดเห็นของลูกให้ความเข้าใจแก่ลูก สามารถพูดคุยแลกเปลี่ยนกันเองกับลูก เอาใจใส่ในตัวลูก ให้ความสำคัญกับลูกทุกคนในบ้านอย่างเท่าเทียมกัน ใช้เหตุผลมากกว่าใช้อารมณ์ ครอบครัวมีความอบอุ่นสามัคคีกัน พูดจาไพเราะกับลูก ช่วยแนะนำเกี่ยวกับการเรียนได้ ปลุกฝังให้ลูกมีระเบียบวินัย สนับสนุนเงินทุนในการซื้อหนังสือหรือสื่อต่างๆ อย่างเต็มตามศักยภาพ

ส่งเสริมให้ลูกมาโรงเรียน มีการอบรมลูกในด้านต่าง ๆ มีบรรยากาศที่บ้านน่าอยู่ ครอบครัวให้กำลังใจในการเรียน สมาชิกในครอบครัวรู้จักหน้าที่ของตนเอง พ่อแม่มีเวลาให้กับลูก ครอบครัวมีความรักใคร่ปรองดองกัน ผู้ปกครองอนุญาตให้ลูกทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเหมาะสม พ่อแม่สามารถสอนการบ้านให้ลูกได้ ไม่พูดคุยกับลูกด้วยน้ำเสียงที่รุนแรง มีความเข้าใจวัยรุ่น พ่อแม่ไม่ทะเลาะกัน พ่อแม่เป็นคนใจดีไม่ดุ พ่อแม่ไม่ดูต่ำว่ากล่าวในสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้นเพราะจะทำให้ลูกเก็บกด มีกิจกรรมที่ทำร่วมกับลูกเป็นประจำ มีการสนับสนุนในสิ่งที่ลูกชอบ และพ่อแม่ถามการบ้านในแต่ละวันกับนักเรียน

3. ด้านการมีชุมชนที่สงบสุขและสนับสนุนทางการศึกษา คือ ชุมชนมีทุนการศึกษาให้แก่ผู้ยากจน มีที่อ่านหนังสือในชุมชน ชุมชนมีสถานที่ออกกำลังกายอย่างพอเพียง มีห้องสมุดในชุมชนเพื่อการศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ ชุมชนมีการใส่ใจเยาวชนอย่างทั่วถึง มีแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย ชุมชนมีการสนับสนุนนักเรียนที่เรียนดี มีกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนไม่หลงผิด มีภูมิทัศน์ที่ดี มีการส่งเสริมให้เยาวชนเรียนในชั้นสูง ๆ ชุมชนมีอากาศบริสุทธิ์ ชุมชนไม่มีการพนัน ยาเสพติดหรืออบายมุขต่าง ๆ สมาชิกในชุมชนมีความปรองดองสามัคคีกัน สภาพแวดล้อมของชุมชนไม่เสียงดังหรือแออัดมากเกินไป ทำให้ไม่รบกวนการอ่านหนังสือของนักเรียน มีกิจกรรมร่วมระหว่างชุมชนกับโรงเรียน ชุมชนมีการส่งเสริมด้านการกีฬา ชุมชนไม่มีการทำร้ายหรือฆ่ากัน บรรยากาศในการเรียนรู้มีอากาศบริสุทธิ์และไม่ร้อน ในสังคมไม่มีการประทุวง ชุมชนมีการเปิดสอนพิเศษหรือติววิชาต่าง ๆ การมาโรงเรียนมีการคมนาคมสะดวก การดำเนินชีวิตประจำวันมีความปลอดภัย ชุมชนมีการส่งเสริมสนับสนุนเรื่องการศึกษา ชุมชนปลอดภัยจากสิ่งผิดกฎหมาย ชุมชนมีความสงบสุข และไม่มีสถานการณ์ความรุนแรงใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

4. การมีโรงเรียนน่าอยู่และน่าเรียน คือ โรงเรียนมีสนามกีฬาสำหรับออกกำลังกายได้อย่างเพียงพอ มีแบบเรียนที่มีมาตรฐานและทันสมัย มีห้องสมุดน่าอ่านและมีหนังสือเพียงพอ มีเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น Internet ที่เพียงพอ มีทุนการศึกษาให้นักเรียนอย่างเพียงพอ มีห้องวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ให้ทดลองอย่างเพียงพอ มีห้องปฏิบัติการที่เพียงพอ มีสภาพแวดล้อมหรือมุมต่าง ๆ ที่น่าเรียน โรงเรียนมีนโยบายให้นักเรียนฟังเพลงในห้องเรียนในเวลาว่างได้ มีบริเวณสำหรับพักผ่อนเพียงพอ มีห้องน้ำที่สะอาด มีห้องปฏิบัติการการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ มีพัดลมหรือเครื่องปรับอากาศ มีที่นั่งอ่านหนังสือเพียงพอ มีพื้นที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างเต็มที่และเพียงพอ มีสภาพแวดล้อมที่ดี มีสื่ออุปกรณ์ที่เอื้อต่อการเรียนการสอนหรือสิ่งของอำนวยความสะดวกในห้องเรียน เช่น โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น มีห้องเรียนที่ตกแต่งสวยงามและเป็นธรรมชาติ โรงเรียนมีการจัดกิจกรรมนันทนาการเพื่อผ่อนคลายความเครียด โรงเรียนมีภูมิทัศน์สวยงาม มีต้นไม้ร่มรื่น โรงเรียนมีอาหารอร่อยถูกสุขอนามัย มีการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน มีสื่อการสอนที่หลากหลายและน่าสนใจ มีโครงการส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนในทุกๆ ด้านของนักเรียน มีการตรวจสอบสุขภาพของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ มีแหล่งค้นคว้าหาความรู้ที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เอง โรงเรียนสะอาด โรงเรียนมีการจัดโครงการทัศนศึกษานอกสถานที่ในโอกาสที่เหมาะสม บริเวณหน้าห้องเรียนมีบรรยากาศที่สดชื่นผ่อนคลาย โรงเรียนมี

การเอาใจใส่และดูแลนักเรียนอย่างทั่วถึง ห้องเรียนสะอาด บรรยากาศในห้องเรียนมีความ สะดวกสบาย โรงเรียนมีการสอนซ่อมเสริมนักเรียนที่เรียนอ่อน มีมาตรฐานในการดูแลและควบคุม ความประพฤติกับนักเรียนที่ไม่มีระเบียบวินัย โรงเรียนไม่มีการจัดวิชาที่ยาก ๆ ในช่วงบ่าย มีกิจกรรมชุมนุมหรือกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนเลือกเรียนอย่างหลากหลาย โรงเรียนมีการให้เกียรติ บัณฑิตเพื่อให้กำลังใจแก่นักเรียน และโรงเรียนไม่มีแหล่งอบายมุข

5. ด้านการเป็นนักเรียนดี คือ นักเรียนมีความขยันหมั่นเพียร ตั้งใจเรียน มุมนานะ พากเพียร นักเรียนใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ในการอ่านหนังสือ มีความกระตือรือร้นในการเรียน เชื่อฟังคำสั่งสอนของครู มีสมาธิในการเรียน มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน มีการแบ่งเวลาในการทำ กิจวัตรประจำวัน มีความกล้าแสดงออก เรียนอย่างมีเป้าหมายและรู้จุดหมายในการเรียนของตนเอง นักเรียนส่งการบ้านตรงเวลา นักเรียนชอบในวิชาที่เรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน รู้หน้าที่ของตนเอง นักเรียนเป็นคนมองโลกในแง่ดี มีการพักผ่อนอย่างเพียงพอ มีอิสระในการ เรียนรู้ และนักเรียนรับประทานอาหารเช้าก่อนเรียน ทำให้ไม่กังวลเรื่องความหิว

6. ด้านการมีเพื่อนดี คือ มีเพื่อนที่สามารถเป็นที่ปรึกษาได้ มีเพื่อนที่สามารถ ดักเตือนกันและกันได้ มีเพื่อนที่ให้ความรักให้กับนักเรียน มีเพื่อนที่สามารถอธิบายการบ้านหรือสอน ในสิ่งที่ไม่เข้าใจได้ มีเพื่อนที่สามารถช่วยเหลือในการเรียนการทำงานและทุก ๆ เรื่อง มีเพื่อนเป็นคน ไม่เครียดและสนุกสนาน มีเพื่อนที่ตั้งใจศึกษาเล่าเรียน มีเพื่อนที่นิสัยดี มีเพื่อนในห้องเรียนที่มีความ สามีคึกกัน มีกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเพื่อน และมีกิจกรรมยามว่างที่ดีกับเพื่อน ๆ เช่น ดิวหนังสือ เป็นต้น

สรุปได้ว่าองค์ประกอบที่ทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การยอมรับในความสามารถของเด็ก การปฏิบัติตัวอย่างเป็นกัลยาณมิตรของครู ครูมีความรักความ เมตตา จัดบทเรียนที่สนุก น่าสนใจ ไม่น่าเบื่อ กระตุ้นให้เด็กเกิดความสนใจในสิ่งที่จะเรียน การเรียนในสิ่งที่มีความหมายและนำไปใช้ประโยชน์ได้ เด็กเกิดความภูมิใจในตัวเอง มีการ แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างเพื่อนนักเรียน และมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย

4.5 แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จรรยาวัตรณ์ ขวัญรัมย์ (2545: 8-12) เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ให้มีความสุข ไว้ดังนี้

1. สอนจากเรื่องง่าย ๆ ไปหาเรื่องยาก ในการสอนแบบนี้ทำให้นักเรียน รู้จัก เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากกลุ่ม หรือคนที่มีความสามารถในการเรียน ทำให้เข้าใจบทเรียน หรือเนื้อหา การเรียนได้ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขจัดปัญหาใน การเรียนคณิตศาสตร์ที่ว่านักเรียนไม่เข้าใจได้ เพราะนักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหา การเรียนได้ทุกเนื้อหา เช่น การเรียนเรื่อง “การคูณ” ก็ให้นักเรียนมีความเข้าใจ คุณเป็นแล้ว ก็เพิ่มจำนวนเป็นการคูณเลข 2 หลัก ฯลฯ

2. สอนให้สนุก ไม่น่าเบื่อ ในหัวข้อนี้สำคัญมาก สำหรับครูผู้ทำการสอนในวิชา

คณิตศาสตร์ เพราะว่าจะไม่ประสบความสำเร็จในการสอนเลย ถ้านักเรียนของท่านเบื่อหน่ายต่อการเรียนวิชาของครู หมายความว่านักเรียนจะไม่ให้ความสนใจกับกิจกรรมที่ครูจัดให้เขาเกิดการเรียนรู้เลย จึงไม่เกิดพฤติกรรมในการเรียนรู้ วิธีสอนคณิตศาสตร์ให้สนุกสนานมีหลายวิธี เช่น การเล่นเกม การทายปัญหา การสอนแบบให้นักเรียนแข่งขันกัน ใช้สื่อประกอบการสอนทุกครั้ง ให้นักเรียนมีส่วนในการคิดเกมหรือกิจกรรม และมีอีกหลายวิธีที่จะให้นักเรียนสนุกสนานในการเรียนคณิตศาสตร์

3. ส่งเสริมกระบวนการคิด ในแนวทางการสอนตาม พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ครูต้องสอนนักเรียนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ครูเป็นเพียงผู้ช่วยเท่านั้น ดังนั้น บทบาทส่วนมากจะเป็นตัวนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมเกือบทั้งหมด นักเรียนต้องวางแผนคิดหาวิธีการปฏิบัติงานต่างๆ ตามที่กลุ่มเห็นชอบ ดังนั้น การส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะให้เขาสามารถดำรงตนอยู่ในสังคมได้

4. สอดคล้องธรรมชาติ ครูสอนคณิตศาสตร์ ต้องพยายามฝึกให้นักเรียนเรียนจากสิ่งที่พบเห็นได้ตามธรรมชาติ นักเรียนจะชอบเรียนเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเขามากกว่า สิ่งที่เขาไม่ได้สัมผัสหรือไม่เคยรู้จักมาก่อน ดังนั้น การตั้งโจทย์ปัญหา จึงควรนำสิ่งที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนมาใช้ให้มากที่สุด พยายามยกโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และวัยของนักเรียน ให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ธรรมชาติเป็นห้องเรียนบ่อยๆ จึงช่วยทำให้นักเรียนชอบเรียนคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

5. กิจกรรมหลากหลาย พยายามจัดกิจกรรมการเรียน ให้นักเรียนได้กระทำหลายๆ รูปแบบ โดยให้สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน พยายามจัดกิจกรรมที่สื่อในเนื้อหาที่เรียนได้มาก และจดจำได้เป็นอย่างดี กิจกรรมที่ควรจัดให้นักเรียน เช่น การเรียนแบบศูนย์การเรียน บทเรียนสำเร็จรูป การแสดงบทบาทสมมติ การทดลอง การเรียนแบบมาตรฐานการเรียน การปั้นรูปทรงการวาดภาพประกอบ การอภิปราย การค้นคว้ารายงาน การทำโครงการ ฯลฯ

6. สื่อการสอนเข้าใจ สื่อมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เพราะเป็นสิ่งกระตุ้นและเร้าความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาได้มากกว่าที่ครูบอก ทำให้การเรียนกระชับหรือสั้นลงมาก ช่วยผ่อนแรงในการสอนของครู สื่อการสอนที่ดีจะมีวิธีใช้ง่ายและสะดวกไม่ซับซ้อน (นักเรียนใช้ได้ด้วยตนเอง) ปลอดภัย ยั่วยุให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น

7. ประเมินผล ที่มุ่งเน้นพัฒนามากกว่าทดสอบทางวิชาการ การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน จะทำไปตลอดเวลาเพื่อต้องการทราบการเปลี่ยนแปลง หรือการพัฒนาความรู้ของนักเรียน เช่น การทำใบงานเพื่อเก็บใบแฟ้มสะสมงาน ครูประเมินผลการเรียนของนักเรียนทุกกระยะที่มีกิจกรรมการเรียน นอกจากนี้ก็ใช้วิธีสังเกต การจัดลำดับคุณภาพ การตอบคำถาม การสนทนา การเขียนเรื่องสั้น การปฏิบัติ ฯลฯ

เนื่องจากการประเมินผลเพื่อการพัฒนาเป็นการประเมินผลนักเรียนเป็นรายบุคคล บางครั้งสิ่งที่จัดให้เป็นกิจกรรมของนักเรียนอาจมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพของนักเรียนแต่ละคน ครูอาจจะเหนื่อยและยุ่งยากบ้างในระยะเริ่มต้น หรือระยะแรกๆ แต่จะเป็นผลดีมากต่อตัว

นักเรียน การประเมินผลที่มุ่งเน้นพัฒนาจะไม่ทำให้นักเรียนเกิดความเครียด สามารถประเมินผลได้ตรงกับสภาพที่แท้จริงมากที่สุด ตัวครูเองจะสามารถให้ความช่วยเหลือในส่วนที่นักเรียนเกิดปัญหาให้สามารถแก้ปัญหาได้ทันที่ แล้วนักเรียนก็สามารถเรียนรู้ในเรื่องต่อไป ที่เกิดจากการเชื่อมโยงเรื่องเดิมได้ ทำให้ลดปัญหาทางการเรียนการสอน

สุภาภรณ์ แก่นทอง (2545: 17-18) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. สร้างบรรยากาศในห้องเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ สีสันสดชื่น สบายตา ห้องเรียนมีอากาศปลอดโปร่ง สวยงาม นักเรียนรักเพื่อนในชั้นเดียวกัน พูดคุยกันอย่างเป็นกันเอง เมตตา อ่อนโยน และจริงจัง

2. ทักษะที่ดีต่อตัวครู ให้ความรักและความเข้าใจ โดยการศึกษาเด็กเป็นรายบุคคล เป็นกัลยาณมิตรที่ดีต่อตัวนักเรียนอย่างจริงจัง คือ หนทางที่นำไปสู่การจัดการกิจกรรมที่หลากหลาย

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เริ่มจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องที่ยาก อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน โดยนักเรียนและครูร่วมกันกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายสนุกสนาน ไม่กดดัน เน้นธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตัวนักเรียนเป็นสื่อ

4. ใช้กิจกรรมกลุ่มแบบร่วมกันสร้างความรู้ และรับผิดชอบร่วมกันโดยกำหนดสถานการณ์ ใบงาน ที่ฝึกกระบวนการคิด สร้างชิ้นงานในสมุดเล่มใหญ่ และร่วมกัน สรุปเป็นความรู้สู่กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

5. สอดแทรกคุณธรรม และจริยธรรม จากการเรียนคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ

6. นำความรู้จากกลุ่ม มาสร้างเป็นกรอบความคิด และแบบฝึกตนเอง

7. นำเนื้อหาวิชาสร้างเสริมลักษณะนิสัย และกลุ่มการทำงานและพื้นฐานอาชีพ โดยนำมาบูรณาการเชื่อมโยงสู่เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในลักษณะกิจกรรมที่หลากหลาย และสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำไปสู่โครงงานคณิตศาสตร์

8. ฝึกทักษะการคิดอย่างสม่ำเสมอ

9. ประเมินผลจากชิ้นงาน ตั้งแต่ต้นจนตลอดเทอม คำหนึ่งถึงสภาพจริง และศักยภาพแต่ละบุคคล

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือ สอนจากเรื่องง่าย ๆ ไปหาเรื่องยาก สอนสนุก ไม่น่าเบื่อ สื่อการเรียนการสอนน่าสนใจ มีกิจกรรมที่หลากหลาย เรียนในสิ่งที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริง และมีการสร้างความรู้จากการทำงานกลุ่ม

4.6 ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนที่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนรู้ พบว่าลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้ มีดังนี้

กรรณิการ์ พวงเกษม (2540: 1) กล่าวว่านักเรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้อาจมีพฤติกรรมดังนี้

1. เรียนรู้อย่างเข้าใจ รักที่จะเรียน และรู้สึกสนุกกับการเรียน
2. ขยันทำแบบฝึกหัดส่งครูด้วยตนเองและส่งครูผู้สอนตรงตามเวลา
3. ร่วมปฏิบัติกิจกรรมกับกลุ่มเพื่อนและรายบุคคล ด้วยความสนุก

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (2540: 19-21) กล่าวว่านักเรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้นั้นจะแสดงพฤติกรรมออกมาใน 4 ด้าน คือ

1. รักตนเอง นักเรียนจะมีพฤติกรรมดังนี้ มาโรงเรียนสม่ำเสมอ ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มใจ ขยันเรียน รักการทำงานของตน มีแรงจูงใจในการเรียน รักษาสุขภาพของกาย – ใจ เห็นคุณค่าของตนเองและผู้อื่น
2. รักเพื่อน นักเรียนจะมีพฤติกรรมดังนี้ ช่วยเหลือเอื้อเฟื้อเพื่อน แบ่งปันสิ่งของให้เพื่อน อยากมาโรงเรียนเพื่อพบเพื่อน ไม่รังแกเพื่อน ไม่เอาเปรียบเพื่อน ไม่แกล้งเพื่อน
3. รักครู นักเรียนจะมีพฤติกรรมดังนี้ เข้ามาหาครู ใกล้ชิดครู มาขอความช่วยเหลือครู อาสาช่วยงานครู อยากเรียนวิชาที่ครูสอน กระตือรือร้นที่จะเรียน มีส่วนร่วมในการเรียน สนใจเรียน
4. รักโรงเรียน อยากมาโรงเรียนสม่ำเสมอ รับผิดชอบกิจกรรมของโรงเรียนและให้ความร่วมมือทั้งใน และนอกห้องเรียน พุดถึงโรงเรียนด้วยความชื่นชม ปฏิบัติตามกฎระเบียบของโรงเรียน สร้างชื่อเสียงให้โรงเรียน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2540: 4) กล่าวว่านักเรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้อาจมีความรู้สึกและพฤติกรรมดังนี้ รักครู รักเพื่อน รักโรงเรียน อยากมาโรงเรียน ต้องการที่จะเรียนวิชาที่ครูสอน

วรรณิ โสมประยูร (2540: 5) กล่าวว่าถึงคุณสมบัติของนักเรียนที่มีความสุขด้านคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. มีร่างกายแข็งแรง สะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย
2. มีอารมณ์ดี สงบ สนุกสนาน เบิกบาน และสดชื่น
3. เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
4. มีความรักเพื่อน รักครู รักโรงเรียนและรักการเรียน
5. มีความรู้สึกปลอดภัยและอบอุ่นใจ
6. มีความสุขภาคภูมิใจในความสำเร็จ
7. มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อสิ่งต่างๆ

สำราญ วังนุราช (2541: 61-63) กล่าวว่านักเรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้อาจมีความรู้สึกและพฤติกรรมดังนี้ แสดงความสนใจเรียน รู้สึกรักโรงเรียน อยากมาโรงเรียน

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2542ข: 11-33) กล่าวว่าถึงคุณลักษณะของคนที่มีความสุขในการเรียนรู้อาจ คือ การมีสุขภาพกาย สุขภาพจิตดี อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้อ โดยผู้เรียนได้รับการตอบสนองจาก

การใฝ่รู้ การกระทำ การสร้างสรรค์ของตนเอง ใช้ความสามารถในการคิด การใช้เหตุผลเกี่ยวกับการบริโภค การเลือกใช้ชีวิตของ รวมทั้งทรัพยากรอย่างประหยัดด้วยการอนุรักษ์และเห็นคุณค่า เป็นบุคคลที่บริโภคด้วยปัญญา นักเรียนที่ได้เรียนอย่างมีความสุขจะมีความรู้สึกไม่เบื่อการเรียน มีความสนุกกับการเรียนและอยากเรียนรู้

ประเวศ วะสี (2543: 66-68) กล่าวว่านักเรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้อาจจะมีพฤติกรรมดังนี้ มีความขยันหมั่นเพียรในการเรียน มีความเอาใจใส่ต่อการเรียน มีการทบทวนบทเรียน เกิดความอยากเรียนรู้

ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ (2544: 23) กล่าวว่านักเรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้อาจมีความรู้สึกและพฤติกรรมดังนี้ เกิดความอยากรู้ กระตือรือร้น สนใจไขว่คว้า อยากที่จะเรียนรู้ สนุกที่จะได้เรียนรู้ เกิดพลังที่จะทำสิ่งต่างๆ เรียนรู้สิ่งต่างๆ และจำได้ในสิ่งที่เรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 3) กล่าวว่านักเรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้ จะมีความรู้สึกและพฤติกรรมดังนี้

1. เด็กรู้สึกที่ตนเองได้รับการยอมรับว่าเป็นมนุษย์ที่มีหัวใจ มีความสามารถ
2. เด็กรู้สึกว่าครูมีความรัก ความเมตตา จริงใจ และอ่อนโยนต่อตนเอง
3. เด็กเกิดความรัก ความมั่นใจ และความภาคภูมิใจในตนเอง สามารถปรับตัวได้

ทุกที่ทุกเวลา

4. เด็กมีความรู้สึกที่สิ่งที่เรียนรู้ไม่สูญเปล่า สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากข้อมูลเบื้องต้นสรุปได้ว่า พฤติกรรมนักเรียนที่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์มีดังนี้ รักที่จะเรียน สนใจที่จะเรียน รักเพื่อน รักครู รักโรงเรียน อยากมาโรงเรียน ขยันหมั่นเพียร กระตือรือร้นที่จะเรียน รักการทำงาน หมั่นทำการบ้านและทบทวนความรู้ มีความภาคภูมิใจในตนเอง เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

4.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

เมทา (Metha. 1993: 1309) ได้ทำวิจัยเชิงทดลอง โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือในวิชาคณิตศาสตร์ นักศึกษาสาขาคอมพิวเตอร์ ระดับปริญญาตรี โดยดำเนินการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่วางไว้ แล้วทดสอบนักเรียนแต่ละคนในเนื้อหาวิชาที่สอน นอกจากนี้ยังมีการวัดเจตคติและความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้เรียนแบบร่วมมือนี้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสุขที่ได้เรียนแบบร่วมมือ นอกจากนี้ยังรู้สึกว่าการเรียนแบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ที่สนุกสนานและมีประโยชน์สำหรับตนเอง

โรเบอร์ตา (Roberta. 2002: 67-77) ได้ทำวิจัยสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกระบวนการสอนเป็นทีมโดยเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกต การสัมภาษณ์และการประเมินนักเรียนว่าการสอนด้วยกระบวนการสอนเป็นทีมจะทำให้ นักเรียนได้รับประโยชน์สิ่งใดบ้าง ด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 มิติคือ กลุ่มครูที่ร่วมกันสอน และ

กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสอนเป็นทีมดังกล่าวซึ่งการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยที่ดำเนินการ สัมภาษณ์กับนักเรียนทั้งหมด 8 ข้อ ดังนี้

1. นักเรียนคาดหวังสิ่งใดจากการเรียนในห้องเรียนนั้น
2. นักเรียนคิดว่าห้องเรียนนี้แตกต่างจากห้องเรียนอื่น ๆ อย่างไร
3. นักเรียนคิดอย่างไรที่ได้เรียน 2 วิชาในเวลาเดียวกัน
4. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากการทำแฟ้มสะสมงาน
5. นักเรียนต้องการให้มีการจัดการเรียนการสอนลักษณะนี้ในห้องเรียนอื่น ๆ

