

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์
 - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.3 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 1.4 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
2. การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.1 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD
 - 3.2 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.5 กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยในประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 1) ได้กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 2 – 3) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิยามภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษา สาระที่ 4 พีชคณิต มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 5) ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้

3.1 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

3.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3.3 สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน และสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

3.4 ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

3.5 สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

3.6 สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

3.7 สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อความเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูล โดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

3.8 เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

3.9 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

3.10 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

4. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้จัดทำสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในสาระที่ 4 พีชคณิต และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 46 – 55)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ และ อสมการ กราฟและตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ ต่างๆ ตลอดจนแปล ความหมายและนำไปใช้ แก้ปัญหา	- แก้สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียวอย่างง่าย - เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปร เดียวจากสถานการณ์ หรือ ปัญหาอย่างง่าย	- สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว - การเขียนสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวจาก สถานการณ์หรือปัญหา
ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ และ อสมการ กราฟและตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ ต่างๆ ตลอดจนแปล ความหมายและนำไปใช้ แก้ปัญหา (ต่อ)	- แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อย่างง่ายพร้อมทั้งตระหนัก ถึงความสมเหตุสมผลของ คำตอบ	- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว
ค 6.1 มีความสามารถในการ แก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ ความหมายทาง คณิตศาสตร์และการ นำเสนอการเชื่อมโยง ความรู้ต่างๆ ทาง คณิตศาสตร์และการ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่นๆ และมีความคิด สร้างสรรค์	- ใช้วิธีการที่หลากหลาย ใช้ ความรู้ ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม	

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษา มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา ตัวชี้วัดชั้นปี แก่สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหาอย่างง่ายแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ และมาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดสร้างสรรค์ ตัวชี้วัดชั้นปี ใช้วิธีการที่หลากหลาย ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้เกิดประสิทธิภาพ จะต้องคำนึงถึงหลักการสอนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ซึ่ง บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529 : 24 – 25) ได้กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษา มีหลักที่ควรพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ดังนี้

1. สอนโดยคำนึงถึงความพร้อมของเด็ก คือ พร้อมในด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม สติปัญญา และพร้อมในแง่ความรู้พื้นฐานที่จะมาต่อเนืองกับความรู้ใหม่
2. การจัดกิจกรรมการสอนต้องจัดให้เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความสนใจและความสามารถของเด็ก
3. การจัดกิจกรรมการสอนควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย โดยเฉพาะความแตกต่างทางด้านสติปัญญา
4. ควรเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มก่อนเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้
5. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีระบบที่จะต้องเรียนไปตามลำดับชั้นการสอนเพื่อสร้างความคิดความเข้าใจ ในระยะเริ่มแรกจะต้องเป็นประสบการณ์ที่ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน
6. การสอนแต่ละครั้งจะต้องมีจุดประสงค์ที่แน่นอนว่าจัดกิจกรรม เพื่อสนองจุดประสงค์อะไร
7. เวลาที่ใช้สอนควรเหมาะสมไม่นานจนเกินไป
8. จัดกิจกรรมที่มีการยืดหยุ่นได้ ให้เด็กมีโอกาสเลือกทำกิจกรรมได้ตามความพอใจ และความถนัดของตนเองให้อิสระในการทำงานแก่เด็ก และควรปลูกฝังเจตคติแก่เด็กในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์การสอนที่ดีควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการวางแผนร่วมกับครู

ยูพิน พิพิชกุล (2530 : 49 – 50) ได้เสนอหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่ยากเช่นยกตัวอย่างอาจจะเป็นตัวเลขง่ายๆเสียก่อนแล้วไปสู่สัญลักษณ์
2. ควรเปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมในเรื่องที่สามารถใช้สื่อรูปธรรมประกอบการสอนได้
3. สอนให้สัมพันธ์ความคิดเมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรจะทบทวนให้หมดก่อนการรวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำได้แม่นยำขึ้น
4. เปลี่ยนวิธีการสอนไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่ายควรจะสอนให้สนุกสนานและน่าสนใจ อาจจะมีเกมเพลงการทำภาพประกอบเป็นต้น
5. ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้นโดยการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อเร้าความสนใจ
6. สอนให้ผ่านประสาทสัมผัสผู้สอนอย่าพูดโดยไม่ให้เห็นตัวอักษร
7. ควรจะคำนึงถึงประสบการณ์เดิมและทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่กิจกรรมใหม่ควรต่อเนื่องกิจกรรมเก่า
8. เรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อมๆกันเช่นเซตที่เท่ากันกับเซตที่เทียบเท่ากัน
9. ให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้าง ไม่ใช่เน้นแต่เนื้อหา
10. ไม่ควรเป็นเรื่องที่ยากเกินไป ควรส่งเสริมเป็นรายบุคคล การสอนต้องคำนึงถึงหลักสูตร และเลือกเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสม
11. สอนให้นักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดหรือมโนคติ
12. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้
13. ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น
14. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้นและตื่นตัวอยู่เสมอ
15. ผู้สอนควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติม และควรเป็นคนที่ศรัทธาในวิชาชีพของตน จึงจะทำให้สอนได้ดี

นอกจากนี้ ยูพิน พิพิชกุล (2539 : 14 – 15) ยังได้กล่าวอีกว่า ในการจัดการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้หลากหลายรูปแบบการที่จะจัดการเรียนการสอนอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับคุณพินิจของผู้สอน ซึ่งจะต้องพยายามจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียนไม่ว่าจะเป็นในด้านร่างกายอารมณ์และสติปัญญา เพราะนักเรียนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันทั้งความสามารถในการเรียน และวิธีเรียนไม่เหมือนกัน ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความพร้อมในแง่ของความรู้พื้นฐานที่จะมาต่อเนื่องกับความรู้ใหม่ด้วยครูอาจต้องจัดให้มีการทบทวนหรือปรับความรู้พื้นฐานให้นักเรียนก่อนเรียน

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีควรเป็นไปตามหลักการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบในการเรียนการสอนที่มีลำดับขั้นมีการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน หรืออาจเป็นการทบทวนความรู้เดิมให้นักเรียนก่อนที่จะทำการสอนเนื้อหาใหม่ในขั้นต่อไป เช่น ก่อนที่จะทำการสอนในเรื่องสมการและการแก้สมการผู้สอนควรทบทวนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบวกการลบการคูณและการหารจำนวนเต็มให้นักเรียนก่อนหรือในเรื่องการแยกตัวประกอบ พหุนามผู้สอนอาจทบทวนในเรื่องเกี่ยวกับเอโกนามและพหุนามจากนั้นในขั้นสอนผู้สอนจะต้องเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเองการจัดกิจกรรมให้หลากหลาย ๆ วิธี เช่น วิธีสอนแบบใช้คำถามแบบสาริตแบบบรรยายแบบทดลองแบบวิเคราะห์ สังเคราะห์แบบอุปนัยนิรนัยแบบค้นพบเป็นต้นทั้งนี้ผู้สอนอาจใช้วิธีหลาย ๆ วิธีร่วมกันเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด (ยูพิน พิพิชกุล, 2539 : 42)

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 110) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ว่า ครูจำเป็นที่จะต้องทราบหลักการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และนำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ในการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจมีความรู้และประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักการสอนคณิตศาสตร์ของยูพิน พิพิชกุล (2530 : 49 – 50) ดังนี้

1. สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม
2. สอนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนก่อนสอนสิ่งที่อยู่ไกลจากตัวนักเรียน
3. สอนจากเรื่องที่ยากก่อนการสอนเรื่องที่ยาก
4. สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน
5. สอนให้คิดไปตามลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล โดยขั้นตอนที่กำลังทำเป็นผลมาจากขั้นตอนก่อนหน้านั้น

6. สอนด้วยอารมณ์ขัน ทำให้นักเรียนเกิดความเพลิดเพลิน
7. สอนด้วยหลักจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้กับนักเรียน
8. สอนโดยการนำไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น

วัชร กัญจนเกียรติ (2554 : 14) ได้กล่าวถึง หลักการและแนวทางการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลายและเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

2. สอนให้นักเรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์

3. สอนโดยคำนึงว่าจะให้นักเรียนเรียนอะไร (What) และเรียนอย่างไร (How) นั่นคือต้องคำนึงถึงทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียน

4. สอนโดยใช้สิ่งที่ป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรมหรือการทำให้สิ่งที่ป็นนามธรรมมาก ๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้นหรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้นทั้งนี้เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่สามารถหาสื่อมาอธิบายได้

5. จัดกิจกรรมการสอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของนักเรียน

6. สอนโดยใช้การฝึกหัดให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งการฝึกรายบุคคลการฝึกเป็นกลุ่มการฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น

7. สอนเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาสามารถให้เหตุผลเชื่อมโยงสื่อสารและคิดอย่างสร้างสรรค์ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปคิดต่อ

8. สอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

9. ผู้สอนควรศึกษาธรรมชาติและศักยภาพของนักเรียนเพื่อจะได้กิจกรรมการสอนให้สอดคล้องกับนักเรียน

10. สอนให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์รู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์ไม่ยากและมีความสุขสนุกสนานในการทำกิจกรรม

11. ตั้งเกตและประเมินการเรียนรู้และความเข้าใจของนักเรียนขณะเรียนในห้องโดยใช้คำถามสั้น ๆ หรือการพูดคุยปกติ

จากหลักการสอนคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า การสอนคณิตศาสตร์จะต้องสอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องที่ยาก สอนให้สามารถเปลี่ยนสิ่งที่ป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม สอนให้มีการสัมพันธ์ความคิดทั้งนี้ต้องคำนึงถึงประสบการณ์เดิมหรือพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน คำนึงถึงวิธีการสอนที่หลากหลายไม่ซ้ำซาก ส่วนตัวผู้สอนเองจะต้องมีความกระตือรือร้น หมั่นแสวงหาความรู้ให้กับตัวเอง และมีอารมณ์ขันเพื่อให้บรรยากาศในการเรียนการสอนสนุกสนานมากขึ้น ซึ่งจะป็นแรงจูงใจและสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

สลาวิน (Slavin, 1994 : 97 – 110) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ป็นวิธีสอนที่นำไปประยุกต์ใช้ได้หลายวิชาและหลายระดับชั้น โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย

โดยทั่วไปมีสมาชิกในกลุ่ม 4 คน ที่มีความสามารถต่างกัน เป็นนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน นักเรียนในกลุ่มต้องเรียนและรับผิดชอบงานของกลุ่มร่วมกันนักเรียนจะประสบผลสำเร็จก็ต่อเมื่อเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคน ประสบผลสำเร็จ บรรลุเป้าหมายร่วมกัน จึงทำให้นักเรียนช่วยเหลือจากการพึ่งพากันและสมาชิกในกลุ่มจะได้รับรางวัลร่วมกันเมื่อกลุ่มทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ศิริพร ทิพย์คง (2545 : 151) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่ต้องการเน้นให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ได้เรียนรู้ร่วมกัน เกิดความร่วมมือ ความรับผิดชอบและการช่วยเหลือกัน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ตลอดจนการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ทิสนา แคมมณี (2555 : 265) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระต่างๆ ด้วยตนเองและด้วยความร่วมมือและความช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะทางสังคมต่างๆ เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการสร้างความสัมพันธ์ รวมทั้งทักษะการแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด การแก้ปัญหาอื่น ๆ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 134) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งเป็นลักษณะการรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจน มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

อารี สันหลวี (2543 : 33) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือว่า เป็นวิธีการเรียนที่ให้นักเรียนทำงานด้วยกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อให้เกิดผลการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และทางด้านจิตใจ ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าในความแตกต่างระหว่างบุคคลของเพื่อน ๆ เคารพความคิดเห็นและความสามารถของผู้อื่นที่แตกต่างจากตนตลอดจนรู้จักช่วยเหลือและสนับสนุนเพื่อน ๆ ในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจะมีการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย โดยมีจำนวนระหว่าง 2 – 6 คน

ชนาธิป พรกุล (2554 : 102) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นวิธีให้นักเรียนทำงานด้วยกันในกลุ่มย่อยได้เรียนรู้และรับผิดชอบแทนร่วมกัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกระดับความสามารถ ส่งเสริมการช่วยเหลือร่วมมือระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน และนักเรียนได้รับประสบการณ์การเป็นผู้ชนะ และมีความสำเร็จร่วมกัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมืออาศัยแนวคิดที่ว่า เด็กอ่อนได้เรียนรู้และปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนที่เก่งกว่า ในขณะที่ด้วยกันเด็กเก่งได้เรียนรู้ถึงความอดทนและเข้าใจความ

แตกต่างระหว่างบุคคล โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงที่ต้องการความร่วมมือกันทำงาน ไปสู่เป้าหมายเดียวกันมากกว่าการแข่งขัน ซึ่งการแข่งขันจะทำให้นักเรียนอ่อนหมดกำลังใจ

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันและกัน โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน แต่ละกลุ่มมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ทักษะซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่ การฟังพาทอาศัยซึ่งกันและกัน ในทางบวก การรับผิดชอบของกลุ่ม การติดต่อปฏิสัมพันธ์กันโดยตรง ทักษะความสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกัน กระบวนการกลุ่ม ในการทำงานร่วมกัน