หรือไม่

6. นักเรียนประทับใจหรือชอบอะไรมากที่สุดจากการเรียนลักษณะนี้
7. นักเรียนไม่ชอบสิ่งใดมากที่สุดจากการเรียนในห้องเรียน
8. ถ้านักเรียนต้องการปรับปรุงการเรียนการสอนลักษณะนี้จะปรับปรุงสิ่งใด

ผลจากการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนของนักเรียน คือ นักเรียน ประเมินผลจากการเรียนของตนเองว่า ประทับใจและไม่อยากลี้มเลื่อนเพื่อนและระยะเวลาที่อยู่ใน ช่วงการเรียน

เลิฟเลส (Loveless. 2006: Online) ได้รายงานการวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบของ ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย นักเรียนมีความภาคภูมิใจในความสามารถของ ตัวเอง นักเรียนมีความสุขในเนื้อหาวิชาที่เรียน นักเรียนเห็นความสำคัญของงานที่ทำในโรงเรียน ว่าสัมพันธ์กับการดำเนินชีวิตประจำวัน

งานวิจัยในประเทศ

จันทร์รัตน์ วงศ์อารีย์สวัสดิ์ (2542: 71-76) ได้ศึกษาผลของการประยุกต์หลักการ เรียนรู้ของซิคเคอร์ริงและแกมสันในการเรียนการสอนพยาบาลจิตเวชต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ การเรียนรู้ที่มีความสุขของนักศึกษาพยาบาล กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 3 จำนวน 84 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 วิทยาลัยพยาบาลเกื้อการุณย์ กรุงเทพมหานคร เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการสอนโดย ประยุกต์หลักการเรียนรู้ของซิคเคอร์ริงและแกมสัน ทั้ง 7 ประการได้แก่ การสนับสนุนให้ผู้เรียนและผู้สอนมีความสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน การสนับสนุนให้เกิดความร่วมมือใน ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน การสนับสนุนให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ด้วยตนเอง การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ ผู้เรียนอย่างเหมาะสมทันที การให้ความสำคัญในเรื่องของการใช้เวลาอย่างเหมาะสมกับงาน การสื่อ ความคาดหวังที่สูงในผู้เรียน การยอมรับความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาพยาบาลหลังการสอนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเรียนรู้ที่มีความสุขของนักศึกษาพยาบาลก่อนการสอนในกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเรียนรู้ที่มีความสุขของ

นักศึกษาพยาบาลหลังการสอนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มารุต พัฒนาผล (2546: 90-91) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ความภาคภูมิใจในตนเอง ความสามารถในการปรับตัว และเจตคติต่อครูผู้สอน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และคุณลักษณะของครูผู้สอนกับความสุขในการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี จำนวน 727 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามจำนวน 6 ฉบับ ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ความภาคภูมิใจในตนเอง ความสามารถในการปรับตัว และเจตคติต่อครูผู้สอน และตัวแปรอิสระระดับนักเรียนทุกตัวแปร ได้แก่ ความภาคภูมิใจในตนเอง ความสามารถในการปรับตัว และเจตคติต่อครูผู้สอนส่งผลทางบวกต่อความสุขในการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญส่งผลทางบวกต่อความสุขในการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคุณลักษณะของครูผู้สอนส่งผลทางบวกต่อความสุขในการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สายสมร โลหะกิจ (2546: 37-58) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง การบวกลบจำนวนซึ่งมีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 10,000 โดยวิธีการเรียนรู้ที่มีความสุข กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความสุขทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการสังเกตการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการเรียนรู้ที่มีความสุข ทำให้นักเรียนสนใจกระตือรือร้น มีความสุขและสนุกสนานในการเรียน นักเรียนรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง และมีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น กล้าแสดงออก สามารถแก้ปัญหาและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ศศิธร สิทธิพรหม (2548: 91-95) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้อย่างมีความสุขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ถึงชั้นปีที่ 4 ทุกสาขา วิชาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2548 ของคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวนทั้งสิ้น 274 คน ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้อย่างมีความสุขของนักศึกษาคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r = .275$)

สุขุมล อุดม (2548: 48-50) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้อย่างมีความสุขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 จำนวน 250 คน ปีการศึกษา 2547 ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบการเรียนรู้ที่มีความสุขของนักเรียนโดยจำแนกตามเพศและระดับชั้นเรียน พบว่า การเรียนรู้อย่างมีความสุขกับผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนของนักเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเรียนรู้อย่างมีความสุขของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r = .296$)

นฤมล อึ้งเจริญ (2552: 68-69) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการ ได้แก่ สัมพันธภาพในครอบครัว คุณภาพการสอน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อการเรียน และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อนกับการเรียนรู้อย่างมีความสุข และศึกษาน้ำหนักของความสำคัญของปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างมีความสุข กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 กลุ่มกรุงเทพมหานคร สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 364 คน ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านสัมพันธภาพในครอบครัว คุณภาพการสอน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อการเรียน สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อนกับการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างมีความสุขมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดย โดย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.751 ปัจจัยทั้ง 5 ด้าน ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างมีความสุข ได้ร้อยละ 56.40 ค่าน้ำหนักของความสำคัญของปัจจัยด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อการเรียน สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน ส่งผลทางบวกต่อการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างมีความสุขอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ปัจจัยด้านคุณภาพการสอนส่งผลทางบวกต่อการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างมีความสุขอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปัจจัยสัมพันธภาพทางครอบครัวส่งผลต่อการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างมีความสุขอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน (β) ของปัจจัยด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ส่งผลทางบวกต่อการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างมีความสุขมากที่สุด รองลงมาคือปัจจัยด้านสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน เจตคติต่อการเรียนการสอน คุณภาพการสอน ตามลำดับ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนจะมีความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้นั้น ครูผู้สอนต้องมีความเป็นกัลยาณมิตรกับผู้เรียน ตระหนักถึงความเป็นมนุษย์ของผู้เรียน โดยจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้คิด ได้ทำและลงมือปฏิบัติเอง ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่น จัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และในชีวิตจริง ดังนั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาจะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ได้

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson. 1971: 643-696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นั่นคือ ผลสำเร็จของการเรียนรู้ในวิชา

คณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย ตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความจำดำเนินการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็น พฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็น ความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้วคำถาม ที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมา เป็นระยะเวลาอันยาวนานแล้วด้วย

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็น ความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือ โดยอ้อมก็ได้แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมา คิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่างนักเรียนต้องไม่พบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับ ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็น ความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่ง ประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่ แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็น กรณีทั่วไป (Knowledge of Principle, Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอา หลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการ แก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎ ที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติเชิงระบบจำนวนและ โครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบ หนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถ ในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็น

สมการซึ่งมีความหมายเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อความที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางด้านสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องการแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability to Recognize Pattern Isomorphic and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิด

สร้างสรรค์ผสมผสานกัน เพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจโมเดล นิยามตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษา เพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์ อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้อง (Ability to Formulate and Validate Generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิม และต้องสมเหตุสมผลด้วย คือ การจะถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

กูด (Good, 1973: 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) หรือการพัฒนาทักษะ (skill developed) ในการเรียน โดยอาจพิจารณาจากคะแนนสอบหรือจาก คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือพิจารณาจากทั้งสองอย่าง

ไพศาล หวังพานิช (2523: 137) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ ที่เกิดจากการอบรมหรือจากการสอนการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจระดับความสามารถ (Level Accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนรู้อะไรแล้ว มีความสามารถชนิดใด

นิภา เมธาวีชัย (2536: 65) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ และทักษะที่ได้รับและพัฒนาจากการเรียนการสอนวิชาต่างๆ ครูอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่านักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่ใช้ประเมินคุณภาพของผู้เรียนและประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากกระบวนการจัดการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ จึงกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive Domain) ดังที่วิลสัน (Wilson. 1971: 643-696) จำแนกไว้ 4 ระดับ สรุปได้ ดังนี้

1. ความรู้ ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และการใช้กระบวนการคิดคำนวณ
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับกับมโนคติหลักการ กฎ การสรุป อ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง การคิดตามแนวของเหตุผล การอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ ประสบอยู่ระหว่างเรียนความสามารถในการเปรียบเทียบ ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน
4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียน การค้นหาความสัมพันธ์ การสร้างข้อพิสูจน์ การตรวจสอบข้อพิสูจน์ การสร้างและการทดสอบสูตร

5.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนของนักเรียนและสรุปผลการศึกษาว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน มีดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพร่างกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกภาพ
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างบิดากับมารดา ความสัมพันธ์ระหว่างบิดา มารดา กับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางด้านวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

บลูม (Bloom. 1976: 52) ได้กล่าวถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในโรงเรียนไว้ว่า ประกอบด้วย

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยความถนัดและพื้นฐานเดิมของผู้เรียน

2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติที่มีต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียน ระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเองและลักษณะบุคลิกภาพ

3. คุณภาพการสอน ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ว่าตนเองกระทำถูกต้องหรือไม่ สุพร เข้มเฮง; และ สิริพร ทิพย์คง (2540: 70-72) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบบางประการที่มีผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์จากการดำเนินงานโครงการ TIMSS ไว้ดังนี้

1. ด้านสิ่งแวดล้อมที่บ้าน ได้แก่ การศึกษาของพ่อแม่ และอุปกรณ์ที่เอื้อต่อการเรียนของนักเรียนพบว่า เช่น จำนวนหนังสือที่นักเรียนมีในบ้าน เครื่องคิดเลขและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่บ้านสิ่งเหล่านี้มีแนวโน้มส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในทางบวก กล่าวคือ นักเรียนที่พ่อแม่จบการศึกษาในระดับสูงมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีพ่อแม่จบการศึกษาในระดับต่ำกว่า ในทำนองเดียวกันนักเรียนที่มีอุปกรณ์เอื้อต่อการเรียนมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ไม่มีอุปกรณ์ดังกล่าวที่บ้าน โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษา

2. ด้านกิจกรรมนอกเวลาเรียนของนักเรียน ได้แก่ การใช้เวลาเรียนหรือทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์หลังเลิกเรียน และการดูโทรทัศน์หรือวีดิทัศน์ในแต่ละวัน มีแนวโน้มที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนที่ใช้เวลาเรียนหรือทำการบ้านมากขึ้นจะมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น และนักเรียนที่ใช้เวลาในการดูโทรทัศน์หรือวีดิทัศน์มากจะทำให้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ต่ำลง

3. ด้านเจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยนักเรียนที่มีเจตคติที่ดีมากหรือมีเจตคติในทางบวกอย่างมากจะมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด

4. ด้านวิธีสอนของครู การที่ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ต้องใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทุกบทเรียนจะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ทำเพียงบางบทหรือไม่ได้ทำเลย และนักเรียนที่มีการฝึกทักษะการคิดคำนวณเกือบทุกบทเรียนจะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ทำการฝึกทักษะการคิดคำนวณ

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย องค์ประกอบด้านร่างกายและสติปัญญาของผู้เรียน องค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การจัดการเรียนการสอน อุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนต่างๆ ความพร้อมของครอบครัว ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

5.3 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุชา จันทน์เอม (2515: 69-70) กล่าวว่า การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน อาจทำได้โดยใช้แบบทดสอบประเภทข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1.แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher made test) แบบทดสอบชนิดนี้ก็คือแบบทดสอบที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบันโดยครูที่สอนหรือครูที่ถูกคัดเลือกเป็นกรรมการเป็นผู้ออกข้อสอบเอง ใช้วัดเด็กในโรงเรียน ในอำเภอ หรือในจังหวัดโดยเฉพาะ โดยครูสามารถออกเป็นเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นพิเศษ ดัดแปลงให้สั้นยาว หรือให้เหมาะสมกับสภาพและเหตุการณ์ต่างๆ ในโรงเรียนของตนได้ ซึ่งแบบทดสอบชนิดนี้มี 2 แบบคือ แบบอัตนัยและแบบปรนัย

2.แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) แบบทดสอบชนิดนี้ ใช้เป็นหลักสำหรับวัด และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกๆ ไปโดยมีเกณฑ์ปกติ (Norm) บอกไว้ตามลำดับภาค หรือระดับประเทศ แบบทดสอบชนิดนี้ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญการทำข้อสอบจัดสร้างขึ้น เพราะต้องอาศัยความระมัดระวังหลายอย่างตั้งแต่การเขียนข้อสอบ การสุ่มตัวอย่าง การทดลองสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อหาเกณฑ์ปกติต่างๆ

ซวาล แพร์ตกุล (2516: 19) กล่าวว่า การทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นวิธีการที่ทำให้ได้มาซึ่งจำนวนหรือปริมาณ เพื่อจะนำไปสู่การประเมินค่าการศึกษาว่า ทั้งครูและนักเรียนต่างได้รับผลมาจากการเรียนการสอนมากน้อยเพียงไร

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2536: 146-147) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) กับนักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งการทดสอบประเภทนี้เป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดความพร้อมที่จะเรียนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพิ่มประเมินค่า

ของการเรียนการสอนในเรื่องใดๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบ และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความรู้ของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การประเมินค่าว่าผู้สอนและผู้เรียนได้รับผลจากการเรียนการสอนมากน้อยเพียงไร โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยขึ้นมาเอง

5.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 122-124) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบไว้ดังนี้

1. การพิจารณาจุดประสงค์ของการทดสอบ พิจารณาว่าการสอบครั้งนี้มีจุดประสงค์หรือจุดมุ่งหมายอะไร
2. สร้างตารางกำหนดรายละเอียด บางที่เรียกตารางวิเคราะห์หลักสูตรในวิชาหนึ่ง
3. เลือกแบบของข้อสอบให้เหมาะสม เช่น แบบความเรียง แบบเติมคำ แบบจับคู่แบบถูก-ผิด และแบบเลือกตอบ โดยใช้แบบของข้อสอบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการ เพื่อจะได้ตัวแทนของพฤติกรรมจริง ๆ
4. รวมข้อสอบทำเป็นแบบทดสอบ ในการรวมข้อสอบควรตรวจสอบดูว่า แต่ละข้อวัดจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นจริงหรือไม่ แบบของข้อสอบลักษณะเดียวกันควรอยู่ในแบบทดสอบชุดเดียวกัน
5. กำหนดวิธีการดำเนินการสอบ ซึ่งประกอบไปด้วย การจัดเตรียมแบบทดสอบ การจัดเตรียมห้องสอบ การจัดเตรียมอธิบายการสอบ การคุมสอบ และการตรวจให้คะแนน
6. การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ ควรตรวจสอบความยากของข้อสอบ อำนาจจำแนกของข้อสอบ ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
7. การนำผลไปใช้ปรับปรุงเป้าประสงค์ของการเรียนรู้ โดยผลคือคะแนนที่ได้มา จะสามารถชี้บ่งว่าใครเด่นใครด้อยในเนื้อหาใด พฤติกรรมใด ผลที่ได้ก็สามารถแนะนำให้เกิดการปรับปรุงแก้ไขการเรียนการสอนเป็นไปตามเป้าประสงค์ตามที่หลักสูตรที่ต้องการ

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545: 97-99) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาดารางวิเคราะห์ หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้ว่าดีว่าจะใช้แบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้น ให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3

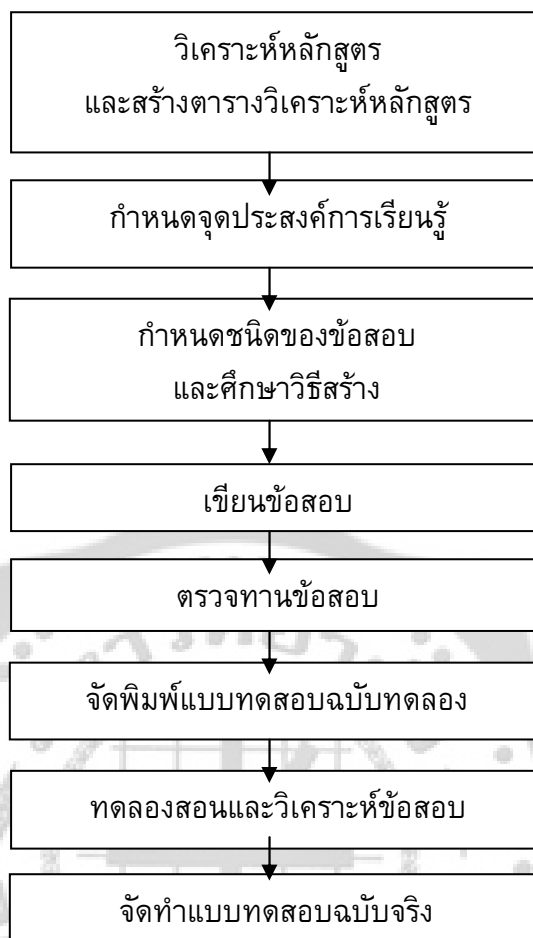
5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณา ทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทางข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ ให้เหมาะสม

7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจคุณภาพของแบบทดสอบก่อน นำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีอาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบดังกล่าว สรุปได้ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ที่มา: พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. หน้า 99.

สิริพร ทิพย์คง (2545: 196) ได้อธิบายถึงขั้นตอนในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นที่สอน
 2. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาที่ต้องการออกข้อสอบ เพราะวัตถุประสงค์ที่เขียนในรูปแบบของพฤติกรรมที่ให้นักเรียนแสดงออกนั้น สังเกตได้และวัดได้ภายหลังจากการเรียนการสอน

3. ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่จะออกข้อสอบ

4. พิจารณาว่าจะใช้ข้อสอบชนิดใด

สสวท. (2546: 30) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สารระการเรียนรู้ มาตรฐาน การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมีโน้ตศัพท์ของแต่ละเรื่อง
 2. กำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัด
 3. เลือกประเภทของแบบทดสอบอย่างหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดง ความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ
 4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้ สอบ
 5. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของการสร้าง แบบทดสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย
 6. ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ สำหรับแบบทดสอบบาง แบบอาจต้องตรวจสอบความเป็นปรนัยด้วย
- จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ข้างต้นพบมี ขั้นตอนในการทำแบบทดสอบหลายขั้นตอนเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ ดังขั้นตอนการสร้าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545: 97-99) ดังนี้
1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
 2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้
 3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง
 4. เขียนข้อสอบ ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ หลักสูตร และให้ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 5. ตรวจสอบข้อสอบ ทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ ต่อไป
 6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจง หรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ ให้เหมาะสม
 7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ
 8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ฟินน์ และคณะ (Finn; et al. 2003: 228A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครู กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตร มาตรฐานหลัก โดยทำการศึกษากับครู 40 คน นักเรียน 1,466 คน จาก 26 โรงเรียน ผลการวิจัย พบว่า สิ่งที่สำคัญมากที่สุดที่มีผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ การเตรียมการสอนตามหลักสูตร รองลงมา คือพฤติกรรมการสอนของครู

รีส์ และคนอื่นๆ (Reys; et al. 2003: 74A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรมาตรฐานหลักและหลักสูตรเดิมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลักอย่างน้อย 2 ปี และอีกกลุ่มเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นิโคลาอว และฟิลิปปาว (Nicolaou; & Philippou. 2007: 48-63) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการตั้งปัญหา ความสามารถในการตั้งปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์ และใช้แบบสอบถามกับนักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 จำนวน 87 คนและ 89 คนตามลำดับในเมืองนิโคเซีย ประเทศไซปรัส ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพในการตั้งปัญหามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการตั้งปัญหามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

มณีชัย ชูราษี (2548: 56) ได้ศึกษาผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ กรุงเทพมหานคร จำนวน 47 คน ผลการทดลองปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัชร น้อยมี (2551: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนเรื่อง การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนทดลองและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์ – คณิตฯ โรงเรียนนางวิศิษฏาวิทยาลัย อำเภอนางัว จังหวัดหนองบัวลำภู ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ผลการวิจัยพบว่าชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 84.80/87.20 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พริยพงศ์ เตชะศิริยีนง (2552: 58-60) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชันนันทาจารย์ สามเสนวิทยาลัย 2 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 38 คน ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้การสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัตติกาล นิยมเอี่ยม (2552: 43-44) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบฝึกทักษะความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2551 จำนวน 15 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่า 1.0 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 50% โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าในการจัดการเรียนรู้ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดๆ ก็ตาม สิ่งที่ไม่ควรที่จะละเลยคือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนั้นๆ เพราะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวชี้วัดตัวหนึ่งที่บ่งชี้ถึงความสำเร็จจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆ ถึงแม้จะไม่มีวิธีการสอนใดวิธีการสอนหนึ่งที่ดีที่สุดสำหรับในทุกๆ เนื้อหา แต่ในฐานะที่ครูผู้สอนเราควรเลือกใช้วิธีการสอนที่มีความหลากหลาย และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริงของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถได้อย่างเต็มที่

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย
6. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
7. การเก็บรวบรวมข้อมูล
8. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา ตำบลหนองหาน อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี จำนวน 8 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 360 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา ตำบลหนองหาน อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน จากห้องเรียนทั้งหมด 8 ห้อง ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของโรงเรียนหนองหานวิทยา โดยจัดเวลาเรียน 15 คาบ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

- | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------|--------|
| 1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ | จำนวน | 10 | คาบ |
| 2. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ | จำนวน | 5 | คาบ |
| | รวม | จำนวน | 15 คาบ |

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินการทดลองสอน 15 คาบ ทำแบบสอบถามก่อนและหลังเรียนจำนวน 2 คาบ และทดสอบหลังเรียนจำนวน 2 คาบ

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

4.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4.4 แบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.5 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

5. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยเป็นการศึกษากลุ่มทดลองกลุ่มเดียวโดยวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน (One – group Pretest – Posttest Design) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543: 249) โดยมีรูปแบบการวิจัยดังนี้ ตาราง 10 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

T₁ แทน การทดสอบก่อนทดลอง (Pretest)

T₂ แทน การทดสอบหลังทดลอง (Posttest)

X แทน การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ

6. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

6.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

6.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนหนองหานวิทยา ที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรขาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติและศึกษาคู่มือสารการเรขาคณิตศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสารการเรขาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

6.1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา การเรียนแบบร่วมมือ และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

6.1.3 วิเคราะห์การเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สารการเรขาคณิตศาสตร์แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เพื่อกำหนดขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือนี้ แบ่งเนื้อหาที่เรียนออกเป็น 15 คาบ รายละเอียดดังตาราง 11

ตาราง 11 การวิเคราะห์เนื้อหาการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

คาบที่	เนื้อหา	กระบวนการเรียนรู้ จิตตปัญญาศึกษา	การเรียนรู้ แบบร่วมมือ
1	ทบทวนรูปสามเหลี่ยมคล้าย	การทักทาย การทำสมาธิ สุนทรียสนทนา การเขียนบันทึก	STAD
2-3	อัตราส่วนตรีโกณมิติ	การพูดและฟังอย่างมีสติ การเขียนบันทึก	STAD
4-5	อัตราส่วนตรีโกณมิติ (ต่อ)	สายธารชีวิต การเขียนบันทึก	LT
6-7	อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา	การวาดคล้ายเครียด การเขียนบันทึก	Jigsaw II
8-9	การอ่านค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา โดยใช้ตาราง	การทำสมาธิ การเขียนบันทึก	LT
10-12	การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ	การทำสมาธิ การเขียนบันทึก	Jigsaw II
13-15	การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ (ต่อ)	การวาดคล้ายเครียด สายธารกิจกรรม	LT

6.1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนระบุรายละเอียดเกี่ยวหัวข้อต่อไปนี้

1. สาระ
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
3. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 4.1 ด้านความรู้
 - 4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ
 - 4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
5. สาระการเรียนรู้

6. กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้
 - 6.1 ขั้นเตรียม
 - 6.2 ขั้นนำเสนอบทเรียน
 - 6.3 ขั้นกิจกรรมกลุ่ม
 - 6.4 ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ
 - 6.5 สรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม
7. ชิ้นงาน/ภาระงาน
8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
9. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - 10.1 พฤติกรรม
 - 10.2 วิธีการ
 - 10.3 เครื่องมือ
 - 10.4 เกณฑ์การประเมิน
10. บันทึกผลหลังการสอน

6.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญาภิพนธ์พิจารณา แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ได้แก่ การปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ การปรับกิจกรรมและแบบฝึกหัดให้เห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เกิดการสร้างความรู้ขึ้นมาเอง การแก้ไขสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง

6.1.7 นำแผนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม และความถูกต้องของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ กิจกรรม การเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้สอน ตลอดจนการใช้ภาษาที่ถูกต้องเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

6.1.8 แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะต่างๆ ได้แก่ การปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้ในบางแผนการจัดการเรียนรู้ และการแก้ไขคำศัพท์หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง

6.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญาภิพนธ์อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

6.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

6.2.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของพิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545: 97-99)

6.2.2 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยยึดหลักการประเมินผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของวิลสัน (Wilson. 1971: 643 - 696)

6.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ พิจารณาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