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกัน ในกลุ่มของนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ซึ่งจอห์นสันและจอห์นสัน (Johnson and Johnson. 1991 : 8 ; อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง. 2545 : 151) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ สรุปได้ดังนี้

1. การฟังพาทอาศัยซึ่งกันและกัน ในทางบวก นักเรียนจะต้องเข้าใจว่าความสำเร็จของแต่ละคนในกลุ่มขึ้นอยู่กับความสำเร็จของกลุ่ม งานของกลุ่มจะประสบความสำเร็จบรรลุจุดประสงค์ได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับสมาชิกทุกคนในกลุ่มที่จะต้องช่วยเหลือฟังพาทอาศัยกัน

2. การรับผิดชอบของกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนต้องมีความรับผิดชอบร่วมกัน ในการทำงานของกลุ่ม เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงเป็นหน้าที่ของสมาชิกในแต่ละกลุ่มที่จะต้องคอยตรวจสอบดูว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มเกิดการเรียนรู้หรือไม่ ทุกคนช่วยกันรับผิดชอบการเรียนรู้ในงานทุกขั้นตอนของสมาชิกในกลุ่ม โดยมีการประเมินว่า ทุกคนเข้าใจ รู้เรื่อง เห็นด้วยหรือไม่กับงานของกลุ่ม ให้แต่ละคนนำผลงานของตนมาอธิบายมีการอภิปรายและลงข้อสรุปความเห็นร่วมกัน

3. การติดต่อปฏิสัมพันธ์กันโดยตรง การปฏิสัมพันธ์จะเกิดขึ้นได้ เมื่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีการส่งเสริมสนับสนุนความคิด ผลงานซึ่งกันและกัน มีการอธิบายการทำ ความเข้าใจและการให้เหตุผลต่าง ๆ ร่วมกัน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีความเข้าใจ และเรียนรู้การรู้จักอยู่ร่วมกันในสังคมมากขึ้น

4. ทักษะความสัมพันธ์กันในกลุ่มเล็กและผู้อื่น การทำงานเป็นกลุ่มเล็กจะต้องได้รับการฝึกฝนเป็นอย่างดี เพื่อให้งานบรรลุความสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย ทำให้งานของกลุ่มมีประสิทธิภาพสูง สมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องไว้วางใจซึ่งกันและกัน ต้องยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน สนับสนุนกัน มีวิธีการสื่อสารและสื่อความหมายที่ชัดเจน

5. กระบวนการกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันทำงาน แสดงความคิดเห็น เมื่อทำงานเสร็จแล้วสมาชิกในกลุ่มสามารถตอบคำถาม อธิบายงาน บอกที่มาของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ สมาชิกต้องช่วยกันประเมินประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่ม และประเมินได้ว่าสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มสามารถปรับปรุงการทำงานของตนให้ดีขึ้นได้อย่างไร

ทิสนา แคมมณี (2555 : 265) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือต้องอาศัยหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือตามที่จอห์นสันและจอห์นสัน (Johnson and Johnson. 1991 : 9 ; อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง. 2545 : 151) หลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ สรุปได้ดังนี้

1. การเรียนรู้ต้องอาศัยหลักพึ่งพากัน โดยถือว่าทุกคนมีความสำคัญเท่าเทียมกันและจะต้องพึ่งพากัน
2. การเรียนรู้ที่ดีต้องอาศัยการหันหน้าเข้าหากัน มีปฏิสัมพันธ์กัน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อมูล และการเรียนรู้ต่าง ๆ
3. การเรียนรู้ต้องอาศัยทักษะทางสังคม โดยเฉพาะทักษะในการทำงานร่วมกัน
4. การเรียนรู้ร่วมกันควรมีการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม
5. การเรียนรู้ร่วมกันจะต้องมีผลงานหรือผลสัมฤทธิ์ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มที่สามารถตรวจสอบและวัดประเมินได้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 134) ได้เสนอองค์ประกอบสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีรายละเอียดดังนี้

1. การมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันในทางบวก หมายถึง การที่สมาชิกในกลุ่มมีการทำงานอย่างมีเป้าหมายร่วมกัน มีการแข่งขัน มีการใช้วัสดุอุปกรณ์และข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกัน มีบทบาท หน้าที่ และประสบความสำเร็จร่วมกัน รวมทั้งได้รับผลประโยชน์หรือรางวัลโดยเท่าเทียมกัน
2. การปฏิบัติสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดระหว่างการทำงานกลุ่ม เป็นการเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อธิบายความรู้ให้แก่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มฟัง และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งกันและกัน
3. การตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน เป็นกิจกรรมที่ตรวจเช็คหรือทดสอบให้มั่นใจว่าสมาชิกมีความรับผิดชอบต่องานกลุ่มหรือไม่ เพียงใด โดยสามารถที่จะทดสอบเป็นรายบุคคล เช่น การสังเกต การทำงาน การสุ่มถามปากเปล่า เป็นต้น
4. การใช้ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย ในการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อให้งานกลุ่มประสบความสำเร็จ นักเรียนควรจะได้รับการศึกษาฝึกฝนทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่ม เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการเป็นผู้นำ ทักษะการตัดสินใจ การแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการกลุ่ม เป็นต้น

5. กระบวนการกลุ่ม เป็นกระบวนการทำงานที่มีขั้นตอน ซึ่งสมาชิกแต่ละคนจะต้องทำความเข้าใจในเป้าหมายการทำงาน มีการวางแผน ดำเนินการตามแผน ประเมินผลงานและปรับปรุงงานร่วมกัน

อารี สัตถหวิ (2543 : 33) กล่าวว่า โดยปกติในการสอนในชั้นเรียนทั่วไปก็มีการสอนโดยให้เรียนหรือทำงานเป็นกลุ่มย่อย แต่การเรียนแบบร่วมมือนั้นจะต้องแบ่งกลุ่มนักเรียน และอาศัยองค์ประกอบในการทำงานกลุ่มดังนี้

1. มีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันทางบวก สมาชิกในกลุ่มทุกคนจะมีหน้าที่และบทบาทสำคัญและจำเป็นในกลุ่มทุกคน

2. มีปฏิสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด สมาชิกทุกคนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองต่อหน้าเพื่อน ๆ ในกลุ่ม

3. แต่ละคนต้องรับผิดชอบในผลงานที่ได้รับมอบหมาย

4. สมาชิกของกลุ่มจะต้องได้รับการฝึกฝนในเรื่องทักษะทางมนุษยสัมพันธ์และกระบวนการกลุ่ม

จากองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือดังกล่าวมานั้นสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ จะต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ สรุปได้ดังนี้

1. ต้องมีการพึ่งพาอาศัยกันและกันในทางบวก โดยยึดหลักความเสมอภาคและความเท่าเทียมกัน

2. ต้องอาศัยการปฏิสัมพันธ์และการมีมนุษยสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด ซึ่งจะต้องอาศัยการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

3. ต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสมาชิกในกลุ่ม

4. ต้องอาศัยทักษะระหว่างบุคคล เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการเป็นผู้นำ เป็นต้น

5. ต้องอาศัยทักษะกระบวนการกลุ่ม

เทคนิคของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ สามารถจัดได้หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีวิธีการดำเนินการหลัก ๆ ซึ่งได้แก่ การจัดกลุ่ม การศึกษาเนื้อหาสาระ การทดสอบ การคิดคะแนน และระบบการให้รางวัล แตกต่างกันไป ทั้งนี้เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์เฉพาะ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจึงมีเทคนิคที่ต่างกัน

ทิสนา แยมมณี (2555 : 265 – 271) ได้นำเสนอเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ 8 เทคนิคดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค จิ๊กซอว์
2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD
3. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI
4. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT
5. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค LT
6. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค GI
7. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค CIRC
8. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค คอมเพล็กซ์

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 151 – 180) ได้เสนอเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือในวิชาคณิตศาสตร์ โดยนำเสนอเทคนิคการจัดการเรียนรู้ไว้ 7 เทคนิค สรุปได้ดังนี้

1. Student Teams Achievement Division (STAD) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน มาทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละประมาณ 4 คน โดยครูเป็นผู้กำหนดบทเรียนและงานของกลุ่ม นักเรียนในกลุ่มช่วยเหลือกัน เวลาสอบทุกคนต่างทำข้อสอบ ครูนำคะแนนของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มมาคิดเป็นคะแนนกลุ่ม และจัดลำดับคะแนนปิดประกาศให้ทุกคนทราบ

2. Team Game Tournament (TGT) เป็นการจัดกิจกรรมคล้ายแบบ STAD ซึ่งครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียน แต่ไม่มีการสอบทุกสัปดาห์ โดยการทำในรูปแบบของการแข่งขันกันระหว่างกลุ่ม จะมีการจัดกลุ่มใหม่ทุกสัปดาห์ โดยจะพิจารณาจากความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ดังนั้นสมาชิกที่เคยเรียนอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เมื่อเข้าแข่งขันจะแยกย้ายไปแข่งขันกับเพื่อนต่างกลุ่มที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน เมื่อเสร็จสิ้นการแข่งขันก็จะกลับเข้ากลุ่มเดิม และนำคะแนนของแต่ละคนในกลุ่มที่ได้จากการแข่งขันทุกรอบมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

3. ปริศนาคณิตศาสตร์ (Jigsaw) เป็นการเรียนแบบร่วมมือที่สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะเป็นผู้เชี่ยวชาญในแต่ละส่วนของกิจกรรมที่เข้าเรียน นักเรียนที่เป็นสมาชิกในกลุ่มและผู้เชี่ยวชาญในเรื่องหาส่วนใดก็จะสอนส่วนนั้นให้กับสมาชิกคนอื่น ๆ

4. Team Assisted Individualization (TAI) เป็นการจัดกิจกรรมที่ใช้กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ แต่วิชาอื่น ๆ ก็สามารถนำไปปรับใช้ได้ โดยเฉพาะในเรื่องที่ต้องการเน้นการพัฒนาทักษะให้กับนักเรียน ครูจะใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ ให้นักเรียนเข้าใจเรื่องที่เรียน โดยครูจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถ การทำงานกลุ่มแบบ TAI นักเรียนในแต่ละกลุ่มจับคู่กันทำงานและผลัดกันตรวจงานในคู่ของตน หลังจากมารับการทดสอบจากครูแล้ว ครูจะจัดให้

นักเรียนที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกันมาจัดกลุ่มอยู่ด้วยกัน ครูได้อธิบายในเรื่องที่ได้สอนไปแล้วโดยใช้เวลา 5 – 10 นาที แล้วให้นักเรียนแยกย้ายกลับเข้ากลุ่มของตน แล้วไปอธิบายชี้แจงให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจอีกครั้งหนึ่ง แล้วทำงานกับคู่ของตนไปตามเดิม

5. Group Investigation (GI) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ปลูกฝังความร่วมมือกันแบบประชาธิปไตย จำนวนสมาชิกในกลุ่มมีมากน้อยได้ตามความเหมาะสม การจัดกลุ่มขึ้นอยู่กับความต้องการของครูและนักเรียน อาจเลือกหัวข้อที่จะศึกษาตามความสนใจของกลุ่ม ซึ่งมักใช้กับการเรียนเรื่องที่เฉพาะเจาะจง ให้นักเรียนได้สำรวจสืบค้นแบบ inquiry

6. Learning Together (LT) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนที่ต้องการให้นักเรียนทำโครงการหรือโครงการเป็นกลุ่ม โดยครูสอนนักเรียนทั้งชั้นก่อนแล้วจึงมอบหมายใบงานหรือโครงการให้นักเรียนทำเป็นกลุ่ม

7. Numbered Heads Together เป็นกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนในการที่ครูใช้ทบทวนหรือตรวจสอบความเข้าใจในเรื่องที่เรียนไปแล้ว โดยครูให้นักเรียนแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม แล้วให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะละความสามารถและมีหมายเลขประจำ

นอกจากนี้แล้ว สิริพร ทิพย์คง (2545 : 180 – 181) ยังได้เสนอเทคนิคการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือในวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การเล่าเรื่องรอบวง (Roundrobin) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มเล่าประสบการณ์ความรู้สิ่งที่ตนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้มาเล่าให้เพื่อน ๆ ในกลุ่มฟัง ซึ่งการเล่าเรื่องรอบวงนี้จะช่วยพัฒนาทักษะการสื่อความหมายของนักเรียน

2. มุมสนทนา (Corners) จะเริ่มต้นด้วยการให้นักเรียนในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มไปนั่งตามจุดต่าง ๆ หรือมุมต่าง ๆ ของห้องเรียน แล้วนักเรียนช่วยกันคิดหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาต่าง ๆ

3. คู่ตรวจสอบ (Pair Check) เป็นการแบ่งสมาชิกในกลุ่มที่มี 4 คนเป็นคู่ ๆ ในแต่ละคู่ให้คนหนึ่งทำหน้าที่เสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาและอีกคนหนึ่งทำหน้าที่ในการแก้โจทย์ปัญหา เมื่อทำเสร็จข้อที่ 1 ก็จะทำข้อที่ 2 โดยสลับหน้าที่กัน เมื่อทำเสร็จข้อที่ 2 ก็จะทำให้ทั้งสองคนอภิปรายร่วมกัน โดยการนำคำตอบของกลุ่มมาตรวจสอบกับคำตอบของกลุ่มอื่นในกลุ่มว่าใครทำถูกต้อง และมีเหตุผลอย่างไรในการทำเช่นนั้น

4. คู่คิด (Think – Pair Think) ครูให้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนคิดได้แล้ว นำคำตอบนั้นมาอภิปรายกับเพื่อนที่นั่งติดกัน เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้อง ก็จะนำมาเสนอให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

5. กลุ่มร่วมมือ (Co – op Co – op) สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มย่อยจะได้รับมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาหรือทำกิจกรรมที่ต่างกัน ทำงานเสร็จแล้วจึงนำผลงานมารวมกันเป็นงานกลุ่ม เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ สมาชิกควรอ่านทบทวนและตรวจแก้ไขภาษา แล้วนำผลงานกลุ่มมาเสนอต่อชั้นเรียนและทุกกลุ่มช่วยกันประเมินผลงานนั้น

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2544 : 106 – 128 ; อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 2545 : 135 – 156) ได้นำเสนอเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้ดังนี้

1. ร่วมหัวร่วมคิด (Numbers Heads) เป็นรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มการพัฒนาพฤติกรรมทางสังคมและพัฒนาความรู้ ความสามารถ ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ ทั้งนี้ นักการศึกษาชาวสหรัฐอเมริกาได้ทำการวิจัยและพัฒนาขึ้น

2. คู่คิดคู่สร้าง (Think – Pair – Share) เป็นรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากการจับคู่กันคิด แล้วนำความคิดของทั้งคู่มาอภิปรายในกลุ่ม เพื่อให้ได้ความคิดของกลุ่มเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้พัฒนาพฤติกรรมทางสังคม ควบคู่กับความรู้อย่างเข้าใจในเรื่องที่เรียน

3. คิดคู่สลับคู่คิด (Think – Pair – Square) เป็นวิธีการที่ให้สมาชิกภายในกลุ่มมีโอกาสจับคู่ร่วมกันคิด อภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์ในประเด็นที่ศึกษาอย่างทั่วถึง

4. เล่าเรื่องรอบวง (Roundrobin) เป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้สมาชิกทุกคนเล่าประสบการณ์ความรู้ในประเด็นที่ศึกษาโดยใช้เวลาที่เท่ากัน

5. อัครินโต๊ะกลม (Round Table) เป็นวิธีการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้สมาชิกแต่ละคนหมุนเวียน หรือผลัดกันเขียนประเด็นที่ศึกษาหนึ่งคำตอบลงบนแบบบันทึกตามลำดับที่ละคน เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นพัฒนาพฤติกรรมทางสังคม

6. จุดร่วมในความต่าง (Compare and Contrast) เป็นวิธีการที่ใช้ฝึกทักษะการจำแนก โดยให้สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันศึกษาวิเคราะห์หาความเหมือนและความแตกต่างจากประเด็นที่ศึกษาอย่างน้อย 2 ประเด็น โดยบันทึกผลวิเคราะห์ลงในแผนภูมิความสัมพันธ์

7. ร่วมเรียน-ร่วมรู้ (Learning Together : LT) เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนที่มีลำดับขั้นตอนแน่นอน นักเรียนทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม โดยแบ่งหน้าที่รับผิดชอบอย่างเด่นชัดเพื่อให้ได้มาซึ่งผลงานกลุ่ม

8. สืบค้นเป็นกลุ่ม (Group Investigation : GI) เป็นวิธีการที่เน้นการศึกษาค้นคว้า และสืบเสาะหาความรู้ในเรื่องที่สนใจร่วมกัน โดยใช้กระบวนการกลุ่ม นักเรียนเป็นผู้กำหนดที่จะเรียน และร่วมกันวางแผนจัดกระบวนการเรียน เหมาะสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำงานโครงการหรือโครงงาน

9. สืบเสาะ/ค้นหา/มาร่วมกลุ่ม (Co-op Co-op) เป็นวิธีการที่เน้นการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ โดยมีนักเรียนควบคุมตนเอง ในการเลือกหน่วยการเรียนรู้หน่วยใหญ่ และนักเรียนต้องแบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อย่อย ๆ กันเองในกลุ่ม โดยไม่ต้องมีคณะกรรมการดำเนินงาน ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มมีเพียงเล็กน้อย

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 163 – 181) ได้นำเสนอการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ 3 เทคนิค โดยสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค TGT เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือที่คล้ายกับเทคนิค STAD ที่แบ่งนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกัน กลุ่มละประมาณ 4 - 5 คน โดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้แข่งขันกันในเกมการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้ว ทำการทดสอบความรู้ โดยการแข่งเกมการแข่งขัน

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD การเรียนรู้แบบร่วมมืออีกรูปแบบหนึ่ง โดยแบ่งนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกันกลุ่มละประมาณ 4 - 5 คน โดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้เรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้วทำการทดสอบความรู้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบของสมาชิกแต่ละคนนำมาบวกเป็นคะแนนรวมทีม

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดการต่อภาพ โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ทุกกลุ่มจะได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมเดียวกัน ผู้สอนจะแบ่งเนื้อหาของเรื่องที่จะให้เรียนรู้ออกเป็นหัวข้อย่อยเท่ากับจำนวนสมาชิกของแต่ละกลุ่ม และมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา ค้นคว้าคนละหัวข้อ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่อง ที่ตนได้รับมอบหมายให้ศึกษาจากกลุ่ม สมาชิกต่างกลุ่มที่ได้รับมอบหมายในหัวข้อเดียวกันก็จะทำการศึกษาค้นคว้าร่วมกัน จากนั้นนักเรียนแต่ละคนจะกลับเข้ากลุ่มเดิมของตนเพื่อทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการอธิบายความรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 36 – 41) ได้นำเสนอเทคนิคที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

1. Jigsaw เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมความร่วมมือ และการถ่ายทอดความรู้ระหว่างเพื่อนในกลุ่ม เทคนิคนี้ใช้กันมากในรายวิชาที่นักเรียนต้องเรียนเนื้อหาวิชาจากตำราเรียน

2. Jigsaw II เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นจากเทคนิคเดิม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนช่วยเหลือกันและพึ่งพากันในกลุ่มมากขึ้น กระบวนการของ Jigsaw II เหมือนเดิมทุกประการ เพียงแต่ในช่วงของการประเมินผล ครูจะนำคะแนนทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุด จะติดประกาศไว้ที่ป้ายประกาศของห้อง

3. Teams – Games – Tournaments (TGT) เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในจุดประสงค์ที่ต้องการให้กลุ่มนักเรียนได้ ศึกษาประเด็น หรือปัญหาที่มีคำตอบถูกต้องเพียงคำตอบเดียว หรือมีคำตอบถูกต้องที่ชัดเจน เช่น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การใช้ภาษา ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

4. Students Teams and Achievement Divisions (STAD) เทคนิคนี้พัฒนาเพิ่มเติมจากเทคนิค TGT แต่จะทำการทดสอบรายบุคคลแทนการแข่งขัน

5. Team Assisted Individualization (TAI) กิจกรรมนี้เน้นการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละบุคคล มากกว่าการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มเหมาะสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ การจัดกลุ่มนักเรียนจะคล้ายกับเทคนิค STAD และ TGT แต่ในเทคนิคนี้ นักเรียนแต่ละคนจะเรียนรู้และทำงานตามระดับความสามารถของตนเมื่อทำงานในส่วนของตนเองเสร็จแล้วจึงจะไปจับคู่หรือเข้ากลุ่มทำงาน

6. Group Investigation (GI) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่สำคัญอีกเทคนิคหนึ่ง เป็นการจัดกลุ่มนักเรียนเพื่อเตรียมการทำโครงการกลุ่มหรือทำงานที่คร่อมอบหมาย ก่อนใช้เทคนิคนี้ ครูควรฝึกทักษะการสื่อสารและทักษะทางสังคมให้นักเรียนก่อน เทคนิคนี้เหมาะสำหรับการสืบค้นความรู้หรือแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ

7. Learning Together (LT) วิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการสอนวิชาที่มีโจทย์ปัญหา การคำนวณหรือการฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

8. Numbered Heads Together (NHT) เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับการทบทวนหรือตรวจสอบความเข้าใจ

9. Co – op Co – op เป็นเทคนิคที่เน้นการร่วมกันทำงาน โดยสมาชิกของกลุ่มที่มีความสามารถและความถนัดต่างกัน ได้แสดงบทบาทหน้าที่ที่ตนถนัดเต็มที่ นักเรียนเก่งได้ช่วยเหลือเพื่อนที่เรียนอ่อน เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการคิดระดับสูงทั้งการวิเคราะห์และสังเคราะห์และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปใช้สอนในวิชาใดก็ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้มีเทคนิคที่หลากหลาย ทั้งนี้ในแต่ละเทคนิคจะมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาที่แตกต่างกันออกไป เพราะฉะนั้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องเลือกเทคนิคการจัดการเรียนรู้ให้ตรงกับเนื้อหาและธรรมชาติของวิชาที่สอนจึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือทั้ง 2 แบบดังกล่าวมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเมื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 154) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD (Student Teams – Achievement Division) เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน มาทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4 คน ที่มีระดับสติปัญญาและความสามารถแตกต่างกัน เป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน โดยครูเป็นผู้กำหนดบทเรียนและงานของกลุ่ม ครูเป็นผู้สอนบทเรียนให้กับนักเรียนทั้งชั้น แล้วให้กลุ่มทำงานตามที่ครูกำหนด นักเรียนในกลุ่มช่วยเหลือกัน คนที่เรียนเก่งช่วยเหลือเพื่อน ๆ เวลาสอบทุกคนต่างทำข้อสอบของตนเอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 170) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ว่าเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมืออีกรูปแบบหนึ่ง โดยแบ่งนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกันกลุ่มละประมาณ 4 – 5 คน โดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้เรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้วทำการทดลองความรู้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบของสมาชิกแต่ละคนนำเอามาวกเป็นคะแนนรวมทีม ผู้สอนจะต้องใช้เทคนิคการเสริมแรง เช่น ให้รางวัล คำชมเชย เป็นต้น ดังนั้น สมาชิกกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกันช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555 : 197) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD (Student Teams – Achievement Division) เป็นรูปแบบการสอนที่ครบวงจร นักเรียนเรียนรู้ได้โดยการลงมือปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 – 5 คน เน้นให้มีการแบ่งงานกันทำ ช่วยเหลือกันร่วมกันทำงานที่ได้รับมอบหมายในกลุ่มหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน ในขณะที่เรียนสมาชิกในกลุ่มสามารถช่วยเหลือกันในการทำงานในเนื้อหานั้น ๆ แต่เมื่อจบบทเรียนจะทดสอบเป็นรายบุคคลแล้วนำคะแนนมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม มีการประกาศคะแนนของกลุ่ม กลุ่มใดมีคะแนนเฉลี่ยถึงเกณฑ์กำหนดไว้จะได้รับรางวัลและเมื่อเรียนครบ 5 – 6 สัปดาห์แล้วนักเรียนสามารถเปลี่ยนกลุ่มได้

สลาวิน (Slavin. 1995 : 4 ; อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2555 : 198) กล่าวถึงจุดประสงค์หลักของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อจะจูงใจนักเรียนให้กระตือรือร้นกล้าแสดงออกและช่วยเหลือกันในการทำความเข้าใจเนื้อหานั้น ๆ อย่างแท้จริง ซึ่งเป็นรูปแบบที่สามารถใช้ได้กับทุกวิชา ตั้งแต่คณิตศาสตร์ ศิลปะ ภาษา และสังคมศึกษา และใช้ได้กับระดับประถมศึกษาจนถึงมหาวิทยาลัย โดยเหมาะสมอย่างยิ่งกับรายวิชาที่มีการวางจุดประสงค์ไว้

อย่างแน่ชัด มีคำตอบที่ตายตัว เช่น คณิตศาสตร์ วิชาคำนวณต่าง ๆ การใช้ภาษา และภูมิศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD นี้เป็นวิธีการที่เน้นความสำคัญของการเรียนเป็นกลุ่มช่วยเหลือกันในกลุ่ม เป็นการฝึกทักษะทางสังคมให้กับนักเรียนและทำให้มองเป็นคุณค่าของการร่วมมือที่ง่ายที่สุดและเป็นตัวอย่างที่ดีที่สุดสำหรับครูในการเริ่มต้นใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือในห้องเรียน ซึ่งองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD มีดังนี้