6.2.4 แก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำ ได้แก่ การปรับรูปแบบของคำถามจากประโยคคำสั่งเป็นประโยคคำถาม การปรับข้อความบางข้อให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และการปรับตัวเลือกบางข้อให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

6.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และลงความเห็นว่ามีข้อทดสอบแต่ละข้อตรงกับวัตถุประสงค์หรือไม่ ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) แล้วนำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยใช้สูตรของ โรวินเนลลี และแฮมเบิลตัน (ลวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543: 248-249; อ้างอิงจาก Rovinelli; & Hambleton. 1977) โดยพิจารณาค่า IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1 จำนวน 40 ข้อ

6.2.6 แก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 40 ข้อ ตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ การปรับตัวเลือกให้นักเรียนเดาได้ยากขึ้น การปรับตัวเลือกบางข้อจากที่ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องให้มีคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

6.2.7 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนหนองหานวิทยา จังหวัดอุดรธานี ที่ผ่านการ

เรียนรู้อัตราส่วนตรีโกณมิติพื้นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

6.2.7 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยข้อสอบแบบเลือกตอบตอบถูกให้ 1 คะแนน และข้อสอบที่ตอบผิด ตอบมากกว่า 1 คำตอบหรือไม่เลือกตอบ ให้ 0 คะแนน

6.2.8 นำผลการตรวจคะแนนที่ได้จากข้อ 6.2.6 มาวิเคราะห์รายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952: 6-32) และตรวจสอบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (CISA) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป คัดเลือกไว้ 30 ข้อ ซึ่งได้ข้อที่ค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.36-0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.24-0.62

6.2.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา ที่ผ่านการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองข้อ 6.2.7 และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (ลัว่น สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 215) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.885

6.2.10 นำแบบทดสอบที่ได้นำเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญา นินพธ์ ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน	เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เวลา 50 นาที	จำนวน 30 ข้อ	30 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักเรียน **X** เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

0. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ มีมุม Y เป็นมุมฉาก ข้อใดต่อไปนี้กล่าว ไม่ ถูกต้อง
- ก. อัตราส่วนของความยาวของด้านตรงข้ามมุม X ต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เรียกว่า ไซน์ (sine) ของมุม X
 - ข. อัตราส่วนของความยาวของด้านประชิดมุม X ต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เรียกว่า โคไซน์ (cosine) ของมุม X
 - ค. อัตราส่วนของความยาวของด้านประชิดมุม Y ต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เรียกว่า โคไซน์ (cosine) ของมุม Y

ง. อัตราส่วนของความยาวของด้านประชิดมุม Y ต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุม Y เรียกว่า แทนเจนต์ (tangent) ของมุม Y

00. สมหวังนำบันไดยาว 50 ฟุต พาดเข้ากับกำแพงให้ปลายของบันไดอยู่ชิดกับขอบบนของกำแพงพอดี เขาสังเกตเห็นว่าบันไดทำมุม 60 องศาที่พื้นราบ กำแพงสูงกี่ฟุต

ก. 25 ฟุต

ค. $25\sqrt{3}$ ฟุต

ข. $25\sqrt{2}$ ฟุต

ง. $50\sqrt{3}$ ฟุต

6.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

6.3.1 ศักยภาพผู้ นิยาม เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

6.3.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการทดสอบ จุดประสงค์ของการเรียนรู้ สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

6.3.3 สร้างแบบทดสอบตามตารางวิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย จุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนด เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ นำเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาความเหมาะสม และชี้แนะข้อบกพร่อง พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุง ได้แก่ การปรับโจทย์ให้มีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

6.3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) และลงความเห็น ว่า ข้อทดสอบแต่ละข้อตรงกับวัตถุประสงค์หรือไม่ ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) แล้วนำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรของโรวินเนลลี และแฮมเบิลตัน (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543: 248-249; อ้างอิงจาก Rovinelli; & Hambleton. 1977) โดยพิจารณาค่า IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1 จำนวน 10 ข้อ

6.3.5 แก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การปรับคำถามบางข้อให้สื่อความหมายเข้าใจได้ง่าย การปรับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของข้อสอบบางข้อ

6.3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจและแก้ไขแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง จากนั้นทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา ที่ผ่านการเรียนรู้เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

6.3.7 ตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่นำไปทดลองแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความง่าย (P_E) และหาค่าอำนาจจำแนก (D) หาค่า โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอันดับของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 199-201)

6.3.8 คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าความง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 5 ข้อ ซึ่งได้ค่าความง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.43-0.67 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.60-0.75

6.3.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในข้อ 6.3.6 จำนวน 50 คน ที่เคยเรียนเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ มาแล้ว นำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยมีผู้ช่วยวิจัยอีก 1 คนในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ จากนั้นนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2550: 312) เพื่อหาความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.896

6.3.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 248) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.693 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไปเสนอประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท

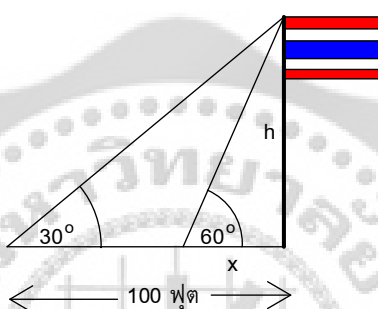
6.3.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

6.3.12 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเขียนอธิบาย ขั้นตอนการคำนวณและแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียด โดยอาศัยแนวคิด ความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา

0. สมชายยืนอยู่ห่างจากเสาธง 100 ฟุต สังเกตเห็นยอดเสาธงเป็นมุมเงย 30° เมื่อเขาเดินเข้าไปใกล้เสาธงได้ 2 นาที เขาเห็นว่ายอดเสาธงมีมุมเงย 60° จงหาว่าสมชายเดินด้วยอัตราเร็วกี่ฟุตต่อวินาที



.....

.....

.....

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยปรับปรุงจากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของกรมวิชาการ (2546: 124) ดังตาราง 12 โดยพิจารณาจากการนำความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อหาคำตอบ

แนวคิด ความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา

1. การหาความยาวด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ
2. การแก้ระบบสมการ
3. จำนวนตรรกยะ
4. อัตราเร็ว
5. การลบเศษส่วน/ การหารเศษส่วน

ตาราง 12 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ทั้ง 5 ข้อ ในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์หรือเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น หรือเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม
3 ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ 4 ข้อ ในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์หรือเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น หรือเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
2 พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ 3 ข้อ ในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ 1-2 ข้อ ในการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
0 ไม่พยายาม	ไม่สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ ในการเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

6.4 แบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีขั้นตอนดังนี้

6.4.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

6.4.2 สร้างแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยอาศัยข้อมูลที่ศึกษาและพัฒนาจากแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนของ มาร์ุต พัฒนาผล (2546: 108-109) และ สายสมร โลหะกิจ (2546: 131-134) จำนวน 40 ข้อ

6.4.3 นำแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทพิจารณาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ได้แก่ ปรับข้อความให้มีความถี่ทั้งข้อความที่กล่าวในทางลบกับข้อความที่กล่าวในทางบวก

6.4.4 นำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1 จำนวน 40 ข้อ แล้วนำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ได้แก่ ปรับข้อความบางข้อความเพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจยิ่งขึ้น ปรับข้อความบางส่วนให้

สอดคล้องกับนิยามศัพท์ นำเสนอประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัตรเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง

6.4.4 นำแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (t-distribution)

6.4.5 นำผลการทดลองใช้แบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ข้อความที่กล่าวในเชิงนิเสธ (Negative Statements)

สำหรับข้อความในเชิงนิเสธ (ทางลบ) ใช้เกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

- | | |
|--|----------------------|
| 5 คะแนน : มีความรู้สึก/พฤติกรรมกับข้อความนั้นอยู่ในระดับน้อยที่สุด | (ระดับความคิดเห็น 1) |
| 4 คะแนน : มีความรู้สึก/พฤติกรรมกับข้อความนั้นอยู่ในระดับน้อย | (ระดับความคิดเห็น 2) |
| 3 คะแนน : มีความรู้สึก/พฤติกรรมกับข้อความนั้นอยู่ในระดับปานกลาง | (ระดับความคิดเห็น 3) |
| 2 คะแนน : มีความรู้สึก/พฤติกรรมกับข้อความนั้นอยู่ในระดับมาก | (ระดับความคิดเห็น 4) |
| 1 คะแนน : มีความรู้สึก/พฤติกรรมกับข้อความนั้นอยู่ในระดับมากที่สุด | (ระดับความคิดเห็น 5) |

ข้อความที่กล่าวในเชิงนิมาน (Positive Statements)

สำหรับข้อความในเชิงนิมาน (ทางบวก) ใช้เกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

- | | |
|--|----------------------|
| 1 คะแนน : มีความรู้สึก/พฤติกรรมกับข้อความนั้นอยู่ในระดับน้อยที่สุด | (ระดับความคิดเห็น 1) |
| 2 คะแนน : มีความรู้สึก/พฤติกรรมกับข้อความนั้นอยู่ในระดับน้อย | (ระดับความคิดเห็น 2) |
| 3 คะแนน : มีความรู้สึก/พฤติกรรมกับข้อความนั้นอยู่ในระดับปานกลาง | (ระดับความคิดเห็น 3) |
| 4 คะแนน : มีความรู้สึก/พฤติกรรมกับข้อความนั้นอยู่ในระดับมาก | (ระดับความคิดเห็น 4) |
| 5 คะแนน : มีความรู้สึก/พฤติกรรมกับข้อความนั้นอยู่ในระดับมากที่สุด | (ระดับความคิดเห็น 5) |

6.4.6 คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 30 ข้อ

6.4.7 นำแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อ และปรับปรุงแล้ว ไปทดลองครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองหานวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 218) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.868 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นแล้วไปเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัตร

6.4.8 นำแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 13 ตัวอย่างแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความในแต่ละข้อต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึก/พฤติกรรม ของนักเรียนมากที่สุด คำตอบของนักเรียนจะถูกเก็บเป็นความลับและไม่มีการเผยแพร่ใดๆ ต่อการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น (หนึ่งข้อความตอบได้เพียง หนึ่งคำตอบเท่านั้น)

ข้อ	ข้อความ	ระดับความรู้สึก/พฤติกรรม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0.	กระตือรือร้นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
00.	ไม่กล้าถามในขณะเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
000.	เพื่อหนายการตอบคำถามในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					

6.5 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

6.5.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิด และรายการในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

6.5.2 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อสังเกตพฤติกรรมความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งห้องในภาพรวม ตัวอย่างดังตาราง

ตาราง 14 ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	
สำหรับผู้วิจัย	
วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองหานวิทยา	
ครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง	
.....	
ประเด็นในการบันทึก	บันทึก
0. ความกระตือรือร้น ความสนใจ และความตั้งใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
00. การตอบคำถาม การพูด แสดงความคิดเห็น การอภิปราย และการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่างๆในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์

6.5.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทพิจารณา แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ได้แก่ กำหนดประเด็นที่สำคัญในการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้ครอบคลุมนิยามของความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

6.5.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พิจารณาประเด็นในการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำได้แก่ ควรเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ วัน และเวลา ที่ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

6.5.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้วไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

6.5.5 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 18 มกราคม 2554 ถึง 17 กุมภาพันธ์ 2554 ตามขั้นตอนดังนี้

1. จัดปฐมนิเทศเพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนถึงวิธีการบทบาทของผู้เรียน บทบาทครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ และทำการวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คาบ
2. ดำเนินการจัดจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการกระบวนการเรียนรู้จิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คาบ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนทั้งห้องเรียนเป็นภาพรวมแล้วบันทึก
3. หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แล้ว ทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รวมทั้งหมด 3 คาบ
4. นำคะแนนที่ได้จากการบันทึกไว้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล

8. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน มาประมวลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง เพื่อศึกษาความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ
 - 2.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t - test for One Sample
 - 2.2 วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for One Sample
 - 2.3 วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t – test for Dependent Samples

2.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:

73)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 78)

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

เมื่อ s แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในกลุ่มยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 248-249 อ้างอิงจาก Rovinelli; & Hambleton. 1977) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบปรนัยโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan, 1952: 6-32) และตรวจสอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (CISA) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 210-212)

หาค่าความยาก (P)

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

เมื่อ R แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก
 n แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

หาค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r_{p.bis} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_f}{S_t} \cdot \sqrt{pq}$$

เมื่อ $r_{p.bis}$ แทน ค่าอำนาจจำแนก
 \bar{X}_p แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นได้
 \bar{X}_f แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นไม่ได้
 S_t แทน คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบฉบับนั้น
 p แทน สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นได้
 q แทน สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นไม่ได้ หรือ $1 - P$

2.3 หาค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย โดยแบ่งนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนใช้เทคนิค 25 % ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด ใช้สูตรการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 199-201)

หาค่าความง่าย (P_E)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P_E แทน ค่าดัชนีความง่าย
 S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

หาค่าอำนาจจำแนก (D)

$$D = \frac{S_U - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่ม เก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบปรนัย โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543: 215)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นได้
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นผิด
	σ^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

โดยที่

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

เมื่อ $\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.5 หาความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 312)

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2] [n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด X
 $\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
 $\sum Y^2$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
 $\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
 n แทน จำนวนนักเรียน

2.6 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย และแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543: 218)

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

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 σ_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
 σ_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

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

$\sum X_i$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
 $\sum X_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ i
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

โดยที่
$$\sigma_i^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n^2}$$

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.7 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการของการแจกแจงค่าที (t-distribution) โดยคำนวณจากสูตรของ เอ็ดเวิร์ด (Edward) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538: 215-216)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ

t แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 \bar{X}_H แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
 \bar{X}_L แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
 S_H^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง
 S_L^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
 n_H แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง
 n_L แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือกับเกณฑ์ โดยใช้สูตร t-test for One Sample (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2550: 133 - 134)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	s	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ โดยใช้สูตร t-test for Dependent Samples (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 104-106)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	n - 1	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)

3.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2550: 312)

$$r_{XY} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{XY}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของคะแนนจุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
 $\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Test of significance) โดยใช้การทดสอบค่า t (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2550: 315)

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad ; df = n - 2$$

เมื่อ r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายผลของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
K	แทน	จำนวนคะแนนเต็ม
s	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม)
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนรายคู่
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
$n - 1$	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อศึกษาความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในแต่ละครั้งที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ มาประมวลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ทบตนรูปสามเหลี่ยมคล้าย

พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้น สนใจ สนุกสนานในการทำกิจกรรม ทักทาย กิจกรรมสุนทรียสนทนาและกิจกรรมกลุ่มทางคณิตศาสตร์ ยินดีที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนๆ นอกจากนั้นนักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกพอใจกับบรรยากาศการเรียนที่ผ่อนคลาย ยกเว้นนักเรียน 1 คนที่ไม่มีความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนป่วยทำให้นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้น สนใจ และไม่ยินดีที่จะทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนๆ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

นักเรียนส่วนใหญ่สนใจและสนุกสนานในการทำกิจกรรมต่างๆในคาบเรียนนี้ เช่น กิจกรรมการพูดและฟังอย่างมีสติ นักเรียนส่วนใหญ่กระตือรือร้นในการตอบคำถาม ยินดีที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆ และครูผู้สอน นอกจากนั้นนักเรียนยังรู้สึกพอใจกับสื่อ อุปกรณ์ การเรียนรู้ที่ครูผู้สอนเตรียมมาให้ นักเรียน ยกเว้นนักเรียนประมาณ 3-5 คนที่ไม่ค่อยกระตือรือร้น และสนใจในการเรียนวันนี้เนื่องจากนักเรียนทำการบ้านของวิชาที่จะเรียนในคาบต่อไปยังไม่เสร็จ ทำให้นักเรียนเหล่านี้ไม่มีความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในคาบเรียนนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ(ต่อ)

นักเรียนส่วนใหญ่สนใจ สนุกสนานในการทำกิจกรรมสายธารชีวิต และกระตือรือร้นในการตอบคำถามทบทวนเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนักเรียนรู้สึกดีและดีใจที่ได้ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อนๆ นอกจากนั้นนักเรียนยังพอใจต่อการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนเตรียมมาให้และพอใจกับบรรยากาศการเรียนในห้องเรียนที่ผ่อนคลาย ยกเว้นนักเรียน 1 คนที่ไม่อยากทำกิจกรรมสายธารชีวิตเนื่องจากรู้สึกอายนที่ต้องพูดเรื่องราวชีวิตของตนเอง และมีนักเรียน 5 คนที่ไม่กระตือรือร้นสนใจในการตอบคำถามและทำกิจกรรมเนื่องจากรู้สึกกังวลกับการบ้านวิชาอื่นๆที่ยังทำไม่เสร็จ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30, 45 และ 60 องศา

นักเรียนกระตือรือร้น สนใจในการทำกิจกรรมวันนี้เป็นอย่างมาก เพราะได้มีการนวดคลายเครียด และการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค Jigsaw ทำให้นักเรียนได้ออกจากกลุ่มของตัวเองหรือกลุ่มบ้าน เพื่อไปศึกษาเนื้อหาที่ตัวเองได้รับผิดชอบที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นค่อยนำความรู้ที่ได้กลับมาอธิบายให้เพื่อนๆในกลุ่มฟัง สังเกตได้ว่านักเรียนสนุกสนานและดีใจที่ได้ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อนๆ ในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนั้นนักเรียนยังรู้สึกดีต่อสื่อ อุปกรณ์การเรียนรู้ต่างๆในห้องเรียน และรู้สึกดีต่อบรรยากาศในห้องเรียนที่เป็นกันเองและสนุกสนาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การอ่านค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศาโดยใช้ตาราง

นักเรียนทุกคนสนใจในการทำสมาธิ กระตือรือร้นสนใจ ในการตอบคำถามทบทวนความรู้เกี่ยวกับค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนักเรียนยังสนุกสนาน รู้สึกดีที่ได้ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อน และครูผู้สอน นอกจากนั้นนักเรียนยังพอใจกับสื่อ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศาโดยใช้ตารางด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การประยุกต์อัตราส่วนตรีโกณมิติ

นักเรียนทุกคนกระตือรือร้น และสนใจในการนั่งสมาธิคิด เมื่อครูผู้สอนได้อธิบายถึงกิจกรรมที่ต้องทำในคาบเรียนนี้พบว่า นักเรียนทั้งห้องให้ความสนใจ และกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบแล้วลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลอย่างสนุกสนาน และรู้สึกดีในการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนๆ จากนั้นนักเรียนกลับเข้ากลุ่มเดิมของตัวเองเพื่อพูดคุย แลกเปลี่ยนและอภิปรายความรู้ภายในกลุ่มเป็นอย่างดี นอกจากนี้นักเรียนยังพอใจกับสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่คาบเรียนนี้ นักเรียนได้ออกนอกห้องเรียนเพื่อคาดคะเนความสูงของสิ่งต่างๆ ตามที่นักเรียนได้รับผิดชอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การประยุกต์อัตราส่วนตรีโกณมิติ (ต่อ)

นักเรียนส่วนใหญ่กระตือรือร้น ให้ความสนใจในการทำกิจกรรมในคาบเรียนนี้ และมีความยินดีในการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการทำกิจกรรมสายธารกิจกรรมและกิจกรรมอื่นๆ ร่วมกับเพื่อนและครูผู้สอน มีนักเรียนบางคนบอกว่ารู้สึกดีกับครูผู้สอนเป็นอย่างมากที่มีความเป็นกันเองและเอาใจใส่นักเรียน นอกจากนี้นักเรียนยังรู้สึกพอใจกับบรรยากาศการเรียนรู้อ่อนคลาย และยังพอใจกับสื่อ อุปกรณ์การเรียนรู้อันเหมาะสมในคาบเรียนนี้ ช่วงท้ายคาบเรียนมีนักเรียน 5 คนที่ไม่ให้ความสนใจในการทำกิจกรรมในห้องเรียน โดยนักเรียนบอกว่าหิวข้าวเนื่องจากคาบเรียนนี้เป็นคาบเรียนสุดท้ายก่อนพักเที่ยง

จากการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนของนักเรียนในแต่ละครั้งที่มีการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-7 พบว่านักเรียนมีความรู้สึกที่ดีจากการจัดกระบวนการเรียนรู้ แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ ทั้ง 3 ด้านคือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่กระตือรือร้น สนใจ และสนุกสนานเมื่อทำกิจกรรมต่างๆ ด้านบุคคล พบว่านักเรียนส่วนใหญ่พอใจ ยินดี และสนุกสนานที่ได้ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อนๆ และครูผู้สอน ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกพอใจ ต่อสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้อ่อนคลาย นั่นคือนักเรียนเหล่านี้มีความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และการแปลความหมายผลของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับขั้นของสมมติฐาน ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. เปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

4. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 ใช้สูตร t-test for One Sample ปรากฏผลดังตาราง 15

ตาราง 15 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	K	\bar{X}	\bar{X} (%)	s	μ_0 (70%)	t
หลังการทดลอง	40	30	24.150	80.500	2.155	21.000	9.246**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 15 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ย 24.150 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.500

2. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 ใช้สูตร t-test for One Sample ปรากฏผลดังตาราง 16

ตาราง 16 การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือกับเกณฑ์ ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	K	\bar{X}	$\bar{X}(\%)$	s	$\mu_0(70\%)$	t
หลังการทดลอง	40	20	15.475	77.375	1.432	14.000	6.514**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 16 พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ภายหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย 15.475 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.375

3. เปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ โดยใช้สูตร t-test for Dependent Sample ปรากฏผลดังตาราง 17

ตาราง 17 การเปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ

กลุ่มทดลอง	n	\bar{X}	s	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนทดลอง	40	98.450	6.143			
หลังทดลอง	40	119.825	11.480	845.000	19,665.000	19.588**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 17 พบว่าความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่าสอดคล้องกันคือ นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีจากการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ ทั้ง 3 ด้านคือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่กระตือรือร้น สนใจ และสนุกสนานเมื่อทำกิจกรรมต่างๆ ด้านบุคคล พบว่านักเรียนส่วนใหญ่พอใจ ยินดี และสนุกสนานที่ได้ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อนๆ และครูผู้สอน ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกพอใจ ต่อสื่อ อุปกรณ์การเรียนรู้ สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผ่อนคลาย

4. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่าย ปรากฏผลดังตาราง 18

ตาราง 18 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	r	t
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับ ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	0.673	5.614**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 18 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ กับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา ตำบลหนองหาน อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 360 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนหนองหานวิทยา ตำบลหนองหาน อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน จากห้องเรียนทั้งหมด 8 ห้อง ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบละความสามารถของนักเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของโรงเรียนหนองหานวิทยา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยจัดเวลาเรียน 15 คาบ

1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ	จำนวน	10	คาบ
2. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ	จำนวน	5	คาบ
	รวม	จำนวน	15 คาบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินการทดลองสอน 15 คาบ ทำแบบสอบถามก่อนและหลังเรียนจำนวน 2 คาบ และทดสอบหลังเรียนจำนวน 2 คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 7 แผน

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

4.4 แบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ

4.5 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน มาประมวลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง เพื่อศึกษาความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t - test for One Sample

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for One Sample

2.3 วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t – test for Dependent Samples

2.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือได้คะแนนเฉลี่ย 24.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.50 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ ได้คะแนนเฉลี่ย 15.48 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.38 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่าสอดคล้องกันคือ นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีจากการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ ทั้ง 3 ด้านคือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่กระตือรือร้น สนใจ และสนุกสนานเมื่อทำกิจกรรมต่างๆ ด้านบุคคล พบว่านักเรียนส่วนใหญ่พอใจ ยินดี และสนุกสนานที่ได้ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อนๆ และครูผู้สอน ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกพอใจ ต่อสื่อ อุปกรณ์การเรียนรู้ สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผ่อนคลาย

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผลการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ ความสะดวกสบาย เก่ง ปานกลาง และอ่อน สมาชิกเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และด้านจิตใจ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ สุกนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 31) ที่ว่า บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ร่วมกันและทำงานร่วมกันให้ได้ผลดีมีประสิทธิภาพบรรลุตามจุดประสงค์นั้น ผู้สอนควรจัดกลุ่มผู้เรียนคละความสามารถ ประมาณกลุ่มละ 4 คน และสอดคล้องกับ เดวิดสัน (Davidson. 1990:4) ที่กล่าวถึงการเรียนแบบร่วมมือว่า การเรียนเป็นกลุ่มย่อยจะเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนประสบ

ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ การปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มนั้นช่วยให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้โมเมนต์และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้ และสอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 16) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นการส่งเสริมทักษะทางสังคม เช่น การอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เข้าใจกัน ทักษะการทำงานกลุ่ม สิ่งเหล่านี้ ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นลินี ที่หอคำ (2541: บทคัดย่อ) ซึ่งทำการศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่เรียนโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ แบบเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) จะจัดให้ผู้เรียนได้ทำงานหรือกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน คนที่เก่งกว่าช่วยคนที่อ่อนกว่า และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบปริศนาความคิด (Jigsaw II) ผู้เรียนในกลุ่มบ้านจะได้รับหัวข้อรับผิดชอบที่ต่างกันจากนั้น ผู้เรียนที่ได้รับหัวข้อเดียวกันจะออกจากกลุ่มบ้านเพื่อเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจะอ่านเอกสาร สรุปเนื้อหาสาระ จัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอ เพื่อเตรียมทุกคนให้พร้อมที่จะไปสอนหัวข้อนั้น ที่กลุ่มกลุ่มบ้าน ซึ่งสอดคล้องกับ เดวิดสัน (Davidson. 1990: 4) ที่ว่าการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ชักถามปัญหากันอย่างอิสระ อธิบายให้สมาชิกในกลุ่มได้เข้าใจถึงแนวความคิดและโมเมนต์ของตนเองให้กระจ่างชัดขึ้นตลอดจนได้สร้างความรู้สึเกี่ยวกับารเรียนรู้ของเขา นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นฤมล สกุลคู (2548:95) ได้ทำการพัฒนาแผนการเรียนรู้อธิบายคณิตศาสตร์เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิจัดหมู่โดยวิธีการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) แบบกลุ่มช่วยเป็นรายบุคคล (TAI) และวิธีการเรียนรู้ตามคู่มือ สสวท. กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแบบกลุ่มช่วยเป็นรายบุคคล (TAI)) และวิธีการเรียนรู้ตามคู่มือ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้และทักษะต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับ กรมวิชาการ (2545: 204) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น จนผู้เรียนเห็นการเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และในชีวิตจริง โดยครูผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียน

ไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้นแล้ว แล้วนำเสนองานต่อผู้สอนและผู้เรียน ให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน และสอดคล้องกับ สลาวิน (Slavin. 1995: 8) ที่กล่าวถึงวิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบ Jigsaw II จะแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คนที่มีลักษณะแตกต่างกัน นักเรียนจะถูกกำหนดให้ศึกษาหัวข้อย่อยของเรื่องที่จะเรียน ซึ่งสมาชิกแต่ละคนที่ได้รับหัวข้อย่อยใดก็จะเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น หลังจากอ่านเรื่องย่อยที่ตนได้รับแล้วสมาชิกจากแต่ละกลุ่มที่ได้รับหัวข้อย่อยเดียวกันจะเข้ากลุ่มเพื่อศึกษาอภิปรายเกี่ยวกับหัวข้อย่อยนั้น จากนั้นจึงกลับเข้ากลุ่มเดิมและอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ตนไปศึกษามาให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มฟัง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ สสวท. (2551: 180) ที่ว่าการเรียนแบบร่วมมือเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานเป็นกลุ่ม มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่างๆได้

2.2 เนื้อหาเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ เป็นเนื้อหาที่สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้หลากหลาย สามารถเชื่อมโยงภายในวิชา กับศาสตร์อื่นๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ โดยสามารถจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับ กรมวิชาการ (2545: 203) ที่กล่าวถึงองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาระบบการเชื่อมโยงต้องเป็นเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆ ที่ต้องการ และสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553: 69) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต้องเป็นเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องหรือใกล้ตัวผู้เรียน เพราะจะทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

3.1 กระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาเป็นการจัดการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาจิตใจ ปัญญาความคิด และอารมณ์ภายในตนเอง ครูผู้สอนให้ความสำคัญและเอาใจใส่ผู้เรียน ด้วยความรักความเมตตา และความเป็นกัลยาณมิตรจากครูผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับ จิรัฐกาล พงศ์ภคเธียร (2550: 8) ที่ว่า จิตตปัญญาศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้ด้วยใจอย่างใคร่ครวญ เน้นการพัฒนาความคิด จิตใจ อารมณ์ภายในอย่างแท้จริง เพื่อให้เกิดความตระหนักรู้ในตนเอง รู้คุณค่าสิ่งต่างๆ โดยปราศจากอคติ เกิดความรักความเมตตา ซึ่งสอดคล้องกับ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545: 5) ที่ว่าการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสุขคือการสร้างความรักความศรัทธา ระหว่างครูกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้เรียน ครูผู้สอนมีความเมตตาและจริงใจ อ่อนโยนต่อเด็กทุกคน และสอดคล้องกับ วิเศษ ชินวงศ์ (2544: 37) ที่ว่าเมื่อเด็กได้รับการปฏิบัติอย่างเป็นกัลยาณมิตรจากครูและบุคคลที่เกี่ยวข้อง เด็กจะมีความสุขเมื่อได้เรียนกับครูที่เข้าใจร่วมคิดไปกับเขา ให้เขามีกำลังใจที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ๆ มาแลกเปลี่ยนกันและให้ความรักต่อสิ่งที่เรียน ต่อเพื่อน ต่อธรรมชาติ และสอดคล้องกับผลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ของผู้เรียนพบว่านักเรียนดีใจ พอใจ ยินดี รู้สึกดี และสนุกสนานที่ได้ทำกิจกรรมกับเพื่อนๆและครูผู้สอน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พาสนา จุฬรัตน์ (2553: 84) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของกระบวนการเรียนรู้แนวคิดปัญญาศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสุขในการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒพบว่า ความสุขในการเรียนหลังจากเรียนวิชาความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้นด้วยกระบวนการเรียนรู้แนวคิดปัญญาศึกษาสูงขึ้นหลังจากได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้มี 3 เทคนิค คือ เทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ปริศนาความคิด (Jigsaw II) และแบบการเรียนรู้ด้วยกัน (Learning Together) ซึ่งทั้ง 3 เทคนิคนี้ผู้เรียนจะทำงานร่วมกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ภายในกลุ่ม คะแนนของนักเรียนแต่ละคนได้มาจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนไม่เครียดกับการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2542: 9) ที่ว่าผู้เรียนจะมีความสุขในการเรียนเมื่อมีสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่ไม่ก่อให้เกิดความเครียด ความตื่นเต้น ความคาดหวังและการเอาชนะ เกิดการเรียนรู้จากกลุ่มเพื่อนและคนรอบด้าน มีการช่วยเหลือเอื้ออาทร ร่วมมือร่วมใจ และสอดคล้องกับคณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543: 31) ที่ว่าการเรียนรู้อย่างมีความสุข เป็นการจัดการเรียนการสอนในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย มีอิสระ ยอมรับความแตกต่างของบุคคล มีความหลากหลายในวิธีการเรียนรู้ และสอดคล้องกับ สุภาพรณ ก้านทอง (2545: 18) ที่ว่าการให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มแบบร่วมกันสร้างความรู้ และรับผิดชอบร่วมกัน โดยกำหนดสถานการณ์ ไปงาน ที่ฝึกกระบวนการคิด สร้างชิ้นงานในสมุดเล่มใหญ่ และร่วมกัน สรุปเป็นความรู้สู่กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ จะให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยากทำกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และนักเรียนยังดีใจ พอใจ ยินดี รู้สึกดี และสนุกสนานที่ได้ทำกิจกรรมกับเพื่อนๆและครูผู้สอน นอกจากนี้นักเรียนส่วนใหญ่ยังรู้สึกดี พอใจ ต่อสื่อ อุปกรณ์การเรียนรู้ สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผ่อนคลาย

4.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวคิดปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก เมื่อผู้เรียนมีความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้ว จะทำให้ผู้เรียน ตั้งใจและกระตือรือร้นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2540: 4) ที่ว่านักเรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้จะรักครู รักเพื่อน รักโรงเรียน อยากมาโรงเรียน ต้องการที่จะเรียนวิชาที่ครูสอน และสอดคล้องกับ ประเวศ วะสี (2543: 66) ที่ว่านักเรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้จะมีความขยันหมั่นเพียรในการเรียน มีความเอาใจใส่ต่อการเรียน มีการทบทวนบทเรียน เกิดความอยากเรียนรู้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุขุมาล อุดม (2548: 48-50) ซึ่ง

ทำการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ที่มีความสุขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 พบว่า การเรียนรู้ที่มีความสุขของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r = .296$)

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการทดลองสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

- 1) คาบเรียนที่มีการนั่งสมาธิ สังเกตได้ว่าคาบเรียนนั้นนักเรียนจะมีสมาธิในการเรียน
- 2) กิจกรรมสุนทรียสนทนา เมื่อเริ่มทำกิจกรรมในช่วงแรกนักเรียนจะรู้สึกเขินอายที่เริ่มพูดกับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะไม่กล้าพูดเป็นคนแรก แต่พอมีคนพูดคนแรก นักเรียนคนอื่นๆ ก็จะไปกล้าพูดมากยิ่งขึ้น
- 3) นักเรียนกลุ่มอ่อนชอบคะแนนรายบุคคลที่ได้มาจากการคะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่ม แต่ก็ทำให้นักเรียนบางคนไม่ช่วยเหลือเพื่อนในการทำงานกลุ่มเพราะคิดว่าคะแนนที่ได้เป็นคะแนนจากเพื่อนในกลุ่ม
- 4) คาบเรียนที่นักเรียนต้องออกนอกห้องเรียนเพื่อไปวัดค่าความสูงของต้นไม้เสาธง นักเรียนมีความกระตือรือร้น และสนุกสนานกับกิจกรรมนี้เป็นอย่างมาก
- 5) ในคาบเรียนสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนรู้สึกเสียดายที่ต้องสิ้นสุดการจัดการกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

- 1) ผู้สอนควรศึกษาวิธีการและขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา ทุกๆ กิจกรรม เช่น กิจกรรมสุนทรียสนทนา การพูดและฟังอย่างมีสติ การทำสมาธิ การวาดคลายเครียด นอกจากนั้นครูผู้สอนควรซักซ้อมขั้นตอนและจัดเตรียมอุปกรณ์ในแต่ละกิจกรรม ก่อนที่จะนำกิจกรรมไปใช้กับนักเรียน เพื่อให้กิจกรรมเหล่านี้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง และเป็นลำดับขั้นตอน
- 2) กระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาบางกิจกรรมที่ใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากควรปรับให้เหมาะสมกับเวลา โดยอาจจะลดกิจกรรมย่อยๆ ที่มีความสำคัญน้อยๆ ออกไป เช่น กิจกรรมสายธารกิจกรรมอาจจะให้นักเรียนใช้เวลาในการอภิปรายน้อยลง หรือในการนั่งสมาธิอาจจะลดเวลาให้น้อยลงตามความเหมาะสมของเวลา

3) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ควรคำนึงถึงและพิจารณาถึงความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เช่น ความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง การแก้สมการ นอกจากนี้ควรคำนึงสภาพแวดล้อมของโรงเรียน เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ง่าย โดยให้นักเรียนออกไปศึกษาแหล่งการเรียนรู้ที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริง

4) การเสริมแรงให้กับนักเรียนที่ทำงานได้ดีด้วยคำชมเชย จะทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในตัวเอง ส่งผลให้นักเรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น การปลอบโยนและให้กำลังใจกับนักเรียนที่ทำงานได้ยังไม่ดีจะทำให้นักเรียนรู้สึกไม่ท้อแท้และมีกำลังใจในการเรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาผลของการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ในระดับชั้นมัธยมศึกษา เช่น สถิติและข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

2) ควรมีการศึกษาผลของการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร เป็นต้น

3) ควรมีการนำกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาไปใช้กับการเรียนการสอนในรูปแบบอื่นๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบมีชีวิตชีวา การสอนแบบบูรณาการ เป็นต้น



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). คู่มือจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์
องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือ
จัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้า
และพัสดุภัณฑ์.
- (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา:
ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์
องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุ.
- กรรณิการ์ พวงเกษม. (2540). การเสริมสร้างศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านภาษาไทย.
กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม
(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พร้อมกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้อง และพระราชบัญญัติการศึกษา
ภาคบังคับ พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กิตติยวดี บุญซื่อ และคณะ. (2540, กรกฎาคม - ตุลาคม). การเรียนรู้อย่างมีความสุข. วารสาร
ครุศาสตร์. 26(1): 7-22.
- กীরติวิทย์ สุวรรณธรรมมา; และ นีออน พิณประดิษฐ์. (2551, กรกฎาคม-ธันวาคม). การจัดการเรียน
การสอนจิตตปัญญาศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. วารสารหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2(1): 30-38.
- แก้วตา เลาบุตร. (2551). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นที่เน้น
การเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2540). การนิเทศโครงการส่งเสริมศักยภาพ
นักเรียนในโรงเรียน สังกัดกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้ คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). ปฏิรูปการเรียนรู้
ผู้เรียนสำคัญที่สุด. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา
แห่งชาติ.
- โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตรการอบรมและกระบวนการด้านจิตตปัญญาศึกษา. (2551).
ชุดความรู้การอบรมกระบวนการแนวคิดจิตตปัญญาศึกษา เล่ม 4 งาน พลังกลุ่มและ
ความสุข. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.

- จรรยา ภูอุดม. (2545, พฤษภาคม - กรกฎาคม). แนวการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผล
ที่สอดคล้องกับสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์.
46(524 -526): 23-24.
- จรรยาวัจน์ ขวัญรัมย์. (2545). ร่วมปฏิรูปการเรียนรู้กับครูต้นแบบ: การจัดการกระบวนการ
เรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอบแบบ “ กระบวนการกลุ่ม เล่นและเรียน
คณิตศาสตร์ให้มีความสุข”. กรุงเทพฯ: กองทุนรางวัลเกียรติยศแห่งวิชาชีพครู
สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- จันทร์รัตน์ วงศ์อารีย์สวัสดิ์. (2542). ผลของการประยุกต์หลักการเรียนรู้ของซิกเคอร์ริงและแกมสัน
ในการเรียนการสอนการพยาบาลจิตเวชต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเรียนรู้อย่างมี
ความสุขของนักศึกษาพยาบาล. วิทยานิพนธ์ (การพยาบาลศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- จารุวรรณ หรั่งเจริญ. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎี
พหุปัญญาที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จำรัส นองมาก. (2547, เมษายน). การสอนที่ทำให้ผู้เรียน เรียนอย่างมีความสุข. วารสาร
วงการศึกษา. 1(1): 77-80 .
- จิรัฐกาล พงศ์ภคเชียร. (2550). การวิจัยและพัฒนาจิตตปัญญาศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาไทย.
วิทยานิพนธ์ ด.ด. (พัฒนศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.
- ชฎานิชฐ์ พุกเถื่อน. (2536). การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา
จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). พิษณุโลก:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชลลดา ทองทวี และคนอื่นๆ. (2551). จิตตปัญญาพฤษา: การสำรวจและสังเคราะห์ความรู้
จิตตปัญญาศึกษาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โครงการวิจัยและจัดการความรู้จิตตปัญญาศึกษา
ศูนย์จิตตปัญญาศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชวาล แพร์ตกุล. (2516). เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- . (2520). เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี: ไทยเนรมิตกิจ
อินเตอร์ โปรเกรสซิฟ.

- จิตติยา อัลอิตีร์สี. (2552, เมษายน-มิถุนายน). ตัวบ่งชี้การส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความสุขของนักเรียน. *วารสารวิชาการ*. 12(2): 81-86.
- ทรงชัย อักษรคิด. (2547, พฤศจิกายน-ธันวาคม-2548, มกราคม). การส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์*. 48(554 - 556): 33-41.
- ทีศนา แคมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนา นิลชัยโกวิทย์; และคนอื่นๆ. (2550). *โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การอบรมและกระบวนการด้านจิตตปัญญาศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม (ศูนย์คุณธรรม).
- ธนา นิลชัยโกวิทย์; และ อติศร จันทร์สุข. (2552). *ศิลปะการจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง: คู่มือกระบวนการจิตตปัญญาศึกษา*. นครปฐม: ศูนย์จิตตปัญญา มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นฤมล สุกุล. (2548). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ (Permutation and Combination) โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) แบบกลุ่มช่วยเป็นรายบุคคล (TAI) และวิธีการเรียนรู้ตามรูปแบบของ สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- นฤมล อนกวิทย์. (2552). *การพัฒนาหลักสูตรจิตตปัญญาศึกษาสำหรับนักศึกษาพยาบาล*. วิทยานิพนธ์ ปร.ด. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- นฤมล อึ้งเจริญ. (2552). *การศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างปัจจัยบางประการกับการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างมีความสุขของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มกรุงเทพมหานครสังกัดกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นลินี ทีหอดำ. (2541). *ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (ประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิภา เมธราชวิชัย. (2536). *การประเมินผลการเรียน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- บงกชรัตน์ สมานสินธุ์. (2551). *ผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- บุญเมฆ ภมรสิงห์. (2545). *ร่วมปฏิรูปการเรียนรู้กับครุต้นแบบ: การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนแบบ “ การเรียนวิทยาศาสตร์แบบร่วมมือและการวิจัยในชั้นเรียน”*.
กรุงเทพฯ: กองทุนรางวัลเกียรติยศแห่งวิชาชีพครู สำนักคณะกรรมการการศึกษา
แห่งชาติ.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2540). *การเสริมสร้างศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านพลศึกษา*.
กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประเวศ วะสี. (2543, กรกฎาคม). *ปฏิรูปการเรียนรู้ เพื่อแก้ความทุกข์ยากของแผ่นดิน*. *วารสาร
การปฏิรูป*. 3(28):62-64.
- (2547). *การเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายใน*. ใน *ธรรมชาติของสรรพสิ่ง:
การเข้าถึงความจริงทั้งหมด*. หน้า 12. กรุงเทพฯ: มูลนิธิรักบ้านเกิด.
- (2550). *ระบบการเรียนรู้ใหม่ ไปได้พันวิถุติแห่งยุคสมัย*. กรุงเทพฯ: ร่วมด้วยช่วยกัน.
- (2553). *แนะนำศูนย์จิตตปัญญาศึกษา*. สืบค้นเมื่อ 29 มิถุนายน 2553, จาก
<http://www.ce.mahidol.ac.th/aboutus.htm>.
- ปสาสน์ กงตาล. (2535, กันยายน). *การร่วมมือกันเรียนรู้*. *วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 15(1-2): 19-26.
- พงษ์ธร ตันติฤทธิศักดิ์; และคนอื่นๆ. (2552ก). *คือชีวิต คือจิตตปัญญาศึกษา*. กรุงเทพฯ:
สวนเงินมีมา.
- (2552ข). *โครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการจิตตปัญญาศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมและ
พัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม (ศูนย์คุณธรรม).
- พรชัย ภาพันธ์. (2552, เมษายน - มิถุนายน). *การพัฒนาสถานศึกษาให้เป็นองค์กรที่เปี่ยมสุข*.
วารสารวิชาการ. 12(2): 9-13.
- พรรณรัตน์ เก้าธรรมสาร. (2533, กุมภาพันธ์). *การเรียนรู้แบบทำงานรับผิดชอบร่วมกัน*.
สารพัฒนาหลักสูตร. 95: 35-37.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2545). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*.
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พาสณา จุฬรัตน์. (2553). *รายงานการวิจัยเรื่องผลของกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาที่มี
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสุขในการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชิต ฤทธิ์จรรยา. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ: แฮ้าออฟ เคอร์มิสท์.

- พิมพ์พร อสัมภิรพงศ์. (2552). คณิตศาสตร์กับเรื่องใกล้ตัว. ใน สารานุกรมสำหรับครูคณิตศาสตร์
รวมบทความประสบการณ์สอน. หน้า 32. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิค
การสอน 2. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.
- ปริยพงศ์ เตชะศิริยีนง. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผล.
สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไพศาล หวังพานิช. (2523). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มณีชัย ชูราณี. (2548). บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้โปรแกรม Macromedia
Authorware 6.5 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม.
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- มณฑณี กุฎาคาร. (2542). เอกสารคำสอนวิชา วผ 401 การวัดผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ:
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มารุต พัฒผล. (2546). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับความสุขในการเรียนรู้
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสุพรรณบุรี. ปรินิพนธ์ กศ.ม.
(การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รัตติกาล นิยมเอี่ยม. (2552). ผลการใช้แบบฝึกทักษะความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบจำนวนจริงของนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ต่ำ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2551). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร A – L. กรุงเทพฯ:
อรุณการพิมพ์.
- รุจิรา โพธิ์สุวรรณ. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียน
สื่อประสมกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3.
กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- لیلดา ดลภาค. (2549). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณี โสมประยูร. (2540). *การเสริมสร้างศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วัชระ น้อยมี. (2551). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). *เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- วิจักขณ์ พานิช. (2550). *เรียนรู้ด้วยใจอย่างใคร่ครวญ: การศึกษาดังเส้นทางแสวงหาทางจิตวิญญาณ*. กรุงเทพฯ: สวนเงินมีมา.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542ก). *กระบวนทัศน์ใหม่: การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพของบุคคล*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2542ข). *พลังการเรียนรู้: ในกระบวนทัศน์ใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิมลศรี สุฉิลวรรณ์. (2552). *แนวคิดและแนวทางในการใช้วรรณคดีสร้างการเรียนรู้ด้วยใจอย่างใคร่ครวญในผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา*. ใน หนังสือรวมบทความการประชุมวิชาการประจำปี จิตตปัญญาศึกษา ครั้งที่ 2. นครปฐม: โครงการศูนย์จิตตปัญญาศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วิเศษ ชินวงศ์. (2544, กุมภาพันธ์). *เบญจลักษณ์การเรียนรู้สู่ผู้เรียนเป็นสำคัญ*. วารสารวิชาการ. 4(2): 31-41.
- ศศิธร แก้วรักษา. (2547). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบซีปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิธร สิทธิพรหม. (2548). *ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้อย่างมีความสุขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

- ศักดิ์สิทธิ์ สีหลวงเพชร. (2544). ผลการประยุกต์ใช้รูปแบบการสอน การเรียนรู้อย่างมีความสุข ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- คันสนีย์ ฉัตรคุปต์. (2544). รายงานการวิจัย เรื่อง การเรียนรู้อย่างมีความสุข สารเคมีในสมองกับ ความสุขและการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยเรื่องการพัฒนาสมองและการเรียนรู้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2552). ค่าสถิติพื้นฐานคะแนน O-NET มัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2552. สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2553 จาก <http://www.niets.or.th/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2528). รายงานผลการวิจัยและประเมินผล วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- (2551). ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ส.เจริญ การพิมพ์.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมฤดี ดุกหลิม. (2552). การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบโยนิโสมนสิการ เรื่อง อสมการ เพื่อส่งเสริม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความฉลาดทางอารมณ์ ด้านการตระหนักรู้ ตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. (2544). การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: THE KNOWLEDGE CENTER.
- สมสิทธิ์ อัสตรนีย์, บรรณาธิการ. (2552). จิตตปัญญาศึกษาคืออะไร. นครปฐม: ศูนย์จิตตปัญญา มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สายชล วนารัตน์. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสุขในการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. ถ่ายเอกสาร.