- 1.1 รางวัลกลุ่ม โดยกลุ่มจะได้รับรางวัลเมื่อกลุ่มทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้
- 1.2 ผลความรับผิดชอบรายบุคคล หมายถึง ความสำเร็จของกลุ่มนั้นจะขึ้นอยู่กับการศึกษาที่สมาชิกทุกคนเข้าใจเนื้อหา นั่นคือสมาชิกทุกคนจะต้องช่วยกันอธิบายให้เข้าใจ เพราะเมื่อมีการทดสอบสมาชิกจะต้องทำด้วยตนเองเป็นรายบุคคลโดยไม่มีผู้ช่วยเหลือ แต่คะแนนที่ได้จากการสอบจะนำมาเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม
- 1.3 โอกาสความสำเร็จที่เท่าเทียมกัน หมายถึง สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีโอกาสที่จะทำได้ดีที่สุด และประสบความสำเร็จอย่างเท่าเทียมกัน เพราะฉะนั้นการมีประสบการณ์ทำงานร่วมกันจะช่วยพัฒนาสมาชิกให้มีความก้าวหน้าการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลักดังนี้ (Slavin, 1980 ; อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง, 2545 : 155 -160)

ขั้นที่ 1 การนำเสนอข้อมูล (Class Presentation) ครูเป็นผู้นำเสนอสิ่งที่นักเรียนต้องเรียนไม่ว่าจะเป็นมโนคติ ทักษะการคิด กระบวนการ โดยครูอาจจะใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย สาทิต อธิบายและแสดงเหตุผล ใช้คำถาม ทดลอง อุปนัย เป็นต้น

ขั้นที่ 2 การทำงานร่วมกัน (Teams) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะประกอบไปด้วยนักเรียน 4 – 5 คน ซึ่งมีความสามารถแตกต่างกันและเพศคละกัน หลังจากที่ครูจัดกลุ่มเสร็จแล้ว ครูต้องชี้แจงให้แต่ละกลุ่มทราบถึงบทบาทและหน้าที่สำคัญของกลุ่ม ซึ่งบทบาทและหน้าที่สำคัญของกลุ่ม คือ การช่วยเหลือกันเรียนร่วมกันเตรียมสมาชิกเพื่อการทดสอบหลังจากครูสอนเนื้อหาจบแล้วสมาชิกจะเข้ากลุ่มเรียนรู้และทำงานจากใบงาน อภิปรายปัญหาาร่วมกัน รวมทั้งการตรวจสอบแก้ไขคำตอบ หัวใจสำคัญอยู่ที่สมาชิกแต่ละคน ทุกคนจึงต้องทำหน้าที่ของตนให้ดีที่สุด และการเรียนรู้เพื่อให้กำลังใจและเข้าใจร่วมกัน

ขั้นที่ 3 การทดสอบ (Quizzes) หลังจากที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูก็ทำการทดสอบย่อย โดยให้นักเรียนต่างคนต่างทำแบบทดสอบ เพื่อเป็นการประเมินความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมา

ขั้นที่ 4 คะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน (Individual Improvement Scores) คะแนนพัฒนาการของนักเรียนจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนทำงานหนักมากขึ้นในการทดสอบแต่ละครั้งครูจะมีคะแนนฐาน ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนได้จากการทดสอบย่อยที่ผ่านมา ก่อนการใช้ STAD และคะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนหาได้จากความแตกต่างระหว่างคะแนนฐานกับคะแนนที่ได้จากการสอบย่อยหลังจากการใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ส่วนคะแนนของกลุ่ม หาได้จากการหาคะแนนเฉลี่ยโดยการรวมคะแนนพัฒนาการของนักเรียนทุกคนในกลุ่มแล้วหารด้วยจำนวนสมาชิกในกลุ่มแต่ละกลุ่ม

การหาคะแนนฐาน สามารถทำได้โดยเมื่อนักเรียนเริ่มเรียนในชั้นใหม่ อาจจะใช้คะแนนเมื่อปีที่ผ่านมาหรือคะแนนการสอบย่อยครั้งที่ผ่านมาหรือคะแนนการสอบก่อนเรียน มาเป็นคะแนนฐาน ในส่วนการหาคะแนนพัฒนาการสามารถทำได้โดยการนำคะแนนที่ได้จากการสอบครั้งล่าสุดมาเปรียบเทียบกับคะแนนฐาน ดังตาราง 2 (สิริพร ทิพย์คง. 2555 : 159)

ตาราง 2 ตัวอย่างการหาคะแนนพัฒนาการ (สิริพร ทิพย์คง. 2555 : 159)

นักเรียน	คะแนนฐาน	คะแนนทดสอบครั้งที่ต่ำสุด	ผลต่างของคะแนน	คะแนนพัฒนาการ
นายสมบัติ	90	100	10	20
นางสาวปัทมา	80	62	18	0

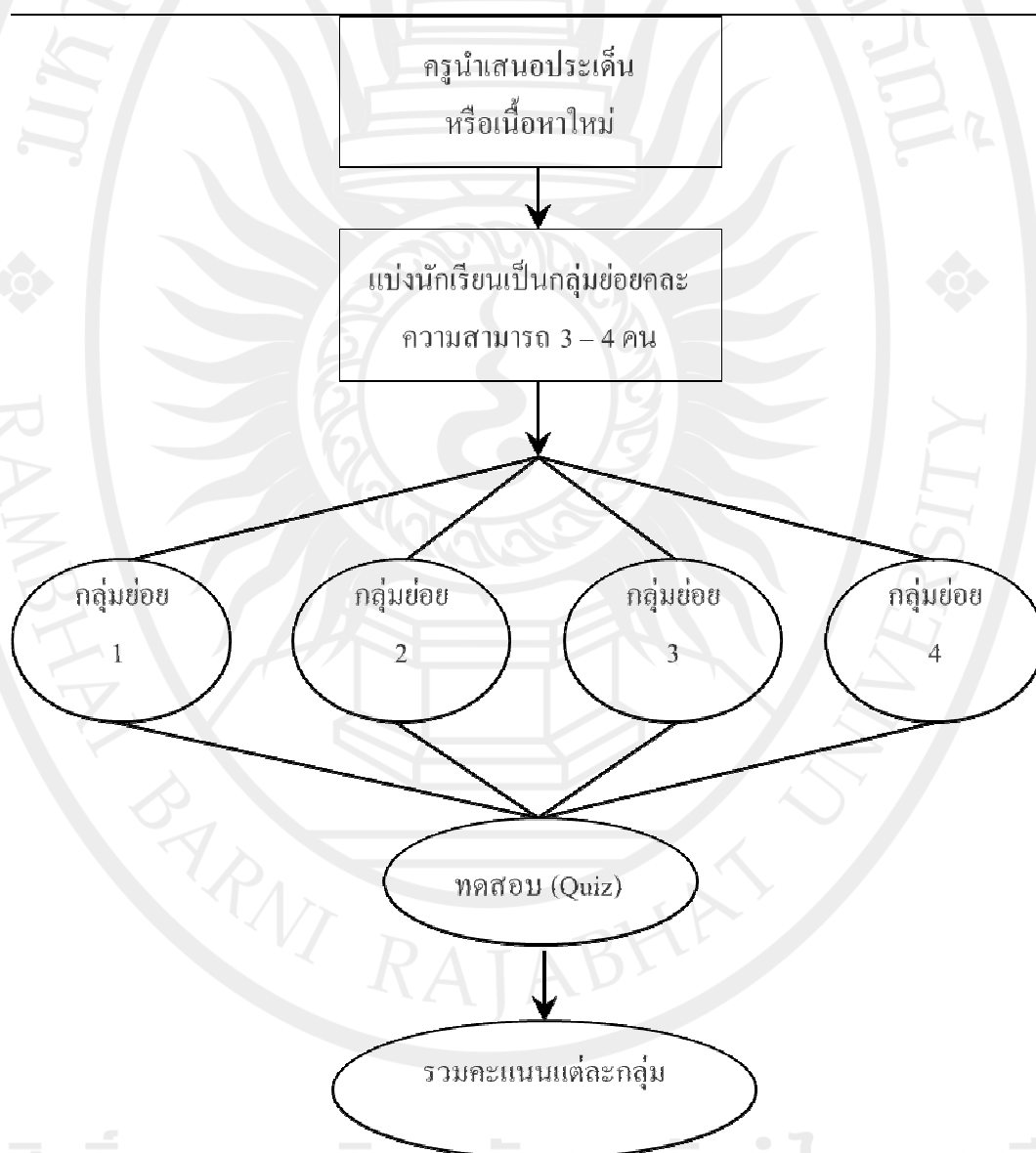
ทั้งนี้การให้คะแนนพัฒนาการ อาจจะต้องใช้เกณฑ์การให้คะแนนพัฒนาการ ดังตัวอย่างในตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนพัฒนาการ (สิริพร ทิพย์คง. 2555 : 159)

คะแนนทดสอบครั้งต่ำสุด	คะแนนพัฒนาการ
ต่ำกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10 คะแนน	0
ต่ำกว่าคะแนนฐานตั้งแต่ 1 – 10 คะแนน	10
เท่ากับคะแนนฐานหรือมากกว่าคะแนนฐานตั้งแต่ 1 – 10 คะแนน	20
มากกว่าคะแนนฐาน 10 คะแนนขึ้นไป	30

ขั้นที่ 5 การตัดสินผลงานของกลุ่ม (Team Recognition) เป็นการประกาศคะแนนกลุ่มให้แต่ละกลุ่มทราบ พร้อมกับให้คำชมเชย หรือให้ประกาศนียบัตร หรือให้รางวัลกับกลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภูมิได้ โดยสิริพร ทิพย์คง (2555 : 161) ได้นำเสนอแผนภูมิการจัดกิจกรรมแบบ STAD ไว้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิการจัดกิจกรรมแบบ STAD (สิริพร ทิพย์คง, 2555 : 161)

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555 : 199) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ซึ่งมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1.1 การนำเสนอข้อมูล (Class Presentation) ครูเป็นผู้นำเสนอข้อมูลโดยใช้วิธีการสอนตรงอาจเป็นการใช้เอกสารหรือการบรรยาย เพื่อให้ นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียน นักเรียนจะต้องมีความตั้งใจเพราะนักเรียนต้องลงมือปฏิบัติเอง และมีการทดสอบหลังจากจบบทเรียนหนึ่ง ๆ แล้ว

1.2 การทำงานร่วมกัน (Teams) นักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มหนึ่งมี 4 – 5 คน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์และเพศละกัน หน้าที่สำคัญของกลุ่มคือ การช่วยเหลือกันเรียนร่วมกันเตรียมสมาชิกเพื่อการทดสอบหลังจากครูสอนเนื้อหาจบแล้วสมาชิกจะเข้ากลุ่มเรียนรู้ และทำงานจากใบงาน อภิปรายปัญหาพร้อมกันรวมทั้งการตรวจสอบการแก้ไขคำตอบ หัวใจสำคัญอยู่ที่สมาชิกแต่ละคน ทุกคนจึงต้องทำหน้าที่ของตนให้ดีที่สุด และการเรียนรู้เพื่อให้กำลังใจและเข้าใจร่วมกัน

1.3 การทดสอบ (Quizzes) เมื่อครูสอนไปประมาณ 1 – 2 ครั้ง นักเรียนจะเข้าทำการทดสอบในสาระที่เรียน ต่างคนต่างสอบจะช่วยเหลือกันไม่ได้

1.4 การปรับปรุงคะแนน (Individual Improvement Scores) จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถของตนอย่างเต็มที่ นักเรียนสามารถปรับปรุงคะแนนของตนเองให้สูงขึ้น

1.5 การตัดสินผลงานของกลุ่ม (Team Recognition) จะพิจารณาผลรวมของการปรับปรุงคะแนนของสมาชิกในกลุ่ม กำหนดระดับผลความสำเร็จตามคะแนนที่ได้ของกลุ่ม อาจเป็นคำชมเชยใบประกาศนียบัตร รางวัล เป็นต้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 171) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ดังนี้

1.1 การเสนอเนื้อหา ผู้สอนทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้วและนำเสนอเนื้อหาสาระหรือความคิดรวบยอดใหม่

1.2 การทำงานเป็นทีมหรือกลุ่ม ผู้สอนจัดนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน จัดให้ละกันและชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม ที่จะต้องช่วยและร่วมกันเรียนรู้ เพราะผลการเรียนของสมาชิกแต่ละคนส่งผลต่อผลรวมของกลุ่ม

1.3 การทดสอบย่อย สมาชิกหรือนักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบย่อยเป็นรายบุคคล หลังจากเรียนรู้หรือทำกิจกรรมแล้ว

1.4 คะแนนพัฒนาการของนักเรียน เป็นคะแนนการพัฒนาหรือความก้าวหน้าของสมาชิกแต่ละคน ซึ่งผู้สอนหรือนักเรียนอาจร่วมกันกำหนดคะแนนการพัฒนาเป็นเกณฑ์ขึ้นมาก็ได้ เช่นเดียวกับตัวอย่างในตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนพัฒนาการของศิริพร ทิพย์คง (2555 : 159)

1.5 การรับรองผลงานและเผยแพร่ชื่อเสียงของทีม เป็นการประกาศผลงานของทีมเพื่อรับรองและยกย่องชมเชยในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ปับประกาศ ให้รางวัล ลงจดหมายข่าวประกาศเสียงตามสาย เป็นต้น

จากองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD สามารถนำมาจัดเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545 : 172 – 173)