- สายสมร โลหะกิจ. (2546). การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยวิธีการเรียนรู้อย่างมีความสุขของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์). วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2541). ก้าวสู่มาตรฐานการเรียนรู้...สู่ทักษะชีวิต. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). ปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- (2544). เรียนอย่างนี้...มีความสุข: บันทึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- (2545). ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความสุข. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิชย์ สารานุกรม.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน. (2545). รายงานการศึกษาสภาพการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2550). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554). สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2553, จาก <http://www.idd.go.th/Thai-html/05022007/PDF/PDF01/index.htm>.
- สำนักงานสภาการศึกษา. (2547). มาตรฐานการศึกษา. กรุงเทพฯ: สหภาพสื่อการพิมพ์.
- สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา. (2545). แนวทางการวัดและประเมินผลในชั้นเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สำราญ วัจนราช. (2541,กันยายน). ให้เขาเรียนรู้อย่างมีความสุข. วารสารวิชาการ. 1(9): 61-63.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุขุมาล อุดม. (2548). ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้อย่างมีความสุขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

- สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2545). การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- สุคนธ์ธา ธรรมพุกโช. (2552). ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุชา จันทน์เอม. (2515). การวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: อักษรบริการ.
- สุชาดา สุขบันเทิง. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและการนำไปใช้ โดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบกลุ่มช่วยเหลือเพื่อน (TAI) กับการเรียนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาภรณ์ แก่นทอง. (2545). ร่วมปฏิรูปการเรียนรู้กับครูต้นแบบ “การปฏิบัติการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ” การสอนแบบร่วมกันสร้างความรู้และเรียนรู้อย่างมีความสุข. กรุงเทพฯ: กองทุนรางวัลเกียรติยศแห่งวิชาชีพครู สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สุศักดิ์ หลาบมาลา. (2531, กุมภาพันธ์). การเรียนการสอนแบบร่วมมือ. วิทยากรย. 86(6): 4-8.
- สุรางคณา ยาหยี. (2549). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวพร เข้มเฮง; และ สิริพร ทิพย์คง. (2540, พฤษภาคม-สิงหาคม). โครงการวิจัยและประเมินผลคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ ครั้งที่ 3. ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 12(2): 62-76.
- สุวัฒนา เอี่ยมมอรพรรณ. (2549). กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. (2545). 19 วิธีการจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ หิรัญยกานต์; สิริวรรณ เมธีวิวัฒน์; และ ชรินทร์ชัย อินทிரากรณ์. (2540). พจนานุกรมศัพท์การศึกษา. กรุงเทพฯ: ไอ. คิว. บู้คเซนเตอร์.
- ไสว พักขาว. (2542). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.
- อรุณศรี อนันตรศิริชัย. (2535). รายงานการวิจัยเรื่อง รักของเด็กไทย. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

- อัคพงศ์ สุขมาตย์. (2553). การพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวคิดจิตตปัญญาศึกษา. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด.
(การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร เจียรโนรส. (2548). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ VTAPER
Model ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจ
เรื่องสถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคอง. (2547). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลบทความ
หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. พร้อมพรรณ
อุดมสิน. หน้า 94-107. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ:
คณะครุศาสตร์และสังคมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารี สัตนหจวี. (2539). การเรียนแบบร่วมมือ. *สารานุกรมศึกษาศาสตร์*. กรุงเทพฯ:
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 75(15): 89-93.
- Adams, Dennis M; & Hamm, Mary E. (1990). *Cooperative Learning: Critical Thinking and
Collaboration across the Curriculum*. Illinois: Charles C. Thomas .
- Artzt, Alice F; & Newman, Claire M. (1990, September). Cooperative Learning. *Mathematics
Teacher*. 83(6): 448-452.
- Bergner, Jennifer A; & Groth, Randall E. (2004, December). Making Mathematical
Connections by Constructing Tetrahedra. *Mathematics Teacher*. 98(5): 298-305.
- Bloom, Benjamin. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York:
Mc Graw -Hill.
- Brady, Richard (2007). Learning to Stop, Stopping to Learn: Discovering the
Contemplative Dimension in Education. *Journal of Transformative Education*.
5(4): 372-394.
- Byrnes, Kathryn. (2009). *Portraits of Contemplative Teaching: A Third Way*. Retrieved
September 21, 2010, from <http://proquest.umi.com/pqdweb?index=19&did=1850687111&SrchMode=1&sid=7&Fmt=6&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1277890715&clientId=61839>.
- Davidson, Neil. (1990). Small-Group Cooperative Learning in Mathematics. In *Teaching
and Learning Mathematics in the 1990s*. Thomas J. Cooney and Christian R.
Hirsch. pp.52-61. Boston, Virginia: NCTM.

- Dossey, John A.; & et al. (2002). *Mathematics Method for Today's Mathematics Classroom: A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12*. California: Wadsworth Group.
- Drexel, Robert Earl. (1997, July). Connecting Common and Decimal Fraction Concepts : A Common Fraction Perspective. *Dissertation Abstracts International*. 58(6): 2119A.
- Duerr, Maia; Zajonc, Arthur; & Dana, Diane. (2003). Survey of Transformative and Spiritual Dimensions of Higher Education. *Journal of Transformative Education*. 1(3): 177-211.
- Ellington, Aimee J. (2006, January). The Effects of Non-CAS Graphing Calculators on Student Achievement and Attitude Levels in Mathematics: A Meta-Analysis. *School Science and Mathematics*. 106(1): 16-26.
- Ellis, Amy B. (2007, May). Connections Between Generalizing and Justifying: Students' Reason with Linear Relationships. *Journal for Research in Mathematics Education*. 38(3): 194-229.
- Fan, Chung-Teh. (1952). *Item Analysis Table*. New Jersey, Princeton: Educational Testing Services.
- Finn, Kelly E.; & et al. (2003). Teacher Variables That Relate to Student Achievement When Using a Standards-Based Curriculum. *Journal for Research in Mathematics Education*. 34(3): 288-A.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.
- Hart, Tobin. (2004, January). Opening the Contemplative Mind in the Classroom. *Journal of Transformative Education*. 2(1): 28-46.
- Johnson, David W.; et al. (1981, May). Effects of Cooperative Competitive and Individualistic Goal Structures on Achievement: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*. 89(5): 47-62.
- Johnson, D.W.; Johnson, R.T.; & Holubec, E.T. (1993). *Circle of Learning: Cooperative in the Classroom*. Minnesota: Interaction Book.
- Johnson, David W; & Johnson, Roger T. (1989). Cooperative Learning in Mathematics Education. In *New Directions for Elementary School Mathematics*. 1989 Yearbook. pp. 235-237. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.

- Johnson, R.T.; & Johnson, D.W. (1994). An Overview of cooperative learning. In J.S. Thousand, R.A. Villa & A.I. Nevin (Eds), *Creativity and Collaborative Learning*. (pp.31-34) Baltimore, Maryland: Paul H Brookes .
- Kagan, Spencer. (1994). *Cooperative Learning*. Publisher: Resources for Teachers.
- Kennedy, Leonard M.; & Tipps, Steve. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 7th ed. Belmont, California: Wadsworth.
- (1997). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 8th ed. Belmont, California: Wadsworth.
- King, Kathleen P. (2004). Both Sides Now: Examining Transformative Learning and Professional Development of Educators. *Innovative Higher Education*. 29(2): 155-174.
- Knuth, Eric J. (2000, January). Understanding Connections between Equations and Graphs. *Mathematics Teacher*. 93(1): 48-53.
- Lawson, Michael J; & Chinnappan, Mohan. (2000, January). Knowledge Connectedness in Geometry Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education*. 31(1): 26-43.
- Lin, Emily. (2006, summer). Cooperative Learning in the Science Classroom. *The Science Teacher*. 73(5): 34-39.
- Loveless, Tom. (2006, October). How Well Are American Students Learning with Special Section on the Nation's Achievement, The Happiness Factor in Learning, and Honesty State Test Scores. *The 2006 Brown Center Report on American Education*. 2(1). Retrieved July 2, 2010, from http://www.brookings.edu/gs/brown/bc_report/2006/report.htm.
- Ma, Xin. (2007, May). Mathematics Coursework Regulates Growth in Mathematics Achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*. 38(3): 230-257.
- Metha, Jean Ida. (1993, October). Cooperative Learning in Computer Programming at the College Level. *DAI-A*. 54(4): 1309.
- Miller, John P. (2010). *Contemplative Practices in Teacher Education*. Retrieved August 2, 2010, from <http://www.education.gov.bt/gnh%20conf/New%20Folder/source%20books/Sourcebook%20Volume%203.Part%202.pdf#page=34>.
- Naropa University. (2010). *Departmental Vision*. Retrieved August 2, 2010, from <http://www.naropa.edu/academics/graduate/maconted/vision.cfm>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM, Inc.

- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM, Inc.
- Nichols, Joey Del. (1994, September). The Effects of Cooperative Learning on Student Achievement and Motivation in a High School Geometry Class. *Dissertation Abstracts International*. 55(9): 460-A.
- Nicolaou, Aristoklis A.; & Philippou, George N. (2007,fall). Efficacy Beliefs, Problem Posing, and Mathematics Achievement. *Focus on Learning Problems in Mathematics*. 29(4): 48-70.
- Prescott. Daniel A. (1961). Report of conference on child study. *Education Technology Publication*. New York: Englewood Cliff.
- Reys, Robert E. (2001). *Helping Children Learn Mathematics*. 6th ed. New York; Wiley, John; & Wiley, John; & Sons.
- Reys, Robert; et al. (2003). Assessing the Impact of Standard-Based Middle Grades Mathematics Curriculum Materials on Student Achievement. *Journal for Research of Education*. 34(1): 74-A.
- Riordan, Jurie E; & Noyce, Pendred E. (2001). The Impacts of Standards-Based Mathematics Curricula on Student Achievement of Massachusetts. *Journal for Research in Mathematics Education*. 32(4): 368-A.
- Roberta, Murata. (2002, November - December). What does Team Teaching Mean? A Case Study of Interdisciplinary Teaming. *The Journal of Education Research*. 96(2): 67-77.
- Roth, Harold D. (2006, September). Contemplative Studies: Prospects for a New Field. *Teachers College Record*. 108(9): 1,787-1,815.
- Shajahan, Riyad Ahmed. (2004). Contering Spirituality in the Academy: Toward a Transformative Way of Teaching and Learning. *Jornal of Transformative Education*. 2(4): 294-312.
- Shores, Melanie L.; & Shanon, David M. (2007,October). The Effects of Self-Regulation, Motivation, Anxiety, and Attributions on Mathematics Achievement for Fifth and Sixth Grade Students. *School Science and Mathematics*. 107(6): 225-235.
- Slavin, Robert E. (1980,summer). Cooperative Learning. *Review of Educational Research*. 50(2): 315-342.
- (1987, November). Cooperative Learning and Cooperative School. *Educational Leadership*. 45(3): 7-13.

- Slavin, Robert E. (1995). *Cooperative Learning: Theory, Research and Practice*. Massachusetts: A Divisions of Simon & Schuster.
- Souvignier, Elmar;& Kronenberger, Julia. (2007, December). Cooperative learning in third graders' jigsaw groups for mathematics and science with and without questioning training. *British Journal of Educational Psychology*. 77(4): 755-771.
- Suzuki, Jeff. (2009, August). Modern Geometric Algebra. *Mathematics Teacher*. 103(1): 26-33.
- Tarin, Kmuram; & Akdeniz, Fikri. (2008, January). The Effects of Cooperative Learning on Turkish Elementary Students' Mathematics Achievement and Attitude towards Mathematics Using TAI and STAD Methods. *Educational Studies in Mathematics*. 67: 77-91.
- The Center for Contemplative Mind in Society. (2010). *What are Contemplative Practices?*. Retrieved August 2, 2010, from <http://www.contemplativemind.org/practices/index.html>.
- Thomson, Denisse R. (2001). The Effects of Curriculum on Achievement in Second-Year Algebra: The Example of Chicago School Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*. 32(1): 58-A.
- Weinberg, Suzanne Levin. (2001). *Is There a Connection between Fractions and Division? Students' Inconsistent Responses*. Retrieved July 2, 2010, from http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/simpleSearch.jsp;jsessionid=hjzCuC8-6eFdQUnQOzmF2Q__.ericsrv002?newSearch=true&eric_sortField=&searchtype=keyword&pageSize=10&ERICExtSearch_SearchValue_0=Is+There+a+Connection+between+Fractions+and+Division%3F+Students'+Inconsistent+Responses.&eric_displayStartCount=1&_pageLabel=ERICSearchResult&ERICExtSearch_SearchType_0=kw.
- Wheeler, R. & Ryan, F. L. (1990). *Effects of Cooperative and Comprehension*. Cambridge: Cambridge University press.
- Wilson, James W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. In *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. Benjamin S. Bloom; Thomas J. Hastings; & George F. Madaus. pp.643-696. New York: McGraw-Hill.
- Zajonc, Arthur. (2010). *Love and Knowledge: Recovering the Heart of Learning through Contemplation*. Retrieved August 2, 2010, from <http://www.contemplativemind.org/programs/academic/zajonc-love-and-knowledge.pdf>.

Zakaria, Nora. (2004, July). Making the Connection: Procedural and Conceptual Students' Use of Linking Word in Solving Problems. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*. 28: 201-208.





ภาคผนวก ก
การหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยใช้สูตรของ โรวีเนลลี และ แฮมเบลตัน
2. ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ เป็นรายข้อ
3. ค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ใช้สูตรของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ
4. ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นรายข้อ โดยใช้วิธีแจกแจงค่าที (t-Distribution)
5. คะแนน X และคะแนนความแปรปรวน σ^2 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
6. ค่าสัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูก (p) ค่าสัดส่วนของนักเรียนที่ตอบผิด (q) และค่า pq ในการหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson
7. การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้อนุสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน
8. ค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า σ_i^2 เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
9. ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า σ_i^2 เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1	21	+1	+1	+1	1
2	+1	+1	+1	1	22	+1	+1	+1	1
3	+1	+1	+1	1	23	+1	+1	+1	1
4	+1	+1	+1	1	24	+1	+1	+1	1
5	+1	+1	+1	1	25	+1	+1	+1	1
6	+1	+1	+1	1	26	+1	+1	+1	1
7	+1	+1	+1	1	27	+1	+1	+1	1
8	+1	+1	+1	1	28	+1	+1	+1	1
9	+1	0	+1	0.67	29	+1	+1	+1	1
10	+1	+1	+1	1	30	+1	+1	+1	1
11	+1	+1	+1	1	31	+1	+1	+1	1
12	+1	+1	+1	1	32	+1	0	+1	0.67
13	+1	+1	+1	1	33	+1	+1	+1	1
14	+1	+1	+1	1	34	+1	0	+1	0.67
15	+1	+1	+1	1	35	+1	+1	+1	1
16	+1	+1	+1	1	36	+1	+1	+1	1
17	+1	+1	+1	1	37	+1	+1	+1	1
18	+1	+1	+1	1	38	+1	0	+1	0.67
19	+1	+1	+1	1	39	+1	+1	+1	1
20	+1	+1	+1	1	40	+1	+1	+1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน
ตรีโกณมิติ เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดย
พิจารณาจากค่า IOC > 0.5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 ไว้ทั้งหมดจำนวน 40 ข้อ

ตาราง 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1
2	+1	+1	+1	1
3	+1	+1	+1	1
4	+1	+1	+1	1
5	+1	+1	+1	1
6	0	+1	+1	0.67
7	+1	+1	+1	1
8	+1	+1	+1	1
9	+1	+1	+1	1
10	+1	+1	+1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC > 0.5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 ไว้ทั้งหมดจำนวน 10 ข้อ

ตาราง 21 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะ ของแบบสอบถามวัด
ความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

คำถาม ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	คำถาม ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1	21	+1	+1	+1	1
2	+1	0	+1	0.67	22	+1	0	+1	0.67
3	+1	+1	+1	1	23	+1	+1	+1	1
4	+1	+1	+1	1	24	+1	+1	+1	1
5	+1	0	+1	0.67	25	+1	+1	+1	1
6	+1	+1	+1	1	26	+1	+1	+1	1
7	+1	+1	+1	1	27	+1	+1	+1	1
8	+1	+1	+1	1	28	+1	0	+1	0.67
9	+1	+1	+1	1	29	+1	+1	+1	1
10	+1	+1	+1	1	30	+1	+1	+1	1
11	+1	+1	+1	1	31	+1	+1	+1	1
12	+1	+1	+1	1	32	+1	+1	+1	1
13	+1	0	+1	0.67	33	+1	0	+1	0.67
14	+1	+1	+1	1	34	+1	0	+1	0.67
15	+1	+1	+1	1	35	+1	+1	+1	1
16	+1	0	+1	0.67	36	+1	+1	+1	1
17	+1	+1	+1	1	37	+1	+1	+1	1
18	+1	+1	+1	1	38	+1	+1	+1	1
19	+1	+1	+1	1	39	+1	+1	+1	1
20	+1	+1	+1	1	40	+1	+1	+1	1

คัดเลือกแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความ
สอดคล้องระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะของแบบสอบถาม (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC
> 0.5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 ไว้ทั้งหมดจำนวน 40 ข้อ

ตาราง 22 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ เป็นรายข้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (CISA)

ข้อที่	P	r	ผลการ พิจารณา	ข้อที่	P	r	ผลการ พิจารณา
1	0.97	0.31	ไม่ใช้	21	0.75	0.61	ใช้
2	0.70	0.36	ใช้	22	0.89	0.33	ไม่ใช้
3	0.75	0.56	ใช้	23	0.48	0.41	ใช้
4	0.64	0.56	ใช้	24	0.62	0.46	ใช้
5	0.70	0.53	ใช้	25	0.59	0.34	ใช้
6	0.69	0.24	ใช้	26	0.72	0.09	ไม่ใช้
7	0.41	0.51	ใช้	27	0.73	0.59	ใช้
8	0.61	0.54	ใช้	28	0.92	0.21	ไม่ใช้
9	0.81	0.64	ไม่ใช้	29	0.77	0.43	ใช้
10	0.54	0.54	ใช้	30	0.49	0.48	ใช้
11	0.51	0.56	ใช้	31	0.50	0.28	ใช้
12	0.56	0.44	ใช้	32	0.79	0.36	ใช้
13	0.66	0.39	ใช้	33	0.83	0.47	ไม่ใช้
14	0.36	0.49	ใช้	34	0.68	0.54	ใช้
15	0.70	0.62	ใช้	35	0.62	0.58	ใช้
16	0.53	0.36	ใช้	36	0.58	0.06	ไม่ใช้
17	0.76	0.50	ใช้	37	0.36	0.05	ไม่ใช้
18	0.76	0.40	ใช้	38	0.73	0.50	ใช้
19	0.68	0.59	ใช้	39	0.71	0.49	ใช้
20	0.62	0.19	ไม่ใช้	40	0.58	0.10	ไม่ใช้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เฉพาะที่มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.36 – 0.79 ซึ่งเป็นความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.24 – 0.62 ซึ่งเป็นข้อที่แยกคนเก่งกับคนอ่อนได้ และสามารถนำไปใช้ครั้งต่อไป ซึ่งได้คัดเลือกแบบทดสอบนี้ ทั้งหมด 30 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ คือ ข้อ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 39

ตาราง 23 ค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ใช้สูตรของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	P_E	D	ผลการพิจารณา
1	0.73	0.54	ไม่ใช่
2	0.73	0.38	ไม่ใช่
3	0.43	0.75	ใช่
4	0.60	0.69	ใช่
5	0.30	0.60	ไม่ใช่
6	0.43	0.75	ใช่
7	0.24	0.48	ไม่ใช่
8	0.35	0.69	ไม่ใช่
9	0.66	0.60	ใช่
10	0.67	0.62	ใช่

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เฉพาะที่มีค่าความง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.43 – 0.67 ซึ่งเป็นความง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.60 – 0.75 ซึ่งเป็นข้อที่แยกคนได้ และสามารถนำไปใช้ครั้งต่อไป โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้ ทั้งหมด 5 ข้อ คือ ข้อ 3, 4, 6, 9, 10

ตาราง 24 ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นราย
ข้อ โดยใช้วิธีแจกแจงค่าที่ (t-Distribution) จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	t	ข้อที่	t
1	4.762**	21	4.556**
2	4.402**	22	4.411**
3	2.649**	23	4.136**
4	4.474**	24	3.193**
5	4.869**	25	5.641**
6	4.411**	26	4.157**
7	3.024**	27	2.807**
8	4.760**	28	4.389**
9	3.608**	29	3.579**
10	-0.347	30	5.196**
11	6.000**	31	4.074**
12	4.942**	32	3.140*
13	3.269**	33	2.058
14	3.612**	34	2.876**
15	2.715**	35	4.558**
16	2.000*	36	2.811**
17	5.740**	37	0.436
18	5.000**	38	3.216**
19	4.639**	39	4.207**
20	5.879**	40	2.174

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คัดเลือกข้อที่ค่าอำนาจจำแนกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 30 ข้อ คือ ข้อ 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 38, 39

ตาราง 25 คะแนน X และคะแนนความแปรปรวน σ^2 ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
1	19	361	30	25	625
2	18	324	31	13	169
3	23	529	32	13	169
4	8	64	33	26	676
5	10	100	34	18	324
6	27	729	35	26	676
7	29	841	36	28	784
8	17	289	37	19	361
9	24	576	38	17	289
10	27	729	39	17	289
11	27	729	40	18	324
12	27	729	41	6	36
13	28	784	42	18	324
14	25	625	43	23	529
15	28	784	44	15	225
16	16	256	45	16	256
17	26	676	46	16	256
18	26	676	47	10	100
19	16	256	48	22	484
20	25	625	49	7	49
21	12	144	50	6	36
22	16	256	51	9	81
23	28	784	52	7	49
24	19	361	53	7	49
25	13	169	54	9	81
26	6	36	55	19	361
27	8	64	56	10	100
28	24	576	57	17	289
29	17	289	58	17	289

ตาราง 25 (ต่อ)

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
59	18	324	80	15	225
60	19	361	81	20	400
61	18	324	82	26	676
62	20	400	83	11	121
63	17	289	84	20	400
64	20	400	85	15	225
65	18	324	86	18	324
66	19	361	87	21	441
67	13	169	88	18	324
68	11	121	89	23	529
69	26	676	90	18	324
70	28	784	91	8	64
71	28	784	92	16	256
72	28	784	93	20	400
73	28	784	94	6	36
74	28	784	95	22	484
75	28	784	96	22	484
76	26	676	97	30	900
77	14	196	98	30	900
78	26	676	99	26	676
79	15	225	100	26	676
				$\sum x = 1,902$	$\sum x^2 = 40,732$

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2} \\ &= \frac{100(40,732) - (1,902)^2}{100^2} \\ &= 45.559 \end{aligned}$$

ตาราง 26 ค่าสัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูก (p) ค่าสัดส่วนของนักเรียนที่ตอบผิด (q) และค่า pq ในการหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.700	0.300	0.210	16	0.760	0.240	0.182
2	0.750	0.250	0.187	17	0.760	0.240	0.182
3	0.640	0.360	0.230	18	0.680	0.320	0.218
4	0.700	0.300	0.210	19	0.750	0.250	0.187
5	0.690	0.310	0.214	20	0.480	0.520	0.250
6	0.410	0.590	0.242	21	0.620	0.380	0.236
7	0.610	0.390	0.238	22	0.590	0.410	0.242
8	0.540	0.460	0.248	23	0.730	0.270	0.197
9	0.510	0.490	0.250	24	0.770	0.230	0.177
10	0.560	0.440	0.246	25	0.490	0.510	0.250
11	0.660	0.340	0.224	26	0.500	0.500	0.250
12	0.360	0.640	0.230	27	0.790	0.210	0.166
13	0.700	0.300	0.210	28	0.680	0.320	0.218
14	0.530	0.470	0.249	29	0.620	0.380	0.236
15	0.700	0.300	0.210	30	0.730	0.270	0.197
รวม ($\sum pq$)							6.582

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right\} \\
 &= \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{6.582}{45.559} \right\} \\
 &= 0.885
 \end{aligned}$$

ตาราง 27 การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการ
เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

คนที่	คะแนนจาก ผู้วิจัย (X)	คะแนนจาก ผู้ตรวจ คนที่ 2(Y)	X^2	Y^2	XY
1	0	1	0	1	0
2	4	5	16	25	20
3	9	5	81	25	45
4	7	3	49	9	21
5	4	1	16	1	4
6	9	3	81	9	27
7	18	10	324	100	180
8	11	8	121	64	88
9	10	7	100	49	70
10	9	10	81	100	90
11	9	5	81	25	45
12	9	7	81	49	63
13	8	9	64	81	72
14	14	14	196	196	196
15	9	7	81	49	63
16	12	10	144	100	120
17	7	8	49	64	56
18	10	9	100	81	90
19	13	10	169	100	130
20	10	12	100	144	120
21	11	7	121	49	77
22	18	13	324	169	234
23	12	8	144	64	96
24	8	10	64	100	80
25	9	11	81	121	99

ตาราง 27 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจาก ผู้วิจัย (X)	คะแนนจาก ผู้ตรวจ คนที่ 2(Y)	X^2	Y^2	XY
26	8	5	64	25	40
27	11	10	121	100	110
28	5	7	25	49	35
29	18	18	324	324	324
30	14	12	196	144	168
31	11	10	121	100	110
32	4	5	16	25	20
33	14	15	196	225	210
34	13	6	169	36	78
35	12	7	144	49	84
36	13	8	169	64	104
37	12	7	144	49	84
38	13	9	169	81	117
39	2	0	4	0	0
40	3	0	9	0	0
41	6	1	36	1	6
42	3	0	9	0	0
43	3	0	9	0	0
44	20	19	400	361	380
45	20	18	400	324	360
46	19	17	361	289	323
47	19	16	361	256	304
48	20	20	400	400	400
49	20	18	400	324	360
50	20	17	400	289	340
รวม	543	438	7,315	5,290	6,043

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัยและผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	n	แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

จากตาราง จะได้ $\sum X = 543$, $\sum Y = 438$, $\sum X^2 = 7,315$, $\sum Y^2 = 5,290$ และ $\sum XY = 6,043$
 ดังนั้น

$$r_{xy} = \frac{50(6,043) - (543)(438)}{\sqrt{[50(7,315) - (543)^2][50(5,290) - (438)^2]}}$$

$$= 0.896$$

ตาราง 28 ค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$, ค่า σ_i^2 เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	σ_i^2
1	90	316	3.080
2	119	405	2.436
3	75	211	1.970
4	144	538	2.466
5	115	399	2.690
รวม	543	1,869	$\sum \sigma_i^2 = 12.642$

หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

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

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 σ_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
 σ^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

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

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนข้อสอบทั้งฉบับ
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง $n = 5$, $\sum \sigma_i^2 = 12.642$, $\sigma^2 = 28.360$

$$\alpha = \frac{5}{5-1} \left\{ 1 - \frac{12.642}{28.360} \right\}$$

$$= 0.693$$

ตาราง 29 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า σ_i^2 เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	σ_i^2
1	393	1585	0.4051
2	292	954	1.0136
3	380	1528	0.84
4	407	1711	0.5451
5	348	1296	0.8496
6	372	1440	0.5616
7	399	1653	0.6099
8	439	1944	0.1679
9	411	1773	0.8379

ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อที่	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	σ_i^2
10	423	1895	1.0571
11	317	1095	0.9011
12	303	1015	0.9691
13	430	1942	0.93
14	440	2000	0.64
15	451	2083	0.4899
16	406	1738	0.8964
17	446	2042	0.5284
18	436	1950	0.4904
19	415	1807	0.8475
20	445	2043	0.6275
21	391	1675	1.4619
22	465	2199	0.3675
23	464	2188	0.3504
24	346	1394	1.9684
25	433	1945	0.7011
26	423	1857	0.6771
27	290	1046	2.05
28	423	1849	0.5971
29	442	2004	0.5036
30	253	831	1.9091
			$\sum \sigma_i^2 = 24.794$

หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค
(Cronbach)

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

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 σ_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
 σ_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

โดยที่
$$\sigma_1^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนข้อสอบทั้งฉบับ

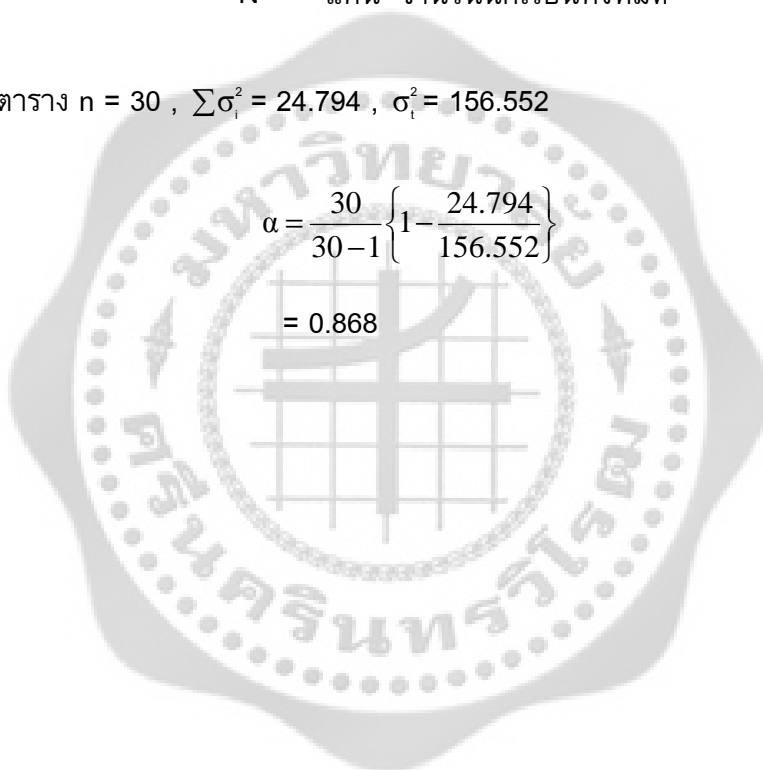
$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง $n = 30$, $\sum \sigma_1^2 = 24.794$, $\sigma_2^2 = 156.552$

$$\alpha = \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{24.794}{156.552} \right\}$$

$$= 0.868$$



ภาคผนวก ข

คะแนนของนักเรียนก่อนและหลังทดลอง

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง และผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง และผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. คะแนนความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง และผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบคะแนนความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ตาราง 30 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัด
กระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
(คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	X^2
1	26	676
2	24	576
3	27	729
4	22	484
5	23	529
6	21	441
7	23	529
8	24	576
9	25	625
10	25	625
11	23	529
12	24	576
13	24	576
14	24	576
15	24	576
16	26	676
17	28	784
18	22	484
19	21	441
20	24	576
21	25	625
22	22	484
23	25	625
24	24	576
25	25	625
26	27	729

ตาราง 30 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	X ²
27	28	784
28	26	676
29	29	841
30	21	441
31	27	729
32	21	441
33	22	484
34	21	441
35	23	529
36	23	529
37	27	729
38	25	625
39	23	529
40	22	484
	$\sum X = 996$	$\sum X^2 = 23,510$

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{966}{40} \\ &= 24.150\end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

$$\begin{aligned}s &= \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\ s &= \sqrt{\frac{40(23,510) - (966)^2}{40(40-1)}}\end{aligned}$$

$$= \sqrt{\frac{940,400 - 933,156}{1,560}}$$

$$= 2.155$$

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ t-test for One Sample

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

$$t = \frac{24.150 - 21}{\frac{2.155}{\sqrt{40}}} \quad ; df = 40 - 1$$

$$= 9.246^{**} \quad (t_{(0.01,39)} = 2.426)$$

ตาราง 31 คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	X ²
1	18	324
2	15	225
3	18	324
4	15	225
5	16	256
6	14	196
7	16	256
8	15	225
9	16	256
10	14	196
11	15	225
12	15	225
13	14	196
14	14	196
15	14	196

ตาราง 31 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	X ²
16	17	289
17	19	361
18	14	196
19	14	196
20	16	256
21	15	225
22	14	196
23	14	196
24	15	225
25	16	256
26	17	289
27	17	289
28	17	289
29	18	324
30	14	196
31	17	289
32	14	196
33	14	196
34	16	256
35	15	225
36	16	256
37	17	289
38	16	256
39	14	196
40	14	196
	$\sum X = 619$	$\sum X^2 = 9,659$

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{619}{40} \\ &= 15.475\end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

$$\begin{aligned}s &= \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{40(9,659) - (619)^2}{40(40-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{386,360 - 383,161}{1,560}} \\ &= 1.432\end{aligned}$$

เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ t-test for One Sample

$$\begin{aligned}t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1 \\ t &= \frac{15.475 - 14}{\frac{1.432}{\sqrt{40}}} ; df = 40 - 1 \\ &= 6.514^{**} \quad (t_{(0.01,39)} = 2.426)\end{aligned}$$

ตาราง 32 คะแนนแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน (X)	(D)	(D ²)
1	109	128	19	361
2	97	128	31	961
3	106	135	29	841
4	94	115	21	441
5	99	126	27	729
6	91	102	11	121
7	98	120	22	484
8	103	135	22	484
9	98	125	27	729
10	95	113	18	324
11	96	107	11	121
12	95	121	26	676
13	97	117	20	400
14	103	126	23	529
15	80	96	16	256
16	102	124	22	484
17	98	123	25	625
18	96	111	15	225
19	82	92	10	100
20	95	118	23	529
21	100	120	20	400
22	96	110	14	196
23	90	104	14	196
24	103	119	16	256
25	97	127	30	900
26	102	130	28	784
27	105	147	42	1764
28	106	134	28	784
29	109	131	22	484

ตาราง 32 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน (X)	(D)	(D ²)
30	97	117	20	400
31	107	131	24	576
32	97	108	11	121
33	95	112	17	289
34	100	126	26	676
35	98	115	17	289
36	98	120	22	484
37	105	135	30	900
38	105	125	20	400
39	98	113	15	225
40	96	107	11	121
$\sum X = 4,793$			$\sum D =$ 845	$\sum D^2 =$ 19,665

เปรียบเทียบความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ t-test for Dependent Samples

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

$$t = \frac{845}{\sqrt{\frac{40(19,665) - (845)^2}{40-1}}} \quad ; df = 40 - 1$$

$$= \frac{845}{\sqrt{\frac{786600 - 714025}{39}}}$$

$$= \frac{845}{43.138}$$

$$= 19.588^{**} \quad (t_{(0.01,39)} = 2.426)$$

ตาราง 33 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนแบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ

นักเรียน คนที่	คะแนน		(X^2)	(Y^2)	(XY)
	ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (X)	แบบสอบถามวัด ความสุข ในการเรียน (Y)			
1	26	128	676	16384	3328
2	24	128	576	16384	3072
3	27	135	729	18225	3645
4	22	115	484	13225	2530
5	23	126	529	15876	2898
6	21	102	441	10404	2142
7	23	120	529	14400	2760
8	24	135	576	18225	3240
9	25	125	625	15625	3125
10	25	113	625	12769	2825
11	23	107	529	11449	2461
12	24	121	576	14641	2904
13	24	117	576	13689	2808
14	24	126	576	15876	3024
15	24	96	576	9216	2304
16	26	124	676	15376	3224
17	28	123	784	15129	3444
18	22	111	484	12321	2442
19	21	92	441	8464	1932
20	24	118	576	13924	2832
21	25	120	625	14400	3000
22	22	110	484	12100	2420
23	25	104	625	10816	2600
24	24	119	576	14161	2856
25	25	127	625	16129	3175
26	27	130	729	16900	3510

ตาราง 33 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน		(X^2)	(Y^2)	(XY)
	ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (X)	แบบสอบถามวัด ความสุข ในการเรียน (Y)			
27	28	147	784	21609	4116
28	26	134	676	17956	3484
29	29	131	841	17161	3799
30	21	117	441	13689	2457
31	27	131	729	17161	3537
32	21	108	441	11664	2268
33	22	112	484	12544	2464
34	21	126	441	15876	2646
35	23	115	529	13225	2645
36	23	120	529	14400	2760
37	27	135	729	18225	3645
38	25	125	625	15625	3125
39	23	113	529	12769	2599
40	22	107	484	11449	2354
	$\sum X = 966$	$\sum Y = 4,793$	$\sum X^2 =$ 23,510	$\sum Y^2 =$ 579,461	$\sum XY =$ 116,400

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้ สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

$$r_{XY} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2] [n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

$$r_{XY} = \frac{40(116,400) - (966)(4,793)}{\sqrt{[40(23,510) - (966)^2] [40(579,461) - (4,793)^2]}}$$

$$= \frac{25,962}{\sqrt{[7,244] [205,591]}}$$

$$= \frac{25,962}{\sqrt{[7,244] [205,591]}}$$

$$= \frac{25,962}{38,591.465}$$

$$= 0.673$$

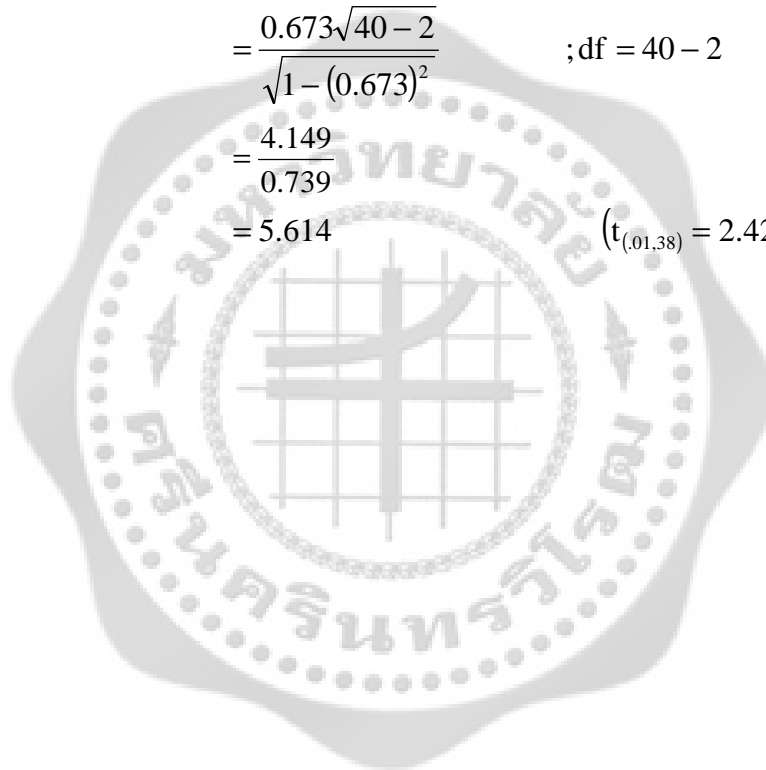
ทดสอบนัยสำคัญของค่า r โดยใช้การทดสอบค่า t

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad ; df = n - 2$$

$$= \frac{0.673\sqrt{40-2}}{\sqrt{1-(0.673)^2}} \quad ; df = 40 - 2$$

$$= \frac{4.149}{0.739}$$

$$= 5.614 \quad (t_{(0.01,38)} = 2.428)$$



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา
แบบร่วมมือ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
4. แบบสอบถามวัดความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
5. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รหัสวิชา ค 31102

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง ทบทวนรูปสามเหลี่ยมคล้าย

เวลา 1 คาบ (50 นาที)

1. สาระที่ 2 การวัด

2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

- ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด
- ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมในการคาดคะเนระยะทางและความสูง
- ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้
- แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

3. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ 3 คู่
ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดที่คล้ายกัน อัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันจะเท่ากัน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

- 1) บอกได้ว่ารูปสามเหลี่ยมคู่ใดเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน
- 2) บอกนิยามและสมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายได้
- 3) หาอัตราส่วนของด้านคู่ที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยมคล้ายที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถในการ

- 1) เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ นักเรียน

- 1) มีความสนุกสนาน
- 2) มีความกระตือรือร้น
- 3) มีการอภิปรายงานร่วมกัน
- 4) มีการตรวจสอบผลงานร่วมกัน
- 5) สามารถทำงานเสร็จตามเวลา

5. สารการเรียนรู้

รูปสามเหลี่ยมคล้าย

บทนิยาม รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของมุมเท่ากัน เป็นคู่ๆ 3 คู่

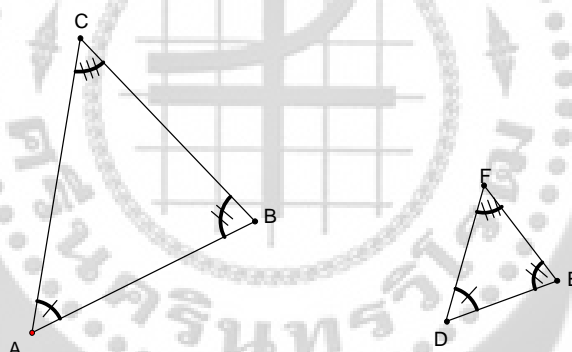
จากรูป $\triangle ABC$ คล้ายกับ $\triangle DEF$ เราใช้สัญลักษณ์ \sim แทน คล้ายกัน

ดังนั้นจึงเขียน $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ แทนข้อความว่า $\triangle ABC$ คล้ายกับ $\triangle DEF$

การใช้สัญลักษณ์ \sim นี้ มักนิยมเขียนจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมคู่ที่มีขนาดของมุมเท่ากัน

ไว้ในตำแหน่งเดียวกัน เช่น ถ้าเขียน $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ หมายความว่า $\hat{A} = \hat{D}, \hat{B} = \hat{E}$, และ

$$\hat{C} = \hat{F}$$



เนื่องจากด้าน AB อยู่ตรงข้ามกับ \hat{C} ด้าน DE อยู่ตรงข้ามกับ \hat{F} และ $\hat{C} = \hat{F}$

จะกล่าวว่า ด้าน AB สมัยกับด้าน DE

ในทำนองเดียวกัน

ด้าน BC อยู่ตรงข้ามกับ \hat{A} และ EF อยู่ตรงข้ามกับ \hat{D} จะกล่าวว่าด้าน BC สมัยกับ

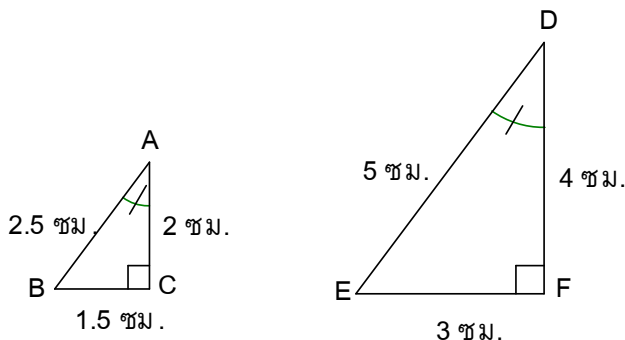
ด้าน EF ด้าน AC อยู่ตรงข้ามกับ \hat{B} และ DF อยู่ตรงข้ามกับ \hat{E} จะกล่าวว่าด้าน

AC สมัยกับด้าน DF

จะกล่าวว่า $\triangle ABC$ และ $\triangle DEF$ มีด้านคู่ที่สมัยกันสามคู่ ซึ่งได้แก่ \overline{BC} สมัยกับ

\overline{EF} , \overline{AC} สมัยกับ \overline{DF} และ \overline{AB} สมัยกับ \overline{DE}

สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน



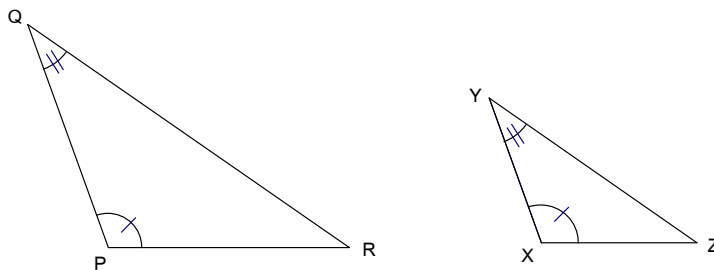
จากรูป $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ จะได้ $\frac{AB}{DE} = \frac{2.5}{5} = \frac{1}{2}$, $\frac{BC}{EF} = \frac{1.5}{3} = \frac{1}{2}$ และ

$$\frac{AC}{DF} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

จะเห็นได้ว่า $\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EF} = \frac{AC}{DF} = \frac{1}{2}$ ซึ่งเป็นไปตามสมบัติที่ว่า

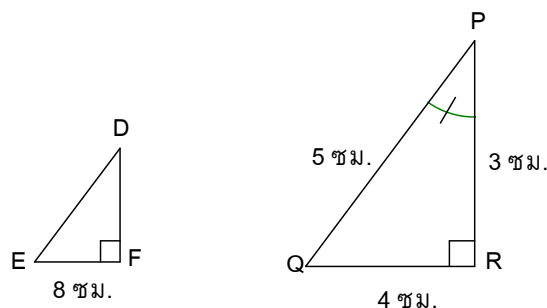
ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดคล้ายกัน อัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่อยู่ตรงข้ามกับมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันจะเท่ากัน หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า

ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดที่คล้ายกัน อัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันจะเท่ากัน เช่น กำหนดให้ $\triangle PQR \sim \triangle XYZ$ ดังรูป



$$\text{จะได้ } \frac{PQ}{XY} = \frac{QR}{YZ} = \frac{RP}{ZX} \text{ หรือ } \frac{XY}{PQ} = \frac{YZ}{QR} = \frac{ZX}{RP}$$

ตัวอย่าง 1 กำหนดให้ $\triangle DEF \sim \triangle PQR$ โดยแต่ละด้านมีความยาวตามที่กำหนดให้ดังรูป จงหาความยาวของ \overline{DE} และ \overline{DF} (โดยไม่ต้องวัด)



เนื่องจาก $\triangle DEF \sim \triangle PQR$ ดังนั้น $\frac{DE}{PQ} = \frac{EF}{QR} = \frac{FD}{RP}$

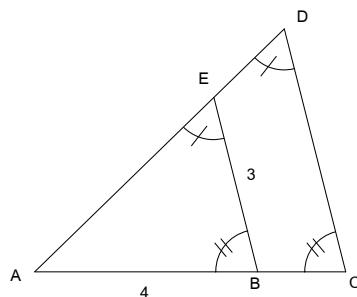
กำหนดให้ PQ ยาว 5 ซม. QR ยาว 4 ซม. PR ยาว 3 ซม. และ EF ยาว 8 ซม.

จาก $\frac{EF}{QR} = \frac{FD}{RP}$ จะได้ $\frac{8}{4} = \frac{FD}{3}$ ดังนั้น $FD = 6$

จาก $\frac{DE}{PQ} = \frac{EF}{QR}$ จะได้ $\frac{DE}{5} = \frac{8}{4}$ ดังนั้น $DE = 10$

ตอบ \overline{FD} ยาว 6 ซม. และ \overline{DE} ยาว 10 ซม.

ตัวอย่าง 2 จากรูปกำหนดให้ \overline{BE} ขนานกับ \overline{CD} และ $AB = 4$ หน่วย, $BC = 1$ หน่วย และ $BE = 3$ หน่วย จงหาความยาวของ CD



วิธีทำ $\triangle ABE \sim \triangle ACD$ เพราะ $\hat{E}AB = \hat{D}AC$ เป็นมุมร่วม

$\hat{A}BE = \hat{A}CD$ เนื่องจาก เป็นมุมภายนอกและมุมภายในที่เกิดจากเส้นตัดเส้นขนานมีขนาดเท่ากัน

$\hat{A}EB = \hat{A}DC$ เนื่องจากเป็น มุมภายนอกและมุมภายในที่เกิดจากเส้นตัดเส้นขนานมีขนาดเท่ากัน

จาก $\triangle ABE \sim \triangle ACD$ จะได้ $\frac{AB}{AC} = \frac{BE}{CD} = \frac{EA}{DA}$ จาก $\frac{AB}{AC} = \frac{BE}{CD}$

จะได้ $\frac{4}{5} = \frac{3}{CD}$ ดังนั้น $CD = \frac{15}{4} = 3\frac{3}{4}$

ตอบ \overline{CD} ยาว $3\frac{3}{4}$ หน่วย

6. กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

6.1 ชั้นเตรียม (25 นาที)

ในวันแรกของการจัดการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือจะใช้เวลาในชั้นเตรียมมากที่สุด เพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียน และสร้างความคุ้นเคยระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับครูผู้สอน ผู้เรียนกับกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาแบบร่วมมือ โดยครูผู้สอน แบ่งกลุ่มนักเรียนไว้ล่วงหน้าประมาณ 3-5 คน คณะความสามารถ เพศ แจกบทบาทหน้าที่ของผู้เรียน จัดเตรียมห้องเรียนที่ผู้เรียนสามารถเดิน และทำกิจกรรมได้สะดวก

6.1.1 ทำกิจกรรมจิตตปัญญาศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียน โดยเริ่มต้นที่การทักทาย ครูผู้สอนชี้แจงกิจกรรมว่า ให้นักเรียนในห้องทักทายกันและกัน โดยเดินไปรอบ ๆ ห้อง และพยายามทักทายให้ทั่วถึง จะทักทายโดยการสัมผัสมือ โอบกอด(ผู้หญิงกับผู้หญิง ผู้ชายกับผู้ชาย) ส่งยิ้มให้กัน หรือไถ่ถามทุกข์สุขกันสั้น ๆ ก็ได้ เมื่อชี้แจงเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้สอนเริ่มเปิดดนตรี และให้นักเรียนเดินทักทายกันตามสบาย ครูผู้สอนให้สัญญาณบอกเมื่อหมดเวลาที่กำหนด

6.1.2 เมื่อนักเรียนทักทายกันแล้ว ให้นักเรียนนั่งลงบนพื้น/เก้าอี้ (แล้วแต่สถานที่ที่จัดเตรียมไว้) ในท่าที่สบาย หลังไม่งอ จากนั้นให้นักเรียนหลับตาเพื่อทำสมาธิ ทำจิตใจให้สงบ เตรียมพร้อมที่จะทำกิจกรรมต่อไป

6.1.3 เมื่อทำสมาธิเสร็จ ผู้สอนให้ผู้เรียนลืมตา ระหว่างนั้นผู้สอนได้แนะนำกิจกรรมสุนทรียสนทนาซึ่งมี มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า การพูดที่ละคนไม่พูดแทรก ไม่ขัดจังหวะ ฟังกันอย่างลึกซึ้ง ห้อยแขวนการตัดสินใจ (ห้อยแขวนการตัดสินใจหมายถึง ไม่ตัดสินว่าสิ่งที่ผู้อื่นพูดว่าถูกหรือ

ผิด ให้แขวนความรู้สึกนั้นไว้ เพื่อเพิ่มพื้นที่ว่างให้กับผู้อื่น) จากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อย ตามที่ครูผู้สอนกำหนดให้

6.1.4 เมื่อนักเรียนเข้ากลุ่มแล้วให้นั่งลงบนพื้น/เก้าอี้ หันหน้าเข้าหากันเป็นวงกลม (แล้วแต่สถานที่ที่จัดเตรียมไว้) ครูผู้สอนแจ้งหัวข้อที่จะให้นักเรียนแต่ละคนพูดคือ *ความใฝ่ฝันของฉันท* กระทำโดย เมื่อใครพร้อมที่จะพูด ให้หยิบปากกาหรือวัตถุที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นนั้นว่า เมื่อผู้ใดหยิบวัตถุนั้นขึ้นมาแล้ว ผู้นั้นจะได้รับสิทธิในการพูด คนอื่นๆ มีหน้าที่ฟังเท่านั้น ครูผู้สอนแจ้งเวลาให้นักเรียนทราบว่า กิจกรรมนี้ใช้เวลา 12 นาทีในการพูดทั้งกลุ่ม ให้นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันบริหารเวลาตนเอง

6.1.5 เมื่อหมดเวลาครูผู้สอนให้นักเรียนทุกคนกลับมานั่งเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งห้องเรียน แล้วแจกกระดาษ A4 คนละ 1 แผ่น (เป็นกระดาษที่ใช้งานแล้วเหลือหน้าเดียว) ครูสอนวิธีการทำสมุดบันทึกการเรียนรู้ (สมุดเล่มเล็ก) แล้วอธิบายว่า สมุดเล่มนี้จะเป็นสมุดบันทึกการเรียนรู้ประจำตัวของนักเรียนทุกคนสำหรับใช้บันทึกการเรียนรู้ ในทุกครั้งที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถบันทึกความรู้ทางด้านวิชาการ หรือความรู้สึกทางด้านจิตใจ อาจจะเป็นภาพประกอบ หรือข้อความสั้นๆ และนักเรียนสามารถตกแต่ง ระบายสีสมุดบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนให้สวยงามได้ตามจินตนาการ (4 นาที)