1.1 ขั้นเตรียมเนื้อหา ประกอบด้วย

1.1.1 การจัดเตรียมเนื้อหาสาระ ผู้สอนจัดเตรียมเนื้อหาสาระหรือเรื่องที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ เป็นเนื้อหาใหม่โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนศึกษา เรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งสื่อ วัสดุอุปกรณ์ หรือแหล่งเรียนรู้ ใบความรู้ ใบงาน เป็นต้น

1.1.2 การจัดเตรียมแบบทดสอบย่อย เช่น ข้อทดสอบ กระจายคำตอบ เกณฑ์การให้คะแนน เป็นต้น

1.2 ขั้นจัดทีม ผู้สอนจัดทีมให้นักเรียนให้คลงกันทั้งเพศ และความสามารถ ทีมละประมาณ 4–5 คน เช่น ทีมที่มีสมาชิก 4 คน อาจประกอบด้วยชาย 2 คน หญิง 2 คน หรือเป็นคนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน อ่อน 1 คน เป็นต้น

1.3 ขั้นเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.3.1 ผู้สอนแนะนำวิธีการเรียนรู้

1.3.2 ทีมวางแผนการเรียนรู้ โดยแบ่งภาระหน้าที่กัน เช่น ผู้อ่าน ผู้หาคำตอบ ผู้จัดบันทึก ผู้สนับสนุน ผู้ประเมิน เป็นต้น

1.3.3 สมาชิกในแต่ละกลุ่มศึกษาเนื้อหาสาระและทำกิจกรรมตามใบงานที่ผู้สอนกำหนด ซึ่งการเรียนรู้โดยวิธีนี้เน้นการให้ความร่วมมือช่วยเหลือกันในกลุ่มมากกว่าการแข่งขันแบบตัวต่อตัวใน TGT

1.3.4 นักเรียนหรือสมาชิกแต่ละกลุ่มประเมินเพื่อทบทวนความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา

1.4 ขั้นทดสอบย่อย

1.4.1 นักเรียนแต่ละคนทำการทดสอบย่อย เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่ได้เรียนรู้ จากข้อทดสอบของผู้สอน

1.4.2 ผู้สอนและนักเรียนอาจร่วมกันตรวจผลการทดสอบของสมาชิกแต่ละคน

1.4.3 ทีมจัดทำคะแนนการพัฒนาของสมาชิกแต่ละคน และคะแนนการพัฒนาของกลุ่ม

1.4.4 ให้แต่ละทีมนำคะแนนการพัฒนาของทีมไปเทียบกับเกณฑ์ เพื่อหาระดับ

คุณภาพ

1.5 ขั้นการรับรองผลงานและเผยแพร่ชื่อเสียงของทีม เป็นการประกาศผลงานของทีมว่าแต่ละทีมอยู่ในระดับคุณภาพใด รับรอง ยกย่อง ชมเชย ทีมที่มีคะแนนการพัฒนาสูง ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ปิดประกาศ ให้รางวัล ลงจดหมายข่าว ประกาศเสียงตามสาย เป็นต้น

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD สามารถสรุปเป็นแผนภูมิดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แผนภูมิขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD

(คู่มือ มूलคำ และอรรถัย มूलคำ. 2545 : 174)

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2542 : 37 – 38) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค STAD ดังนี้

1.1 ครูนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่ โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจใช้การสอนโดยตรงหรือตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปราย

1.2 จัดนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน ให้สมาชิกมีความสามารถละกันมีทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ

1.3 แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอจนเข้าใจ

1.4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบ เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

1.5 ตรวจสอบคำตอบของนักเรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

1.6 กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุด จะได้รับคำชมเชย โดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ดหรือป้ายนิเทศของห้องเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD หมายถึง รูปแบบการสอน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 – 5 คน เน้นให้มีการแบ่งงานกันทำช่วยเหลือกันร่วมกันทำงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งในกลุ่มหนึ่งๆ ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน ในขณะที่เรียนนักเรียน จะช่วยเหลือกันในการทำงานกลุ่ม การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD นั้นจะมีคะแนนพัฒนาการเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำงานหนักมากขึ้น ซึ่งคะแนนพัฒนาการได้มาจากผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียน และคะแนนทดสอบเมื่อจบบทเรียน โดยจะทดสอบเป็นรายบุคคล แล้วนำคะแนนพัฒนาการที่ได้มาเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มใดมีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยถึงเกณฑ์จะได้รับรางวัล การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอสิ่งที่ต้องเรียน (Class Presentation) คือ การนำเสนอสิ่งที่นักเรียนต้องเรียนไม่ว่าจะเป็นมโนคติ ทักษะการคิด กระบวนการ ด้วยการสอนแบบบรรยาย สาธิต อธิบายและแสดงเหตุผล ใช้คำถาม ทดลอง อุปนัย เป็นต้น

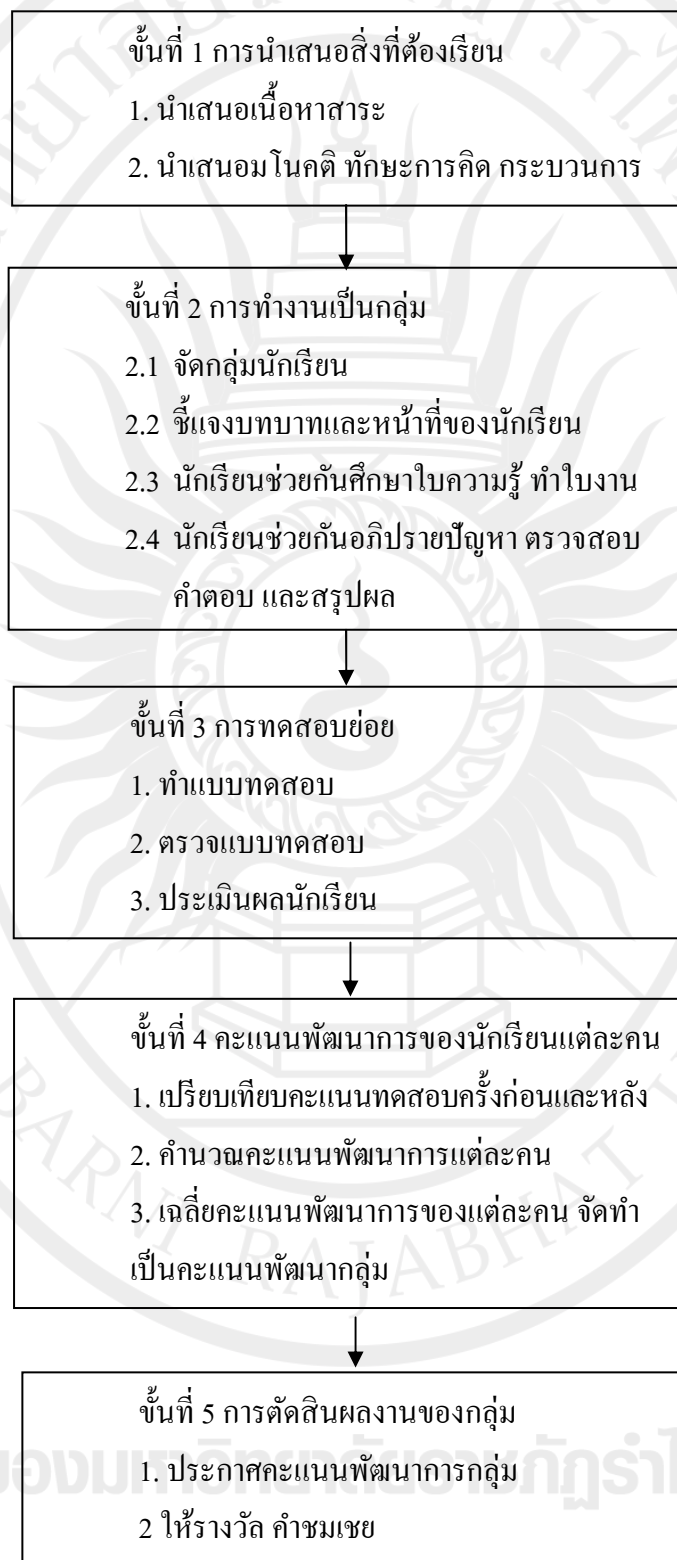
ขั้นที่ 2 การทำงานเป็นกลุ่ม (Teams) โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 – 5 คน ซึ่งมีความสามารถแตกต่างกันและเพศละกัน จากนั้นชี้แจงให้แต่ละกลุ่มทราบถึงบทบาทและหน้าที่ของกลุ่ม คือ การช่วยเหลือกันเรียนร่วมกันเตรียมสมาชิกเพื่อการทดสอบหลังจากครูสอนเนื้อหาจบสมาชิกจะเข้ากลุ่มเรียนรู้และทำงานจากใบงาน อภิปรายปัญหาาร่วมกัน รวมทั้งการตรวจสอบแก้ไขคำตอบ นักเรียนทุกคนต้องทำหน้าที่ของตนให้ดีที่สุด และการเรียนรู้เพื่อให้กำลังใจและเข้าใจร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 3 การทดสอบย่อย (Quizzes) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำการทดสอบย่อย หลังจาก
ที่นักเรียนศึกษาใบความรู้ ทำใบงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยให้นักเรียนต่างคนต่างทำแบบทดสอบ
เพื่อเป็นการประเมินความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมา

ขั้นที่ 4 คะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน (Individual Improvement Score)
เป็นขั้นตอนที่นำคะแนนทดสอบย่อยครั้งล่าสุดมาเปรียบเทียบกับคะแนนทดสอบย่อยครั้งที่ผ่านมา
เพื่อหาคะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน จากนั้นนำคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนมาเฉลี่ย
เพื่อหาคะแนนพัฒนาการของกลุ่มต่อไป

ขั้นที่ 5 การตัดสินผลงานของกลุ่ม (Teams Recognition) เป็นการประกาศคะแนนกลุ่ม
ให้แต่ละกลุ่มทราบ พร้อมกับให้คำชมเชย หรือให้ประกาศนียบัตร หรือให้รางวัลกับกลุ่มที่มีคะแนน
พัฒนาการของกลุ่มสูงสุด

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD สามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แผนผังขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD

2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI (Team –Assisted Individualization) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และการสอนรายบุคคล (Individualized Instruction) เข้าด้วยกัน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ลักษณะการเรียนเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนในกลุ่มทำการศึกษา และเรียนรู้ร่วมกันช่วยกัน ดำเนินการเรียนและมีการตรวจสอบร่วมกัน มีการร่วมมือช่วยเหลือกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายของการเรียน โดยผู้สอนจะให้ความสำคัญแก่นักเรียนที่จะหาความรู้จากเพื่อนในกลุ่ม (Slavin. 1990 : 83 ; อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2555 : 204)

สิริพร ทิพย์คง (2544 : 170 – 171) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ว่าเป็นการจัดกิจกรรมที่ใช้กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ แต่วิชาอื่น ๆ ก็สามารถนำไปปรับใช้ได้ โดยเฉพาะในเรื่องที่ต้องการเน้นการพัฒนาทักษะให้กับนักเรียน ครูจะใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ ให้นักเรียนเข้าใจเรื่องที่เรียน โดยอาจทำการสอนนักเรียนรวมทั้งชั้น แล้วทำการทดสอบว่านักเรียนคนใดเข้าใจหรือไม่เข้าใจอย่างไร แล้วครูจึงจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถ การจัดกิจกรรมการเรียนแบบ TAI จะมีการจัดกลุ่มนักเรียนเป็น 2 ลักษณะ คือ จัดนักเรียนเป็นกลุ่มที่ละความสามารถกัน (Heterogenous Group) กลุ่มละ 4 คน และจัดนักเรียนเป็นกลุ่มที่มีความสามารถระดับใกล้เคียงกัน (Homogenous Group) สำหรับการทำงานกลุ่มแบบ TAI นักเรียนในแต่ละกลุ่มจับคู่กันทำงานและผลัดกันตรวจงานในกลุ่มของตน เมื่อทำงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น แบบฝึกหัดครบหมดทุกชุดแล้ว ให้สมาชิกในกลุ่มทั้งสี่คน ต่างคนต่างทำแบบฝึกหัดชุดรวมแล้วแลกเปลี่ยนกันตรวจ และตรวจเฉลยที่ครูจัดเตรียมไว้หากนักเรียนคนใดทำไม่ได้ถึงเกณฑ์ หลังจากมารับการทดสอบจากครูแล้ว ครูจะจัดให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกันมาจัดกลุ่มอยู่ด้วยกัน ครูได้อธิบายในเรื่องที่ได้สอนไปแล้วโดยใช้เวลา 5 – 10 นาที แล้วให้นักเรียนแยกย้ายกลับเข้ากลุ่มของตน แล้วไปอธิบายชี้แจงให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจอีกครั้งหนึ่ง แล้วทำงานกับคู่ของตนไปตามเดิม

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 38) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ว่าเป็นกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละบุคคลมากกว่าการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มเหมาะสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ นักเรียนแต่ละคนจะเรียนรู้และทำงานตามระดับความสามารถของตนเมื่อทำงานในส่วนของตนเสร็จแล้วจึงจะไปจับคู่หรือเข้ากลุ่มทำงาน

จันทรา ตันติพิงสานุรักษ์ (2543 : 45) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ว่าเป็นการเรียนการสอนที่ผสมผสานระหว่างรูปแบบการร่วมมือกันเรียนรู้

และการเรียนการสอนแบบรายบุคคล (Individualized Instruction) เข้าด้วยกัน โดยมุ่งตอบสนองต่อ ลักษณะและความต้องการที่แตกต่างกันของนักเรียน TAI ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้หลักการของการ ร่วมมือกันเรียนรู้มาใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนรายบุคคล

2.2 รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI

สลาวิน (Slavin, 1995 : 102 – 104) ได้กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค TAI ออกแบบไว้สำหรับการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

2.2.1 กลุ่ม (Teams) โดยจะต้องมีการแบ่งสมาชิกในห้องออกเป็นกลุ่ม ๆ สมาชิก ในกลุ่มจะประกอบด้วยกลุ่มละ 4 – 5 คน ในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในแต่ละกลุ่มจะมีทั้งนักเรียนหญิงและนักเรียนชายและจะมีการเปลี่ยนกลุ่มใหม่ แล้วแต่ ข้อตกลงที่ตั้งไว้ เช่น จะเปลี่ยนกลุ่มใหม่ทุก ๆ 8 สัปดาห์

2.2.2 มีการทดสอบเพื่อจัดระดับ (Placement Test) การทดสอบเพื่อจัดระดับ จะเป็น จุดเริ่มต้นของการเรียน นักเรียนจะทำแบบทดสอบเชิงคณิตก่อนเรียน เพื่อจัดตำแหน่งที่เหมาะสม โดยจะจัดตาม ลำดับของคะแนนที่ได้

2.2.3 เนื้อหาและวัสดุ หลักสูตร (Curriculum Material) หลังจากที่สอนบทเรียน แล้วนักเรียนจะทำงานในกลุ่มเอง โดยมีสื่อหรือวัสดุการสอนที่ครอบคลุมเนื้อหาในเรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยม เศษส่วน โจทย์ปัญหา สถิติและพีชคณิต แต่ละหน่วยจะอยู่ในรูป ของแบบฝึกทักษะ โดยมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1) หน้าเอกสารแนะนำบทเรียน เป็นหน้าที่อธิบายทักษะที่จะต้องฝึกและให้ วิธีการแก้ปัญหาแบบเป็นขั้นตอน

2) หน้า ฝึกหัดทักษะประกอบด้วยปัญหาประมาณ 16 ข้อ ในแต่ละตอนหรือ แต่ละหน้าของการฝึกทักษะจะเริ่มด้วยการแนะนำทักษะย่อย ๆ ที่จะนำไปสู่ความสามารถในการพัฒนา การเรียนรู้ทักษะทั้งหมด

3) แบบทดสอบย่อยฉบับ A และ B (Formative Test A and B) เป็นแบบทดสอบ คู่ขนานฉบับละ 10 ข้อ

4) แบบทดสอบรวมประจำหน่วยการเรียนรู้ (Unit Test) จำนวน 15 ข้อ

5) แผ่นคำตอบสำหรับการฝึกทักษะและแบบทดสอบย่อยจะอยู่ด้านหลังของ แบบฝึกทักษะ ส่วนแผ่นคำตอบของแบบทดสอบรวมประจำหน่วยจะแยกกันกับแบบฝึกทักษะ โดยแยกออกไปต่างห่าง

2.2.4 กลุ่มการสอน (Teaching Group) ทุกวันครูจะสอนบทเรียนเป็นกลุ่มย่อยโดยเด็ก ในกลุ่มจะมีความสามารถแตกต่างกันครูจะใช้โปรแกรมการสอนในส่วนที่เป็นความคิดรวบยอด

ของบทเรียนเพื่อเป็นการชี้้นำความคิดรวบยอดหลักให้นักเรียน โดยใช้การปฏิบัติจริง แผ่นภาพ การพิสูจน์ สาธิต เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่จะเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปัญหา ที่พบในชีวิตประจำวัน ในขณะที่ครูทำงานอยู่กับกลุ่มการสอน นักเรียนคนอื่น ๆ ยังคงทำงานไปใน กลุ่มไปเรื่อย ๆ ด้วยการทำแบบฝึกหัดบ่อย ๆ ของหน่วยการเรียนรู้ กิจกรรมการสอนในรูปแบบนี้ สามารถเป็นไปได้เพราะนักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบต่อการตรวจสอบการใช้วัสดุเครื่องมือ และในหน้าที่ของตัวเอง

2.2.5 วิธีการเรียนเป็นกลุ่ม (Team Study Method) เมื่อมีการทดสอบจัดระดับแล้ว นักเรียนจะเริ่มฝึกทักษะตามลำดับขั้นที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ โดยจะทำแบบฝึกทักษะภายใน กลุ่มตามลำดับดังต่อไปนี้

1) นักเรียนศึกษาเอกสาร แนะนำบทเรียนและมีการถามปรึกษาหารือซักถาม เพื่อนในกลุ่มหรือถามครูในกรณีที่จำเป็นต้องขอความช่วยเหลือ แล้วจึงเริ่มฝึกทักษะแรกของหน่วย การเรียน

2) นักเรียนแต่ละคนจะเริ่มทำแบบฝึกทักษะ โดยการแก้ปัญหาเป็นทักษะย่อย ๆ โดยจะเริ่มทำโจทย์ปัญหา 4 ข้อแรก ที่มีอยู่ในหน้าของแบบฝึกทักษะของแต่ละคนแล้วให้เพื่อนร่วม ทีมตรวจคำตอบซึ่งมีกระดาษคำตอบ (เฉลย) พิมพ์กลับหัวในตอนท้ายของแบบฝึกทักษะของนักเรียน แต่ละคน ถ้าทำถูกต้องทั้งหมด 4 ข้อ นักเรียนจะทำแบบฝึกทักษะในลำดับต่อไปถ้าทำถูกไม่ครบ 4 ข้อ นักเรียนจะต้องทำพยายามทำโจทย์ปัญหาทั้ง 4 ข้อให้ถูกต้องทั้งหมดถ้านักเรียนมีปัญหาหรือยุ่งยาก ในขั้นนี้สามารถจะขอความช่วยเหลือได้โดยการถามเพื่อนในกลุ่มก่อนจะถามครู

3) เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะสุดท้ายของหน่วยการเรียนรู้ได้ถูกต้องครบ ทั้ง 4 ข้อแล้ว นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบย่อยฉบับ A ทั้ง 10 ข้อ ที่มีลักษณะคล้ายกับแบบฝึกทักษะ ฉบับสุดท้าย นักเรียนจะทำแบบทดสอบตามลำพังคนเดียวจนกระทั่งเสร็จเรียบร้อยเพื่อนในกลุ่มจะเป็นผู้ให้คะแนนแบบทดสอบนี้ ถ้านักเรียนได้ 8 คะแนนหรือมากกว่า เพื่อนในกลุ่มจะเซ็นชื่อใน กระดาษคำตอบของผู้นั้น เพื่อเป็นเครื่องหมายที่แสดงหลักฐานว่าได้รับการรับรองจากกลุ่มแล้ว และนักเรียนผู้นั้นสามารถไปทำแบบทดสอบ ประจำหน่วยการเรียนรู้ได้ ถ้านักเรียนคนใดทำไม่ถูก เกิน 8 ข้อ ผู้สอนจะต้องเข้าไปช่วยเหลือตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นว่าทำไม จึงได้น้อยกว่า 8 ข้อ ผู้สอนวินิจฉัยปัญหาของนักเรียน และแก้ปัญหาโดยการทำการสอนทักษะอย่างรวบรัดให้หรืออาจ ซักถามถึงปัญหาในการทำงานจนเกิดความเข้าใจหรืออาจจะให้นักเรียน คนนั้นกลับไปทำแบบฝึก ทักษะใหม่แล้ว จึงให้นักเรียนคนนั้นทำแบบทดสอบย่อยฉบับ B จำนวน 10 ข้อแบบทดสอบย่อย ฉบับ B เป็นแบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบ A

4) เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบย่อยฉบับ A หรือฉบับ B แล้วจะนำแผ่นทดสอบที่แสดงถึงการสอบผ่านไปให้หัวหน้านักเรียนที่อยู่ต่างกลุ่มเพื่อที่จะรับแบบทดสอบประจำหน่วย (Unit Test) จากนั้นนักเรียนก็จะทำแบบทดสอบนั้น โดยหัวหน้านักเรียนนั้นเป็นผู้ตรวจให้คะแนน ทุก ๆ วันจะให้นักเรียนจากกลุ่มต่างๆเป็นหัวหน้านักเรียน 2 คน ถ้านักเรียนคนใดได้คะแนน 12 คะแนน จาก 15 คะแนน หัวหน้านักเรียนจะบันทึกคะแนนลงในสรุปผลประจำกลุ่มของนักเรียน จากนั้นผู้สอนจะตรวจคำตอบของนักเรียนอีกครั้งหนึ่งเพื่อพิจารณาปัญหา และทำการแก้ไขนักเรียนที่ได้คะแนนมากผ่านเกณฑ์แสดงให้เห็นว่า มีความรอบรู้ เพราะผ่านการฝึกทักษะและแบบทดสอบย่อยมาแล้ว มักจะสอบผ่านแบบทดสอบประจำหน่วย

2.2.6 คะแนนและการรับรองของกลุ่ม (Team Score and Team Recognition) เมื่อสิ้นสุดแต่ละหน่วยการเรียนรู้โดยประมาณทุกรายสัปดาห์ครูจะรวมคะแนนของกลุ่ม โดยคิดเฉลี่ยคะแนนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ของสมาชิกในแต่ละกลุ่ม ซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์ดังนี้

กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์สูง จะได้เป็น Super Team คือ กลุ่มยอดเยี่ยม

กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ปานกลาง จะได้เป็น Great Team คือ กลุ่มดีมาก

กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ต่ำ จะได้เป็น Good Team คือ กลุ่มดี

สำหรับกลุ่มที่ได้เป็นกลุ่มยอดเยี่ยมและกลุ่มดีมากจะได้รับรางวัลคือ คำชมเชย และใบประกาศเกียรติคุณ

2.2.7 การทดสอบฝึกทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Facts Test) ในทุกสัปดาห์ ๑ ละ 2 ครั้ง นักเรียนทำแบบทดสอบเพื่อฝึกทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ใช้เวลา 3 นาที โดยนักเรียนจะได้รับเอกสารไปศึกษาที่บ้านเพื่อไปเตรียมตัวทำแบบทดสอบฝึกทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

2.2.8 การสอนรวมกลุ่มในชั้นเรียน (Whole - study) เมื่อสอนจบหน่วยการเรียนรู้ ครูจะทำการสอนสรุปการเรียนรู้ต่างๆให้กับนักเรียนทั้งห้องโดยให้ครอบคลุมในเนื้อหา และทักษะต่างๆ ของบทเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540 : 74 – 75) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI เป็นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่นำไปใช้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 – 6 ซึ่งเป็นเทคนิคการสอนของมหาวิทยาลัยจอห์นฮอปกิน (John Hopkins University) แห่งสหรัฐอเมริกา โดยรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

2.2.1 กลุ่มนักเรียน แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 – 5 คน ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกซึ่งมีคะแนนสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนเฉลี่ยๆกัน คือมีทั้งคนที่ เกรดเฉลี่ยสูง

ปานกลาง และต่ำ และมีทั้ง ผู้หญิง ผู้ชาย และมาจากครอบครัวที่บิดามารดามีอาชีพและรายได้
คละกันหลังจากเรียนไปได้ประมาณ 8 สัปดาห์ นักเรียนจะถูกจัดกลุ่มใหม่

2.2.2 การทดสอบความรู้ก่อนเรียน เมื่อเริ่มต้นการเรียนการสอน ครูผู้สอนทดสอบ
ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูผู้สอนจะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามคะแนนผลสัมฤทธิ์
ในการสอบก่อนเรียน

2.2.3 เมื่อเรียนจากครูแล้ว นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้ตำรา วัสดุ และ
อุปกรณ์ที่ได้รับจากครู ซึ่งจะครอบคลุมเนื้อหาเรื่องการบวก ลบ ทศนิยม เศษส่วน โจทย์ปัญหา สถิติ
และพีชคณิต

2.2.4 การสอนกลุ่มย่อย ในแต่ละวันครูจะสอนนักเรียนในกลุ่มย่อย ๆ ซึ่งประกอบ
ไปด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันแต่กำลังเรียนเนื้อหาเดียวกัน ครูจะเลือกเทคนิคในการ
นำเสนอความคิดรวบยอดที่สำคัญ วัตถุประสงค์สำคัญของการสอนกลุ่มย่อยก็เพื่อให้ นักเรียนได้รับ
รู้ความคิดรวบยอดหลัก ในขณะที่ครูกำลังสอนกลุ่มย่อยนี้ นักเรียนที่เหลือจะได้รับมอบหมายให้
ทำงานในกลุ่มและตรวจการบ้านกันเอง จัดเก็บอุปกรณ์และตำราเข้าที่เอง