6.1.6 ครูตั้งคำถามว่าจากกิจกรรมที่ผ่านมาทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไรได้บ้าง โดยให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายสั้นๆ [**คำตอบ** ได้เรียนรู้ว่า เมื่อเวลาที่เราพูดแล้วมีคนฟังทำให้เรารู้สึกดี ได้ระบายความในใจเกี่ยวกับความฝัน ระหว่างที่เพื่อนพูดเราต้องฟังไปด้วยและคิดตามไปด้วย ได้ทำสมาธิ ได้รู้จักเพื่อนมากขึ้น รู้สึกคุ้นเคยกับเพื่อนมากกว่าเดิม รู้สึกสบายใจและผ่อนคลาย] จากนั้นครูผู้สอนกล่าวว่า กิจกรรมทั้งหมดที่ผ่านมาตั้งแต่ การทักทาย การทำสมาธิ สุนทรียสนทนา และการทำสมุดบันทึกการเรียนรู้ เพื่อใช้บันทึกการเรียนรู้ กิจกรรมเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา จากนั้นครูผู้สอน นำเสนอความหมายของจิตตปัญญาศึกษา ด้วย Microsoft PowerPoint 1 และแจ้งกับนักเรียนว่าจากคาบเรียนนี้เป็นต้นไปผู้เรียนจะได้รับการจัดการกระบวนการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ จากนั้นนักเรียนเข้ากลุ่มตามที่ครูผู้สอนจัดไว้

6.2 ขั้นนำเสนอบทเรียน (2 นาที)

ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งคำถามกับนักเรียนเกี่ยวกับนิยามของรูปสามเหลี่ยมคล้าย โดยการสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล [**คำตอบ** รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ 3 คู่]

6.3 ขั้นกิจกรรมกลุ่ม (เทคนิค STAD 10 นาที)

6.3.1 ตัวแทนกลุ่มรับใบกิจกรรมที่ 1 แล้วร่วมกันทำกิจกรรมที่ 1 ในระหว่างการทำ

กิจกรรมครูผู้สอนเดินรอบๆ ห้องเพื่อให้คำแนะนำ เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 เสร็จแล้ว ครูและนักเรียนทั้งห้องร่วมกันอภิปรายกิจกรรมที่ 1 จากนั้นครูผู้สอนนำเสนอรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันจากกิจกรรมที่ 1 ผ่านการนำเสนอด้วย The Geometer's Sketchpad 1

6.3.2 ครูผู้สอนแจกใบความรู้ที่ 1 ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมคล้าย ผู้เรียนในกลุ่มต้องช่วยกันทบทวนความรู้เรื่องรูปสามเหลี่ยมคล้าย คนที่เก่งกว่าช่วยอธิบายให้คนที่อ่อนกว่าฟังจนเข้าใจ แล้วร่วมกันทำแบบฝึกหัดที่ 1 จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบในแบบฝึกหัด

ในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนจะใช้หลักการทางจิตตปัญญาศึกษาในการทำงานโดยครูผู้สอนเน้นให้ สมาชิกในกลุ่มมีการช่วยเหลือ ร่วมแรงร่วมใจกันในการทำงาน และผู้เรียนต้องตระหนักถึงคุณค่าความเป็นมนุษย์ของเพื่อนในกลุ่ม แม้ว่าเพื่อนจะมีความสามารถทางการเรียนน้อยกว่าตนเองก็ตาม และครูผู้สอนต้องเดินสำรวจรอบๆ ห้องเพื่อให้คำแนะนำนักเรียนตอบข้อซักถามของนักเรียน

6.4 ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ (8 นาที)

สมาชิกในกลุ่มทำใบงานที่ 1 เป็นรายบุคคลโดยเพื่อนในกลุ่มไม่ได้ช่วยทำ เมื่อทำเสร็จแล้วให้เปลี่ยนกันตรวจกับกลุ่มอื่น ครูและนักเรียนทั้งห้องร่วมกันเฉลยคำตอบ คะแนนที่ได้จากทุกคนในกลุ่มจะนำมารวมกันแล้วเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม

6.5 ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม (5 นาที)

6.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปนิยามและสมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้าย

6.5.2 ประเมินผลการทำงานกลุ่ม อะไรคือจุดเด่น อะไรคือสิ่งที่ต้องปรับปรุง

ครูผู้สอนให้การเสริมแรงโดยการชมเชยหรือให้รางวัลกับกลุ่มที่ทำงานได้ผ่านเกณฑ์ 70 % และกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด และที่สำคัญครูผู้สอนต้องให้กำลังใจกับกลุ่มที่ทำงานยังไม่ผ่านเกณฑ์

6.5.3 นักเรียนเขียนบันทึกสิ่งที่ได้จากการเรียนในคาบเรียนนี้ สั้นๆ อาจจะเป็นความรู้ที่ได้ หรือความรู้สึก ประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้จากการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนลงในสมุดบันทึกการเรียนรู้

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

สมุดบันทึกการเรียนรู้ (สมุดเล่มเล็ก)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

8.1 การนำเสนอด้วย Microsoft Power point 1

8.2 ใบกิจกรรมที่ 1

8.3 การนำเสนอด้วย The Geometer's Sketchpad 1

8.4 ใบความรู้ที่ 1

8.5 แบบฝึกหัดที่ 1

8.6 ใบงานที่ 1

9. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย

พฤติกรรม	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ 1) สามารถบอกได้ว่ารูปสามเหลี่ยมคูใดเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน 2) บอกนิยามและสมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายได้ 3) หาอัตราส่วนของด้านคู่ที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยมคล้ายที่กำหนดให้ได้	การตอบคำถาม การทำใบงานที่ 1	ใบงานที่ 1	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
ด้านทักษะ / กระบวนการ 1) เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์	การตอบคำถาม การทำกิจกรรมที่ 1	ใบกิจกรรมที่ 1	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1) มีความสนุกสนาน 2) มีความกระตือรือร้น 3) มีการอภิปรายงานร่วมกัน 4) มีการตรวจสอบผลงานร่วมกัน 5) สามารถทำงานเสร็จตามเวลา	ประเมินพฤติกรรม ระหว่างเรียนและหลัง การเรียนรู้	แบบประเมินการทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้สอน

แบบประเมินการทำงานกลุ่มของนักเรียน

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน															รวม	
		มีความ สนุกสนาน			ความ กระตือรือร้น			อภิปราย ร่วมกัน			ตรวจสอบ งาน			ทำงานเสร็จ ตรงเวลา				
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0		
กลุ่ม :																		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
กลุ่ม :																		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
กลุ่ม :																		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		

ผู้ประเมิน

.....

..... / /

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้	คะแนน 9 –10 หมายถึง ดีมาก
	คะแนน 7 – 8 หมายถึง ดี
	คะแนน 5 – 6 หมายถึง ปานกลาง
	คะแนน 0 – 4 หมายถึง ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนน

ความสนุกสนาน	หมายถึง นักเรียนมีความสุข ยิ้มแย้ม ร่าเริง ในการทำกิจกรรม
	2 หมายถึง นักเรียนทุกคนมีความสุข ยิ้มแย้ม ร่าเริง ในการทำกิจกรรม
	1 หมายถึง นักเรียนบางคนมีความสุข ยิ้มแย้ม ร่าเริง ในการทำกิจกรรม
	0 หมายถึง นักเรียนทุกคนไม่มีความสุข ไม่ยิ้มแย้ม ไม่ร่าเริง ในการทำกิจกรรม
ความกระตือรือร้น	หมายถึง นักเรียนตั้งใจเรียน คอยบ้าง ไม่เล่น ไม่ง่วง
	2 หมายถึง นักเรียนทุกคนตั้งใจเรียน คอยบ้าง ไม่เล่น ไม่ง่วง
	1 หมายถึง นักเรียนบางคนตั้งใจเรียน คอยบ้าง ไม่เล่น ไม่ง่วง
	0 หมายถึง นักเรียนทุกคนไม่ตั้งใจเรียน คอยตลอด เล่น ง่วง
ตรวจสอบงาน	หมายถึง นักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่ได้รับมอบหมาย
	2 หมายถึง นักเรียนทุกคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่ได้รับ
มอบหมาย	
	1 หมายถึง นักเรียนบางคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่ได้รับ
มอบหมาย	
	0 หมายถึง นักเรียนทุกคนไม่ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่ได้รับ
มอบหมาย	
อภิปรายร่วมกัน	หมายถึง นักเรียนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
	2 หมายถึง นักเรียนทุกคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
กลุ่ม	
	1 หมายถึง นักเรียนบางคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
กลุ่ม	
	0 หมายถึง นักเรียนทุกคนไม่ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
ทำงานเสร็จตรงเวลา	หมายถึง นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามที่กำหนด
	2 หมายถึง นักเรียนทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามที่กำหนด
	1 หมายถึง นักเรียนบางคนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามที่กำหนด
	0 หมายถึง นักเรียนทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่เสร็จตามที่กำหนด

ใบกิจกรรมที่ 1

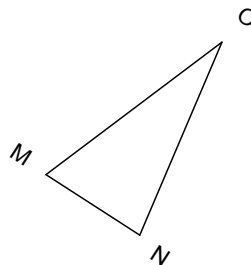
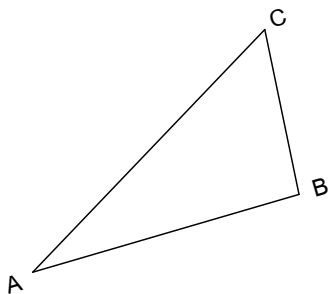
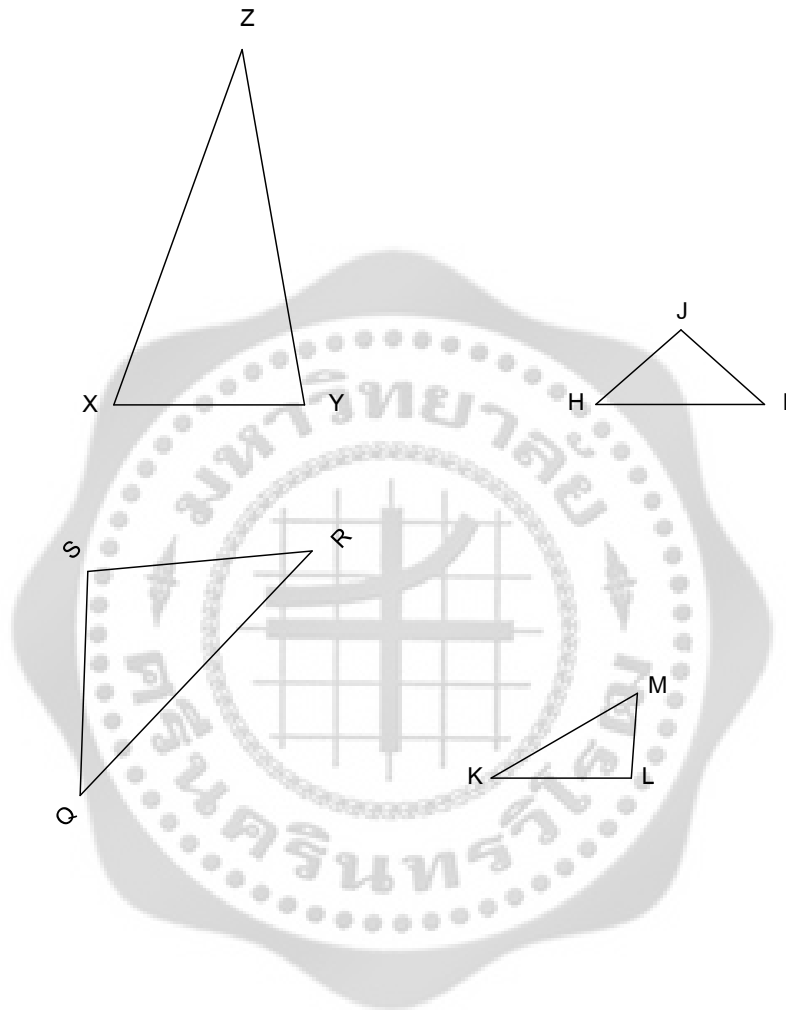
เรื่อง รูปสามเหลี่ยมคล้าย

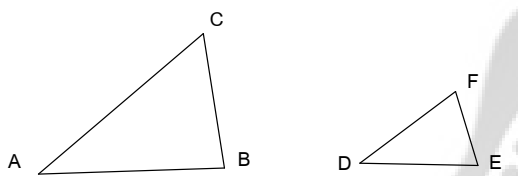
คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันจับคู่รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน
2. สมาชิกในกลุ่มช่วยกันวัดความยาว และมุมของสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน แล้ววาดรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันเป็นคู่ๆ
3. มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และสรุปความรู้ที่ได้จากกิจกรรม



รูปสามเหลี่ยมคู่ใดบ้างที่คล้ายกันคะ



คู่มือ	รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	ความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม(ซ.ม)					ขนาดของมุมของรูปสามเหลี่ยม(องศา)						
00	ตัวอย่าง รูปสามเหลี่ยม ABC คล้ายกับรูปสามเหลี่ยม DEF	\overline{AC}	\overline{BC}	\overline{AB}	\overline{DF}	\overline{EF}	\overline{DE}	$\hat{A}BC$	$\hat{A}CB$	$\hat{B}AC$	$\hat{D}EF$	$\hat{D}FE$	$\hat{E}DF$
													
1	รูปสามเหลี่ยม คล้ายกับรูปสามเหลี่ยม.....												

คู่ที่	รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	ความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม(ซ.ม)						ขนาดของมุมของรูปสามเหลี่ยม(องศา)					
2	รูปสามเหลี่ยม คล้ายกับรูปสามเหลี่ยม.....												
3	รูปสามเหลี่ยม คล้ายกับรูปสามเหลี่ยม.....												



ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง ทบทวนรูปสามเหลี่ยมคล้าย

บทนิยาม รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ 3 คู่

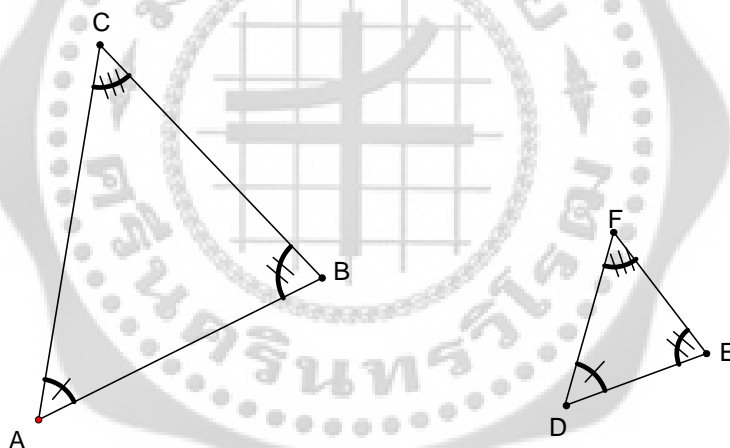
จากรูป $\triangle ABC$ คล้ายกับ $\triangle DEF$ เราใช้สัญลักษณ์ \sim แทน คล้ายกัน

ดังนั้นจึงเขียน $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ แทนข้อความว่า $\triangle ABC$ คล้ายกับ $\triangle DEF$

การใช้สัญลักษณ์ \sim นี้ มักนิยมเขียนจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมคู่ที่มีขนาดของมุมเท่ากัน

ไว้ในตำแหน่งเดียวกัน เช่น ถ้าเขียน $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ หมายความว่า

$$\hat{A} = \hat{D}, \hat{B} = \hat{E}, \text{ และ } \hat{C} = \hat{F}$$



เนื่องจากด้าน AB อยู่ตรงข้ามกับ \hat{C} ด้าน DE อยู่ตรงข้ามกับ \hat{F} และ $\hat{C} = \hat{F}$

จะกล่าวว่า ด้าน AB สมัยกับด้าน DE

ในทำนองเดียวกัน

ด้าน BC อยู่ตรงข้ามกับ \hat{A} และ EF อยู่ตรงข้ามกับ \hat{D} จะกล่าวว่าด้าน BC สมัยกับ

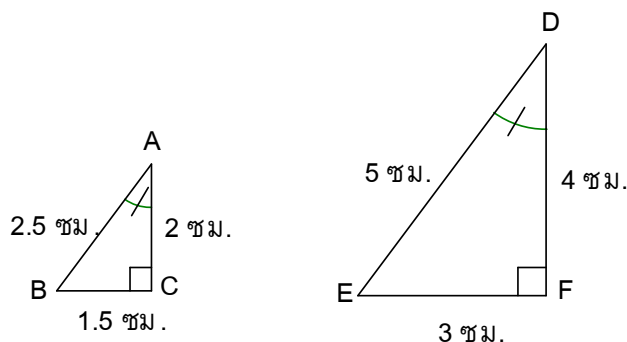
ด้าน EF ด้าน AC อยู่ตรงข้ามกับ \hat{B} และ DF อยู่ตรงข้ามกับ \hat{E} จะกล่าวว่า

ด้าน AC สมัยกับด้าน DF

จะกล่าวว่า $\triangle ABC$ และ $\triangle DEF$ มีด้านคู่ที่สมัยกันสามคู่ ซึ่งได้แก่ \overline{BC} สมัยกับ

\overline{EF} , \overline{AC} สมัยกับ \overline{DF} และ \overline{AB} สมัยกับ \overline{DE}

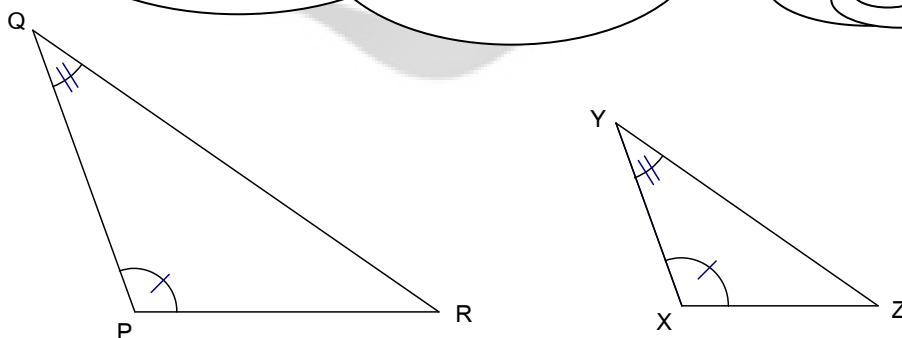
สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน



จากรูป $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ จะได้ $\frac{AB}{DE} = \frac{2.5}{5} = \frac{1}{2}$, $\frac{BC}{EF} = \frac{1.5}{3} = \frac{1}{2}$ และ $\frac{AC}{DF} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

จะเห็นได้ว่า $\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EF} = \frac{AC}{DF} = \frac{1}{2}$ ซึ่งเป็นไปตามสมบัติที่ว่า

ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดคล้ายกัน อัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่อยู่ตรงข้ามกับมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันจะเท่ากัน หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดที่คล้ายกัน อัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันจะเท่ากัน เช่น กำหนดให้ $\triangle PQR \sim \triangle XYZ$ ดังรูป



จะได้ $\frac{PQ}{XY} = \frac{QR}{YZ} = \frac{RP}{ZX}$ หรือ $\frac{XY}{PQ} = \frac{YZ}{QR} = \frac{ZX}{RP}$



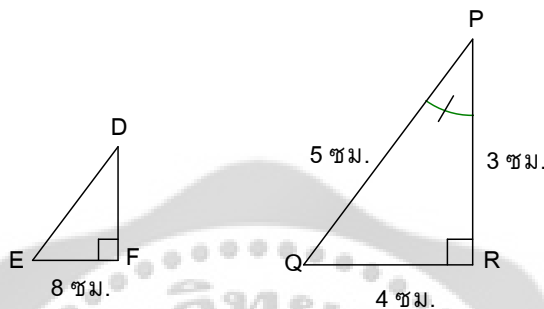
แบบฝึกหัดที่ 1

เรื่อง ทบทวนรูปสามเหลี่ยมคล้าย

ชื่อกลุ่ม

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น เลขที่.....

1. กำหนดให้ $\triangle DEF \sim \triangle PQR$ โดยแต่ละด้านมีความยาวตามที่กำหนดให้ดังรูป จงหาความยาวของ \overline{DE} และ \overline{DF} (โดยไม่ต้องวัด)



เนื่องจาก $\triangle DEF \sim \triangle PQR$ ดังนั้น $\frac{DE}{\dots} = \frac{EF}{QR} = \frac{DF}{PR}$

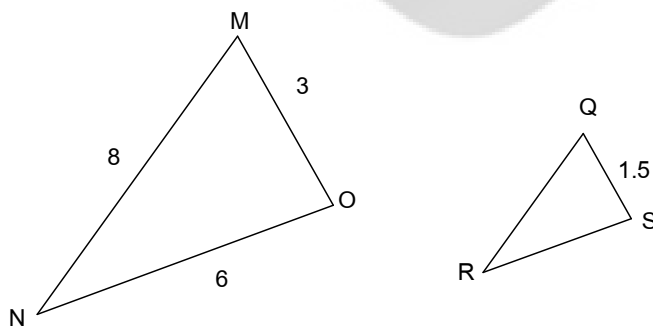
กำหนดให้ \overline{PQ} ยาว 5 ซม. \overline{QR} ยาว 4 ซม. \overline{PR} ยาว 3 ซม. และ \overline{EF} ยาว 8 ซม.

จาก $\frac{EF}{QR} = \frac{DF}{PR}$ จะได้ $\frac{8}{4} = \frac{DF}{3}$ ดังนั้น $DF = \dots$

จาก $\frac{DE}{\dots} = \frac{EF}{QR}$ จะได้ $\frac{DE}{\dots} = \frac{8}{4}$ ดังนั้น $DE = \dots$

ตอบ \overline{DF} ยาว ซม. และ \overline{DE} ยาว ซม.

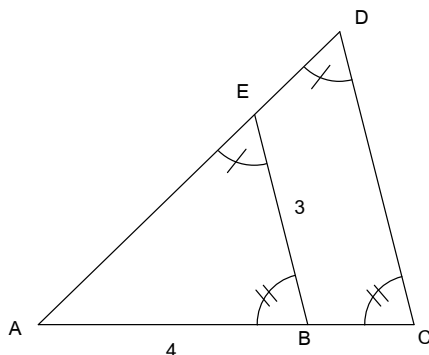
2. กำหนดให้ $\triangle MNO \sim \triangle QRS$ จงหาความยาวของ \overline{QR} และ \overline{RS} (โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ)



ตอบ

 \overline{QR} ยาว หน่วย \overline{RS} ยาว หน่วย

3. จากรูปกำหนดให้ \overline{BE} ขนานกับ \overline{CD} และ $AB=4$ หน่วย, $BC = 1$ หน่วย และ $BE = 3$ หน่วย
จงหาความยาวของ CD



วิธีทำ $\triangle ABE \sim \triangle ACD$ เพราะ $\hat{EAB} = \dots\dots\dots$ เป็นมุมร่วม

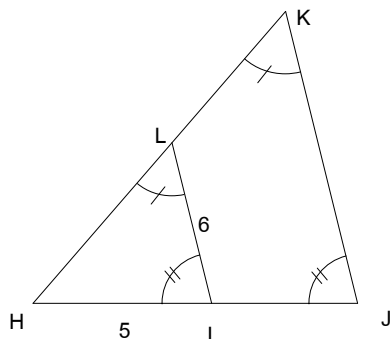
$\hat{ABE} = \hat{ACD}$ เนื่องจาก $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ เนื่องจากเป็น มุมภายนอกและมุมภายในที่เกิดจากเส้นตัดเส้นขนานมีขนาดเท่ากัน

จาก $\triangle ABE \sim \triangle ACD$ จะได้ $\frac{AB}{\dots\dots\dots} = \frac{BE}{\dots\dots\dots} = \frac{AE}{DA}$ จาก $\frac{AB}{\dots\dots\dots} = \frac{BE}{\dots\dots\dots}$

จะได้ $\frac{4}{\dots\dots\dots} = \frac{3}{\dots\dots\dots}$ ดังนั้น $CD = \dots\dots\dots$

ตอบ \overline{CD} ยาว $\dots\dots\dots$ หน่วย

4. จากรูปกำหนดให้ \overline{LI} ขนานกับ \overline{KJ} และ $HI=5$ หน่วย, $IJ = 2$ หน่วย และ $LI=6$ หน่วย
จงหาความยาวของ \overline{KJ}



ตอบ
 \overline{KJ} ยาว $\dots\dots\dots$ หน่วย

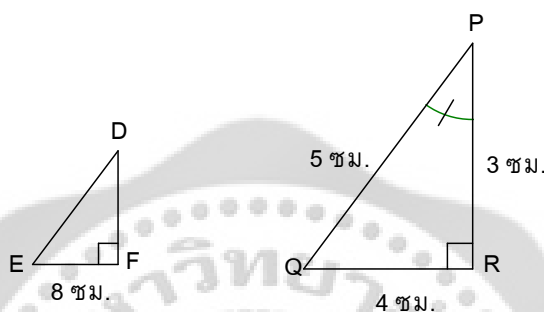
เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

เรื่อง ทบทวนรูปสามเหลี่ยมคล้าย

ชื่อกลุ่ม

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น เลขที่.....