2.2.5 การจัดกลุ่มกันคิดว่า หลังจากการทดสอบก่อนเรียน นักเรียนแต่ละคนจะได้รับ
มอบหมายให้เรียน ณ จุดเริ่มต้นแตกต่างกันตามพื้นฐานของนักเรียน อย่างไรก็ตามแต่ละคนยังคงเรียน
และทำงานในกลุ่มย่อย โดยมีเงื่อนไขให้สมาชิกภายในกลุ่มคอยช่วยเหลือ

2.2.6 คะแนนและความสำเร็จเป็นของกลุ่ม ในวันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์ ครูจะ
รวบรวมคะแนนจากการสอบย่อยของสมาชิกทุกคนในกลุ่มย่อย โดยกำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้าว่าทีมที่ได้
คะแนนเฉลี่ยรวมกันตั้งแต่เท่าใดขึ้นไปจึงจะได้ชื่อว่าเป็น “Superteam”, “Greatteam” และ “Goodteam”
ทีมที่ได้คะแนนตามเกณฑ์ Superteam และ Greatteam จะได้รับใบประกาศชมเชย

2.2.7 การทดสอบความรู้ ทุก ๆ 2 สัปดาห์จะมีการทดสอบความคิดรวบยอด เพื่อวัด
ความรู้ของนักเรียน แต่เป็นการทดสอบที่ใช้เวลาประมาณ 3 นาทีต่อครั้ง

2.2.8 การสอนนักเรียนทั้งชั้น ทุก ๆ 3 สัปดาห์ ครูจะสอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่
เต็มทั้งสัปดาห์ โดยเนื้อหาที่สอนจะครอบคลุมเนื้อหาเรขาคณิต การวัด ระบบจำนวน และเทคนิค
การทำโจทย์ปัญหา

2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 38) กล่าวถึง ขั้นตอนของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ไว้ดังนี้

2.3.1 จัดนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบ่งละความสามารถกลุ่มละ 2 – 4 คน

2.3.2 นักเรียนทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว หรือศึกษาประเด็น / เนื้อหาใหม่โดยการ
อภิปรายสรุปข้อความรู้ หรือคำถาม

2.3.3 นักเรียนแต่ละคนไปทำใบงานที่ 1 แล้วจับคู่กันภายในกลุ่มเพื่อ

1) แลกเปลี่ยนกันตรวจใบงานที่ 1 เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

2) อธิบายข้อสงสัยและข้อผิดพลาดของกลุ่มตนเองหากนักเรียนคู่ใดทำใบงานที่ 1 ได้ถูกต้องร้อยละ 75 ขึ้นไป ให้ทำใบงานชุดที่ 2 แต่หากคนใดคนหนึ่งหรือทั้งคู่ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 75 ให้นักเรียนทั้งคู่ทำใบงานชุดที่ 3 หรือ 4 จนกว่าจะทำได้ถูกต้องร้อยละ 75 ขึ้นไปจึงจะผ่านได้

2.3.4 นักเรียนทุกคนทำการทดสอบ

2.3.5 นำคะแนนผลการทดสอบของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม หรือใช้คะแนนเฉลี่ย (กรณีจำนวนคนแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน)

2.3.6 กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดได้รับรางวัลหรือประกาศชมเชย

จันทรา ดันติพงสานุรักษ์ (2543 : 45) ได้เสนอ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค TAI ดังต่อไปนี้

2.3.1 ให้นำเนื้อหาใหม่ หรือให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาใหม่จากใบความรู้เอกสารประกอบการเรียนการสอน หรือหนังสือเรียน หรือศึกษาจากสื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ

2.3.2 แบ่งกลุ่มนักเรียนตามความสามารถกลุ่มละ 4 – 6 คน เป็นนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 3 – 4 คน และนักเรียนอ่อน 1 คน แล้วดำเนินการดังนี้

1) แต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบฝึกหัดขั้นพื้นฐาน นักเรียนในกลุ่มจับคู่กันตรวจ การจับคู่ควรเป็นนักเรียนเก่งคู่กับนักเรียนอ่อน นักเรียนปานกลางจับคู่กับนักเรียนปานกลาง

2) จากผลการตรวจให้ดำเนินการดังนี้

(1) จับคู่นักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 75 ให้เรียนซ่อมโดยให้ทำแบบฝึกหัดชุดที่ 2 ซึ่งเป็นแบบฝึกหัดเรียนซ่อม เนื้อหาในแบบฝึกหัดที่ 2 นี้ เป็นเนื้อหาที่ง่าย ๆ ในจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นจึงทำแบบฝึกหัดชุดที่ 3

(2) จับคู่นักเรียนที่ได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 75 ให้เรียนเสริมโดยให้ทำแบบฝึกหัดชุดที่ 3 เนื้อหาในแบบฝึกหัดเป็นเนื้อหาที่มีระดับความยากสูงชันกว่าแบบฝึกหัดที่ 2

(3) แต่ละกลุ่มตรวจสอบและทำความเข้าใจแบบฝึกหัดที่ 1, 2 และ 3 ร่วมกันอีกครั้งหนึ่ง และเตรียมตัวทดสอบรายบุคคล

3) ทดสอบรายบุคคล ดำเนินการดังนี้

(1) จัดที่นั่งสอบและดำเนินการสอบรายบุคคล

(2) ตรวจข้อสอบ รวมคะแนนของสมาชิกในกลุ่มเป็นคะแนนของกลุ่มหรือเฉลี่ยคะแนนรวมของกลุ่มเป็นคะแนนสมาชิกแต่ละคน การตรวจและรวมคะแนนอาจให้นักเรียนช่วยกันตรวจและรวมคะแนนก็ได้

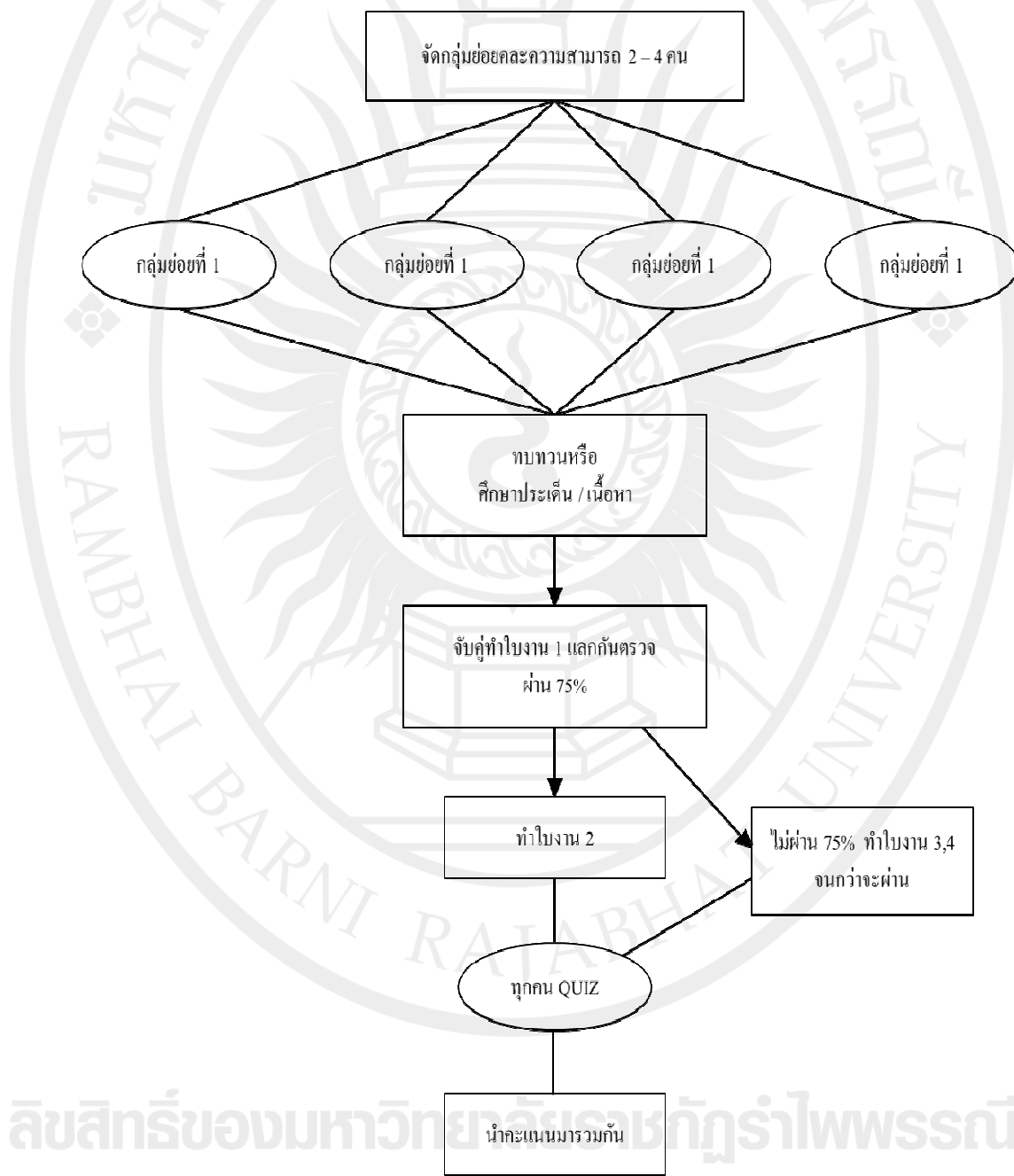
4) มอบรางวัลให้กับกลุ่มที่ได้คะแนนรวมหรือคะแนนเฉลี่ย
กรมสามัญศึกษา (2545 : 53) สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้
เทคนิค TAI ดังนี้

- 2.3.1 จัดนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบบละความสามารถ กลุ่ม 2 – 4 คน
 - 2.3.2 นักเรียนทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว หรือศึกษาประเด็นเนื้อหาใหม่ โดยอภิปรายสรุปข้อความรู้ หรือ ถาม ตอบ
 - 2.3.3 นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 1 แล้วจับคู่ภายในกลุ่มของตนเพื่อแลกเปลี่ยนกันตรวจใบงานที่ 1 เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง อธิบายข้อสงสัย และข้อผิดพลาดของกลุ่มของตนเอง หากนักเรียนคู่ใดทำงานใบงานที่ 1 ได้ถูกต้อง 75% ขึ้นไปให้ทำใบงานที่ 2 แต่หากคนใดคนหนึ่งหรือทั้งคู่ได้คะแนนน้อยกว่า 75% ให้นักเรียนทั้งคู่ทำใบงานที่ 3 หรือ 4 จนกว่าจะทำได้ถูกต้อง 75% ขึ้นไปจึงจะผ่านได้
 - 2.3.4 นักเรียนทุกคนทำการทดสอบ
 - 2.3.5 นำคะแนนผลการทดสอบของแต่ละคนมารวมกัน เป็นคะแนนกลุ่มหรือใช้คะแนนเฉลี่ย
 - 2.3.6 กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดได้รับรางวัล หรือคิดป้ายประกาศชมเชย
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2545 : 45 – 46) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI โดยครูผู้สอนแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มล่วงหน้า กลุ่มละ 4 คน ให้มีความสามารถละกัน คือ เก่ง ปานกลาง (ค่อนข้างเก่ง) ปานกลาง (ค่อนข้างอ่อน) และอ่อน และให้จับคู่กันเป็น 2 คู่ ในแต่ละกลุ่ม
- 2.3.1 ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเนื้อหาในบทเรียนหรือทบทวนบทเรียน
 - 2.3.2 ผู้สอนแจกแบบฝึกหรือใบงานที่ 1 ให้สมาชิกแต่ละคนทำ
 - 2.3.3 เมื่อทำแบบฝึกหรือใบงานเสร็จแล้ว ให้จับคู่กับสมาชิกภายในทีมเดียวกัน และผลัดกันตรวจคำตอบตามแนวเฉลยที่ผู้สอนแจกให้ และช่วยกันอธิบายสิ่งที่สงสัยให้แก่สมาชิก ซึ่งเป็นคู่ของตนเองฟัง ในกรณีที่นักเรียนคู่ใดทำแบบฝึกหรือใบงานเสร็จเร็วก่อนคู่อื่น ผู้สอนอาจจะให้ทำแบบฝึกหรือใบงานสำรองหรือให้ทำกิจกรรมอื่นเพื่อรอเพื่อนคนอื่น ๆ ถ้านักเรียนคู่ใดหรือนักเรียนคนใดทำแบบฝึกหรือใบงานถูกต้องไม่ถึงเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนด ก็ให้นักเรียนคนนั้นหรือคู่ นั้นทำแบบฝึกหรือใบงานชุดคู่ขนานกับชุดแรก จนกว่าจะทำแบบฝึกหรือใบงานถูกต้องถึงเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งอาจจะมีหลายชุด (ผู้สอนควรเสนอแนะให้สมาชิกในกลุ่มที่เรียนล้าหน้าไปก่อน หรือผู้ที่ทำแบบฝึกหรือใบงานเสร็จก่อนให้ได้ช่วยเหลือเพื่อนที่ทำแบบฝึกหรือใบงานไม่ถึงเกณฑ์หรือนักเรียนอ่อน ด้วยการช่วยอธิบายให้ความกระจ่างแก่เพื่อน และช่วยตรวจแบบฝึก)

2.3.4 ให้นักเรียนทุกคนทำการทดสอบครั้งสุดท้ายพร้อมกัน โดยแต่ละคนต่างทำแบบทดสอบด้วยตนเอง