1. กำหนดให้ $\triangle DEF \sim \triangle PQR$ โดยแต่ละด้านมีความยาวตามที่กำหนดให้ดังรูป จงหาความยาวของ \overline{DE} และ \overline{DF} (โดยไม่ต้องวัด)



เนื่องจาก $\triangle DEF \sim \triangle PQR$ ดังนั้น $\frac{DE}{PQ} = \frac{EF}{QR} = \frac{FD}{PR}$

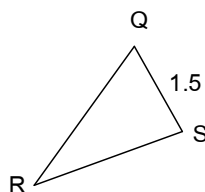
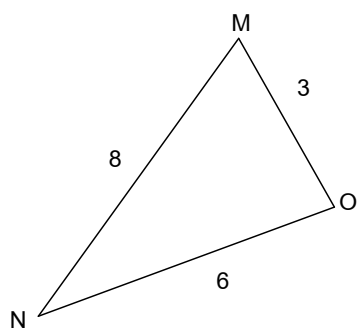
กำหนดให้ \overline{PQ} ยาว 5 ซม. \overline{QR} ยาว 4 ซม. \overline{PR} ยาว 3 ซม. และ \overline{EF} ยาว 8 ซม.

จาก $\frac{EF}{QR} = \frac{FD}{PR}$ จะได้ $\frac{8}{4} = \frac{FD}{3}$ ดังนั้น $FD = \dots 6 \dots$

จาก $\frac{DE}{PQ} = \frac{EF}{QR}$ จะได้ $\frac{DE}{5} = \frac{8}{4}$ ดังนั้น $DE = \dots 10 \dots$

ตอบ \overline{FD} ยาว $\dots 6 \dots$ ซม. และ \overline{DE} ยาว $\dots 10 \dots$ ซม.

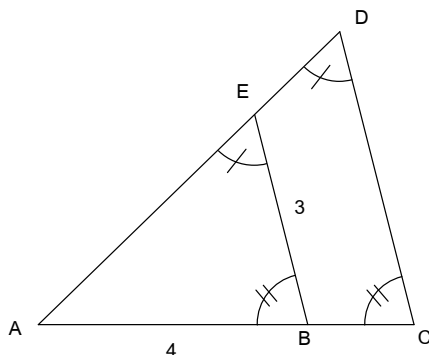
2. กำหนดให้ $\triangle MNO \sim \triangle QRS$ จงหาความยาวของ \overline{QR} และ \overline{RS} (โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ)



ตอบ

 \overline{QR} ยาว $\dots 4 \dots$ หน่วย \overline{RS} ยาว $\dots 3 \dots$ หน่วย

3. จากรูปกำหนดให้ \overline{BE} ขนานกับ \overline{CD} และ $AB=4$ หน่วย, $BC=1$ หน่วย และ $BE=3$ หน่วย
จงหาความยาวของ CD



วิธีทำ $\triangle ABE \sim \triangle ACD$ เพราะ $\hat{EAB} = \hat{DAC}$ เป็นมุมร่วม

$\hat{ABE} = \hat{ACD}$ เนื่องจาก เป็นมุมภายนอกและมุมภายในที่เกิดจากเส้นตัดเส้นขนานมีขนาดเท่ากัน

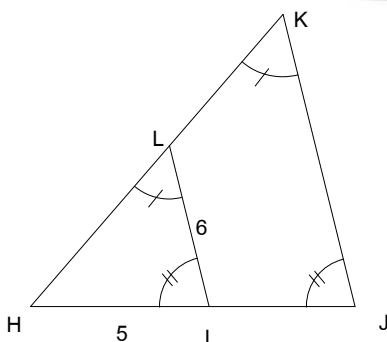
$\hat{AEB} = \hat{ADC}$ เนื่องจากเป็น มุมภายนอกและมุมภายในที่เกิดจากเส้นตัดเส้นขนานมีขนาดเท่ากัน

จาก $\triangle ABE \sim \triangle ACD$ จะได้ $\frac{AB}{AC} = \frac{BE}{CD} = \frac{EA}{DA}$ จาก $\frac{AB}{AC} = \frac{BE}{CD}$

จะได้ $\frac{4}{5} = \frac{3}{CD}$ ดังนั้น $CD = \frac{15}{4} = 3\frac{3}{4}$

ตอบ CD ยาว..... $3\frac{3}{4}$ หน่วย

4. จากรูปกำหนดให้ \overline{LI} ขนานกับ \overline{KJ} และ $HI=5$ หน่วย, $IJ=2$ หน่วย และ $LI=6$ หน่วย
จงหาความยาวของ \overline{KJ}



ตอบ

\overline{KJ} ยาว ... $8\frac{2}{5}$ หน่วย

ใบงานที่ 1

เรื่อง ทบทวนรูปสามเหลี่ยมคล้าย

ชื่อกลุ่ม

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบ หรือเติมคำลงในช่องว่างต่อไปนี้

1. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยม XYZ มี $\hat{X}YZ = 100^\circ$, $\hat{XZY} = 45^\circ$, $\hat{YXZ} = 35^\circ$

รูปสามเหลี่ยม DEF มี $\hat{EDF} = 30^\circ$, $\hat{DFE} = 60^\circ$, $\hat{DEF} = 90^\circ$

รูปสามเหลี่ยม MNO มี $\hat{MON} = 45^\circ$, $\hat{MNO} = 100^\circ$, $\hat{OMN} = 35^\circ$

รูปสามเหลี่ยม SQR มี $\hat{SQR} = 30^\circ$ มุม SRQ เป็นมุมฉาก และ

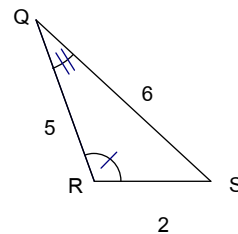
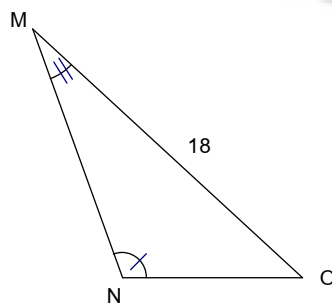
รูปสามเหลี่ยม TUV มี $\hat{UTV} = 45^\circ$ มุม TUV เป็นมุมฉาก รูปสามเหลี่ยมคู่ใดที่คล้ายกัน

.....

2. รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของ.....เท่ากันเป็นคู่ๆ 3 คู่

3. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดที่คล้ายกัน อัตราส่วนของ.....ของด้านคู่ที่สมนัยกันจะเท่ากัน

4. กำหนดให้ $\triangle MNO \sim \triangle QRS$ ดังรูป จะได้ $\frac{MN}{\dots\dots\dots} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$



ดังนั้น ด้าน \overline{MN} ยาว หน่วย และด้าน \overline{ON} ยาว.....หน่วย

เฉลยใบงานที่ 1

เรื่อง ทบทวนรูปสามเหลี่ยม

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบ หรือเติมคำลงในช่องว่างต่อไปนี้

1. กำหนดให้ รูปสามเหลี่ยม XYZ มี $\hat{X}YZ = 100^\circ$, $\hat{XZY} = 45^\circ$, $\hat{YXZ} = 35^\circ$

รูปสามเหลี่ยม DEF มี $\hat{EDF} = 30^\circ$, $\hat{DFE} = 60^\circ$, $\hat{DEF} = 90^\circ$

รูปสามเหลี่ยม MNO มี $\hat{MON} = 45^\circ$, $\hat{MNO} = 100^\circ$, $\hat{OMN} = 35^\circ$

รูปสามเหลี่ยม SQR มี $\hat{SQR} = 30^\circ$ มุม SRQ เป็นมุมฉาก และ

รูปสามเหลี่ยม TUV มี $\hat{UTV} = 45^\circ$ มุม TUV เป็นมุมฉาก รูปสามเหลี่ยมคู่ใดที่คล้ายกัน

รูปสามเหลี่ยม DEF คล้ายกับ รูปสามเหลี่ยม SQR หรือ $\triangle DEF \sim \triangle SQR$

1 คะแนน

รูปสามเหลี่ยม XYZ คล้ายกับ รูปสามเหลี่ยม MNO หรือ $\triangle XYZ \sim \triangle MNO$

1 คะแนน

1 คะแนน

2. รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของ..มุม..เท่ากันเป็นคู่ๆ

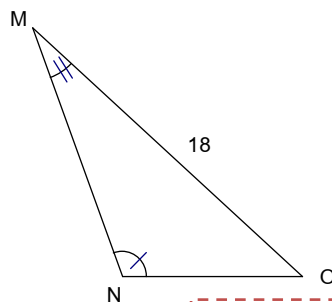
3 คู่

1 คะแนน

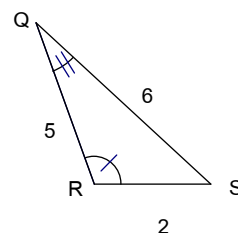
3. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดที่คล้ายกัน อัตราส่วนของ...ความยาว...ของด้านคู่ที่สมนัยกันจะเท่ากัน

4. กำหนดให้ $\triangle MNO \sim \triangle QRS$ ดังรูป จะได้ $\left(\frac{MN}{QR} = \frac{NO}{RS} = \frac{OM}{SQ}\right)$

1 คะแนน



1 คะแนน



1 คะแนน

ดังนั้น ด้าน \overline{MN} ยาว15..... หน่วย และด้าน \overline{ON} ยาว.....6.....หน่วย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 50 นาที

จำนวน 30 ข้อ

30 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักเรียน **X** เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ มีมุม Y เป็นมุมฉาก ข้อใดต่อไปนี้กล่าว ไม่ ถูกต้อง

ก. อัตราส่วนของความยาวของด้านตรงข้ามมุม X ต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เรียกว่า ไซน์ (sine) ของมุม X

ข. อัตราส่วนของความยาวของด้านประชิดมุม X ต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เรียกว่า โคไซน์ (cosine) ของมุม X

ค. อัตราส่วนของความยาวของด้านประชิดมุม Y ต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เรียกว่า โคไซน์ (cosine) ของมุม Y

ง. อัตราส่วนของความยาวของด้านประชิดมุม Y ต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุม Y เรียกว่า แทนเจนต์ (tangent) ของมุม Y

2. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก QRS มีมุม R เป็นมุมฉาก ข้อใดต่อไปนี้กล่าว ไม่ ถูกต้อง

ก. $\sec Q = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม Q}}$

ข. $\csc Q = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม Q}}$

ค. $\cot S = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม S}}{\text{ความยาวของด้านตรงประชิดมุม S}}$

ง. $\csc S = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม S}}$

3. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก QRS มีมุม R เป็นมุมฉาก ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

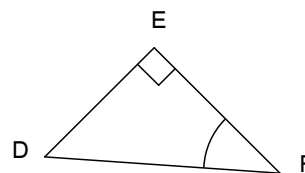
ก. $\sec Q$ คือ ส่วนกลับของ $\sin Q$ เมื่อ $\sin Q \neq 0$

ข. $\cot Q$ คือ ส่วนกลับของ $\tan Q$ เมื่อ $\tan Q \neq 0$

ค. $\operatorname{cosec} S$ คือ ส่วนกลับของ $\cos S$ เมื่อ $\cos S \neq 0$

ง. $\cot S$ คือ ส่วนกลับของ $\cos S$ เมื่อ $\cos S \neq 0$

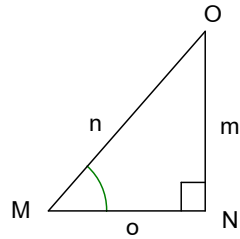
4. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก DEF ดังรูป $\tan F$ เท่ากับข้อใด



ก. $\frac{DE}{DF}$
ข. $\frac{EF}{DF}$

ค. $\frac{DE}{EF}$
ง. $\frac{DF}{EF}$

5. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก MNO ดังรูป
 $\sin M$ เท่ากับข้อใด



- | | |
|------------------|------------------|
| ก. $\frac{n}{m}$ | ค. $\frac{o}{n}$ |
| ข. $\frac{m}{n}$ | ง. $\frac{m}{o}$ |

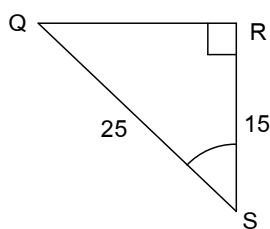
6. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC มีมุม A เป็นมุมฉาก ถ้า $\cos B = \frac{6}{10}$ แล้ว $\tan C$ มีค่าเท่าไร

- | | |
|------------------|------------------|
| ก. $\frac{3}{4}$ | ค. $\frac{4}{5}$ |
| ข. $\frac{3}{5}$ | ง. $\frac{4}{3}$ |

7. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ มีมุม Y เป็นมุมฉาก ถ้า $\cos X = 0.5$ แล้ว $\cos Z$ มีค่าเท่าใด

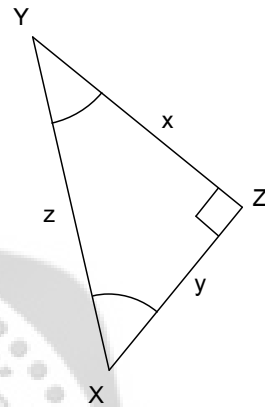
- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| ก. $\frac{1}{2}$ | ค. $\sqrt{3}$ |
| ข. $\frac{1}{\sqrt{3}}$ | ง. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ |

8. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก QRS ดังรูป มีมุม R เป็นมุมฉาก $\cot S$ มีค่าเท่าใด



- | | |
|------------------|------------------|
| ก. $\frac{3}{5}$ | ค. $\frac{3}{4}$ |
| ข. $\frac{4}{5}$ | ง. |
| ค. $\frac{5}{4}$ | |

9. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง

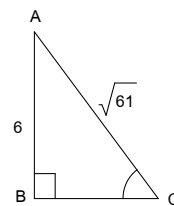


- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| ก. $\sec Y = \frac{z}{y}$ | ค. $\sec X = \frac{z}{x}$ |
| ข. $\csc X = \frac{x}{z}$ | ง. $\cot Y = \frac{x}{y}$ |

10. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ ที่มีมุม Y เป็นมุมฉาก ถ้า $\sin X = \frac{5}{13}$ ข้อใด ไม่ ถูกต้อง

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| ก. $\sec Z = \frac{13}{5}$ | ค. $\cot X = \frac{12}{5}$ |
| ข. $\csc Z = \frac{12}{13}$ | ง. $\sec X = \frac{13}{12}$ |

11. จากรูป $\cos A \sec C$ มีค่าเท่ากับข้อใด



- | | |
|--------------------------|------------------|
| ก. $\frac{5}{\sqrt{61}}$ | ค. $\frac{6}{5}$ |
|--------------------------|------------------|

$$\text{ข. } \frac{\sqrt{61}}{5} \qquad \text{ง. } \frac{5}{6}$$

12. $\sin 45^\circ \tan 60^\circ \operatorname{cosec} 60^\circ$ มีค่าเท่ากับ
ข้อใด

$$\text{ก. } \sqrt{2} \qquad \text{ค. } \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{ข. } \sqrt{3} \qquad \text{ง. } \frac{\sqrt{3}}{2}$$

13. $\sin 30^\circ \sin 45^\circ \sin 60^\circ$ มีค่าเท่ากับข้อ
ใด

$$\text{ก. } \frac{1}{2} \qquad \text{ค. } \frac{\sqrt{6}}{6}$$

$$\text{ข. } \frac{\sqrt{3}}{2} \qquad \text{ง. } \frac{\sqrt{6}}{8}$$

14. $\sec 45^\circ \cos 30^\circ \cot 60^\circ$ มีค่าเท่ากับข้อ
ใด

$$\text{ก. } \sin 30^\circ \qquad \text{ค. } \cos 45^\circ$$

$$\text{ข. } \cos 30^\circ \qquad \text{ง. } \tan 60^\circ$$

15. $4 \sin 30^\circ \cos 30^\circ \tan 30^\circ$ มีค่าเท่ากับข้อ
ใด

$$\text{ก. } 1 \qquad \text{ค. } 3$$

$$\text{ข. } 2 \qquad \text{ง. } 4$$

16. ข้อใดกล่าว ไม่ ถูกต้อง

$$\text{ก. } \sin 30^\circ = \cos 60^\circ$$

$$\text{ข. } \tan 60^\circ = \frac{\sin 60^\circ}{\cos 60^\circ}$$

$$\text{ค. } \cos 30^\circ = \sin 60^\circ$$

$$\text{ง. } \tan 30^\circ = \tan 60^\circ$$

17. $\frac{\cos 45^\circ \cos 30^\circ \sec 45^\circ}{\sin 60^\circ \tan 45^\circ}$ มีค่าเท่าใด

$$\text{ก. } 1 \qquad \text{ค. } 3$$

$$\text{ข. } 2 \qquad \text{ง. } 4$$

จงใช้ตารางค่าโดยประมาณของอัตราส่วน
ตรีโกณมิติต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 18-21

A	sin A	cos A	tan A
1°	.017	.999	.017
2°	.035	.999	.035
3°	.052	.999	.052
4°	.070	.998	.070
5°	.087	.996	.087
6°	.105	.995	.105
7°	.122	.993	.123
8°	.139	.990	.141
9°	.156	.988	.158
10°	.174	.985	.176
11°	.191	.982	.194
12°	.208	.978	.213
13°	.225	.974	.231
14°	.242	.970	.249
15°	.259	.966	.268

18. $\sin 76^\circ$ มีค่าเท่ากับข้อใด

$$\text{ก. } 0.970 \qquad \text{ค. } 0.242$$

$$\text{ข. } 0.249 \qquad \text{ง. } \text{ผิดทุกข้อที่กล่าวมา}$$

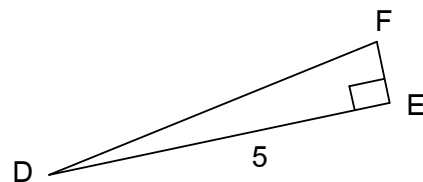
19. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

$$\text{ก. } \sin 83^\circ = \frac{993}{100} \qquad \text{ค. } \tan 2^\circ = \frac{3.5}{10}$$

$$\text{ข. } \cos 89^\circ = \frac{17}{1000} \qquad \text{ง. } \tan 13^\circ = \frac{231}{100}$$

20. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก DEF ดังรูป

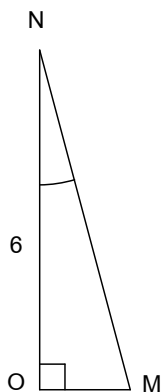
เมื่อ $\angle DFE = 80^\circ$ ด้าน EF ยาวเท่าใด



$$\text{ก. } 0.28 \text{ หน่วย} \qquad \text{ค. } 1.28 \text{ หน่วย}$$

$$\text{ข. } 0.88 \text{ หน่วย} \qquad \text{ง. } 5.08 \text{ หน่วย}$$

21. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก MNO ดังรูป เมื่อ $\angle MNO = 15^\circ$ ด้าน NM ยาวกี่หน่วย

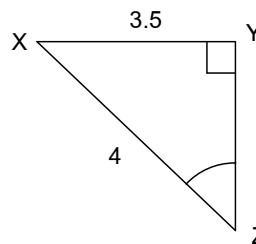


- ก. 6.21 หน่วย ค. 23.24 หน่วย
- ข. 12.21 หน่วย ง. 27.21 หน่วย

จงใช้ตารางค่าโดยประมาณของอัตราส่วนตรีโกณมิติต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 22

A	sin A	cos A	tan A
46°	.719	.695	1.036
47°	.731	.682	1.072
48°	.743	.669	1.111
49°	.755	.656	1.150
50°	.766	.643	1.192
51°	.777	.629	1.235
52°	.788	.616	1.280
53°	.799	.602	1.327
54°	.809	.588	1.376
55°	.819	.574	1.428
56°	.829	.559	1.483
57°	.839	.545	1.540
58°	.848	.530	1.600
59°	.857	.515	1.664
60°	.866	.500	1.732
61°	.875	.485	1.804
62°	.883	.469	1.881

22. จากรูป XZY มีขนาดกี่องศา



- ก. 58° ค. 60°
- ข. 59° ง. 61°

23. สมหวังนำบันไดยาว 50 ฟุต พาดเข้ากับกำแพงให้ปลายของบันไดอยู่ชิดกับขอบบนของกำแพงพอดี เขาสังเกตเห็นว่าบันไดทำมุม 60 องศา กับพื้นราบ กำแพงสูงกี่ฟุต

- ก. 25 ฟุต ค. $25\sqrt{3}$ ฟุต
- ข. $25\sqrt{2}$ ฟุต ง. $50\sqrt{3}$ ฟุต

24. อานนท์ยืนห่างจากต้นมะพร้าวเป็นระยะ 10 เมตร เมื่อมองขึ้นไปจุดยอดของต้นมะพร้าวด้วยมุมเงย 60° ต้นไม้มีความสูงกี่เมตร เมื่อความสูงจากพื้นดินถึงระดับสายตาของอานนท์เป็น 1.7 เมตร (กำหนดให้

$\tan 60^\circ = 1.732$)

- ก. 12.32 เมตร ค. 17.32 เมตร
- ข. 15.32 เมตร ง. 19.02 เมตร

25. วันชัยยืนอยู่บนหน้าผาสูง 100 เมตร มองเห็นกองหินบนพื้นดินข้างล่างในแนวเดียวกันกับมุมก้ม 30 องศา กองหินกองนั้นอยู่ห่างจากหน้าผากี่เมตร

- ก. 100 เมตร ค. $50\sqrt{3}$ เมตร
- ข. $25\sqrt{3}$ เมตร ง. $100\sqrt{3}$ เมตร

26. ทางขึ้นที่จอดรถเอียง 30 องศา และสูงจากพื้น 5 เมตร อยากทราบว่า ทางขึ้นที่จอดรถยาวกี่เมตร

- ก. 10 เมตร ค. 14 เมตร
ข. 12 เมตร ง. 16 เมตร

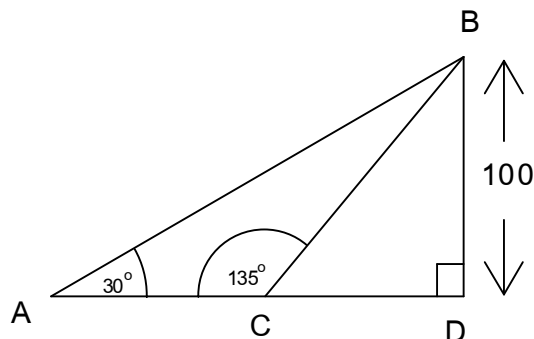
27. บ้านไดโหนดไฟของอาคารแห่งหนึ่งเอียง 60 องศา ความสูงของแต่ละชั้นของอาคารเท่ากับ 4 เมตร บ้านใดแต่ละชั้นของอาคารแห่งนี้ยาวกี่เมตร

- ก. $\frac{4\sqrt{3}}{3}$ เมตร ค. $4\sqrt{3}$ เมตร
ข. $\frac{8\sqrt{3}}{3}$ เมตร ง. $8\sqrt{3}$ เมตร

28. วารีย์ยืนอยู่ริมถนนที่จุด A แล้วใช้ตู้โทรศัพท์ที่ฝั่งตรงข้ามเป็นจุดสังเกต(จุด B) จากนั้นวารีย์เดินเลียบไปตามถนนเป็นระยะทาง 4 เมตร หยุดที่จุด C จะได้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มุม A เป็นมุมฉาก และ $\hat{ACB} = 60^\circ$ ถนนนี้กว้างกี่เมตร (กำหนดให้ $\sqrt{3} = 1.732$)

- ก. 4.2 เมตร ค. 10.5 เมตร
ข. 6.93 เมตร ง. 12 เมตร

29. จากรูป AC มีความยาวกี่หน่วย (กำหนด $\sqrt{3} = 1.732$)



- ก. 27.3 ค. 273
ข. 73.2 ง. 732

30. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC มี $BC \perp AC$ และมุม A มีขนาด 51° ด้าน BC ยาว 1.554 หน่วย ความยาวรอบรูปสามเหลี่ยม ABC มีค่าเท่าใด (กำหนดให้

$$\sin 51^\circ = 0.777, \cos 51^\circ = 0.629)$$

- ก. 2.812 หน่วย ค. 6.812 หน่วย
ข. 4.812 หน่วย ง. 8.812 หน่วย

+++++ โชคดีในการทำข้อสอบนะคะ +++++



ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี
โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)
2. อาจารย์ นงคราญ สุนทรวัฒน์
โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
3. อาจารย์ สมศรี ไชยชมภู
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวเจริญขวัญ น้าพา
วันเดือนปีเกิด	17 มกราคม 2526
สถานที่เกิด	อ.ไชยวาน จ.อุดรธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	154 ม. 2 ต. หนองหลัก อ. ไชยวาน จ. อุดรธานี 41290
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนหนองหานวิทยา อ.หนองหาน จ.อุดรธานี 41130
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2545	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.สกลนคร
พ.ศ. 2549	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2550	ประกาศนียบัตรบัณฑิตบัณฑิตทางการสอน (คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2554	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