2.3.5 นำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่ม รวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย ผู้สอนประกาศผลและยกย่องกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด ตามความเหมาะสม และติดผลไว้ที่ป้ายนิเทศ

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 171) เสนอแผนภูมิการจัดกิจกรรมแบบ TAI ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แผนภูมิการจัดกิจกรรมแบบ TAI (สิริพร ทิพย์คง. 2545 : 171)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI หมายถึง รูปแบบการสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ และการสอนรายบุคคล โดยการเรียนเป็นกลุ่ม นักเรียนในกลุ่มจะทำการศึกษาและเรียนรู้ร่วมกันช่วยกัน ดำเนินการเรียนและมีการตรวจสอบร่วมกัน มีการร่วมมือช่วยเหลือกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของการเรียน แต่ทั้งนี้เมื่อพบนักเรียนคนใดในกลุ่มเกิดปัญหาทางการเรียน ครูผู้สอนจะดำเนินการสอนนักเรียนคนดังกล่าวเป็นรายบุคคล

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3-4 คน โดยคละความสามารถของนักเรียน จากนั้นแนะนำการแบ่งหน้าที่ในการเรียนรู้ร่วมกัน แจงวัตถุประสงค์ในการเรียน ทบทวนเนื้อหาหรือเร้าความสนใจของนักเรียน

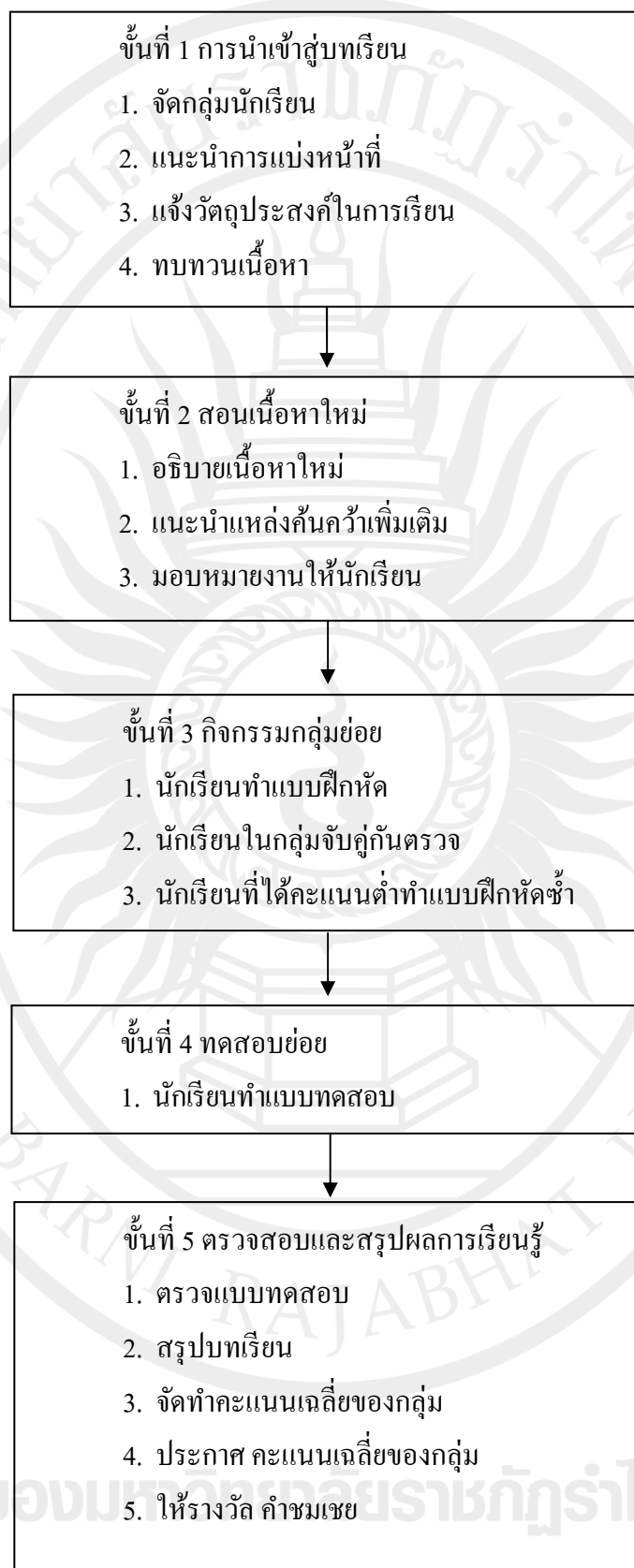
ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นตอนที่ครูอธิบายเนื้อหาที่จะเรียน แนะนำแหล่งค้นคว้าเพิ่มเติมและมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 3 กิจกรรมกลุ่มย่อย เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำแบบฝึกหัด หลังจากทำแบบฝึกหัดเสร็จนักเรียนในกลุ่มจับคู่กันตรวจ การจับคู่ควรเป็นนักเรียนเก่งคู่กับนักเรียนอ่อน นักเรียนปานกลางจับคู่กับนักเรียนปานกลาง นักเรียนที่ทำแบบแบบฝึกหัด ได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 75 ให้ทำแบบฝึกหัดซ้ำจนกว่าจะผ่านเกณฑ์ จากนั้นนักเรียนทุกคนเตรียมตัวทำแบบทดสอบ

ขั้นที่ 4 ทดสอบย่อย เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบและสรุปผลการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนช่วยกันตรวจแบบทดสอบ สรุปบทเรียน ประกาศคะแนน และยกย่องชมเชย

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI สามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แผนผังขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ครูลิก และรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1989 : 3) กล่าวว่า ปัญหา คือ สถานการณ์ ปริมาณ หรืออย่างอื่น ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลต้องเผชิญ ต้องใช้ความละเอียดรอบคอบ และเป็น สถานการณ์ที่ไม่สามารถเห็นแนวทางการแก้ปัญหาได้ทันที

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 : 7) ได้สรุปความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1.1 เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูป ปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล

1.2 เป็นสถานการณ์ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อน และไม่สามารถ หาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะ ความรู้และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกัน จึงหาคำตอบได้

1.3 สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหา และเวลา บางสถานการณ์อาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลใดบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับ บุคคลอื่น ๆ ก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2555 ข : 7) ได้ให้ความหมาย ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอนหรือวิธีการที่จะ ได้คำตอบของ สถานการณ์นั้นทันที

สิริพร ทิพย์คง (2556 : 9 – 10) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็น สิ่งที่บุคคลเผชิญอยู่และต้องการหาคำตอบแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที

จากความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคย และไม่สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาได้ทันที หรือรู้วิธีการที่หาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งบุคคลต้องใช้ ความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ

2. ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1980 : 1) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น การหาวิถีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นวิธีการที่จะนำเอาสิ่งที่ยังยากออกไป หาวิธีการที่จะ เอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อจะให้ได้ข้อลงเอยหรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

ครูลิก และรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1987 : 4) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการซึ่งบุคคลใช้ทักษะและความเข้าใจที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 : 8) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2555 ข : 7) ระบุว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน / กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ผสมผสานกับข้อมูลต่างๆ ที่กำหนดในปัญหาเพื่อกำหนดวิธีการหาคำตอบ

3. ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1987 : 154) ได้แบ่งประเภทของปัญหา ตามจุดประสงค์ของปัญหา ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.1 ปัญหาให้ค้นหาคำตอบ (Problem to Find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้ แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

3.2 ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to Prove) เป็นปัญหาที่ต้องการให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่จะต้องพิสูจน์

ยูพิน พิพิธกุล (2530 : 133) กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ที่จะนำมาให้นักเรียนฝึกคิดนั้น อาจมีดังต่อไปนี้

3.1 ปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาคำความจริง หรือข้อสรุปใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน

3.2 ปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ การพิสูจน์ทฤษฎีบท

3.3 ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ที่อาศัยนิยาม ทฤษฎีบทต่าง ๆ ซึ่งจะถูกนำมาใช้

3.4 ปัญหาที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 : 8 – 11) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

3.1 พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาสามารถแบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท

คือ

ประเภทที่ 1 ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล

ประเภทที่ 2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

3.2 พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีแก้ปัญหา

ประเภทที่ 2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามustประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากการแยกประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า สามารถแบ่งประเภทได้ 2 ประเภท คือ

3.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับ โครงสร้าง และวิธีการแก้ปัญหของปัญหานั้น เมื่อพบปัญหาจะทราบทันทีว่าจะแก้ปัญหด้วยวิธีใด ซึ่งจะพบมากในหนังสือเรียนทั่วไป

3.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน เน้นกระบวนการคิด ผู้แก้ปัญหามิคุ้นเคยกับปัญหา ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์และวิธีการต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหานั้น เพื่อให้ได้คำตอบ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ปัญหาที่ไม่ธรรมดา ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน เน้นในกระบวนการคิด ผู้แก้ปัญหามิคุ้นเคยกับปัญหา ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์และวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหานั้น โดยปัญหาดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหามิจะประสบผลสำเร็จหรือไม่ขึ้น กระบวนการแก้ปัญหามีความสำคัญสำหรับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1987 : 5 – 40) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าจะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหานักเรียนต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปเข้ามา พิจารณาหลากหลาย

มุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยง หรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาและเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทาง หรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผน ให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่ เลือกไว้ไม่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบ ที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และกลยุทธ์ในการ แก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบ หรือมีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาย่างอื่นหรือไม่สำหรับ นักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ คาดเดาและคำตอบจริงในนี้ได้

พิซซินิ และคณะ (Pizzini et al. 1989 : 528) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาแบบ SSCS มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณาปัญหา (Search : S) เป็นการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและ แยกแยะประเด็นของปัญหา การแสวงหาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา ซึ่งประกอบด้วย การระดม ความคิด การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปรายและการบรรยาย เพื่อให้เกิดการแยกแยะประเด็น ปัญหาต่าง ๆ ช่วยนักเรียนในด้านการมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัญหานั้น ๆ นักเรียนจะต้องอธิบายและให้ขอบเขตของปัญหาด้วยคำอธิบายจากความเข้าใจของนักเรียนเอง ซึ่งจะต้องตรงกับจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่ตั้งไว้ ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องหาข้อมูลของปัญหาเพิ่มเติม โดยอาจหาได้จากการที่นักเรียนตั้งคำถาม ถามครูหรือเพื่อนนักเรียนด้วยกัน การอ่านบทความ ในวารสารหรือหนังสือคู่มือต่าง ๆ การสำรวจและอาจได้มาจากงานวิจัยหรือตามตำราต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 การแก้ปัญหา (Solve : S) เป็นการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วย วิธีการต่างๆ ในขั้นนี้ นักเรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหารวมไปถึงการวางแผนใช้เครื่องมือในการ แก้ปัญหาด้วยตนเอง การหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นการพิจารณาปัญหา (Search : S) มาใช้ประกอบการแก้ปัญหา ขณะที่ นักเรียนกำลังดำเนินการ ถ้าพบปัญหานั้นนักเรียนสามารถที่จะย้อนกลับไปขั้นการพิจารณาปัญหา (Search : S) ได้อีกหรือผู้เรียนอาจจะปรับปรุงแผนของตนที่วางไว้โดยการประยุกต์วิธีการต่าง ๆ มา ใช้ก็ได้

ขั้นที่ 3 การสร้างคำตอบ (Create : C) เป็นการนำผลที่ได้จากการแก้ปัญหามาเรียบเรียงเป็นลำดับขั้นตอน และเพื่อสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้ โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ที่ง่าย สละสลวย มาขยายความหรือตัดทอนคำตอบที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถอธิบายหรือสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

ขั้นที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share : S) เป็นการแลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา โดยคำตอบที่เกิดขึ้นอาจจะได้รับการยอมรับหรือไม่ยอมรับก็ได้ คำตอบที่ได้รับการยอมรับและถูกต้องนักเรียนก็จะมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบ และคำตอบนั้นอาจนำไปสู่การเกิดปัญหาใหม่ก็ได้ ส่วนคำตอบหรือวิธีการที่ไม่ได้รับการยอมรับนักเรียนจะต้องร่วมกันพิจารณาว่าเกิดการผิดพลาดที่ใดบ้าง อาจจะมีผิดพลาดในขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาผิดพลาด โดยมีคนอื่นช่วยประเมินให้

นอกจากนี้แล้วยังมีกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบ DAPIC ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน (อัมพร ม้าคนอง. 2554 : 42) โดยกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบ DAPIC มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 Define เป็นการทำความเข้าใจ กำหนดหรือระบุปัญหาที่จะแก้ให้มีความชัดเจน

4.2 Access เป็นการระบุหรือเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องและที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

4.3 Plan เป็นการหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และวางแผนดำเนินการ

4.4 Implement เป็นการนำแผนที่วางไว้มาปฏิบัติ พร้อมทั้งมีการปรับให้ดีขึ้น

4.5 Communicate เป็นการนำผลจากการดำเนินการมาวิเคราะห์ สรุป และสื่อสาร

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำกระบวนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตามแนวคิดของโพลยา มาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าว เป็นแนวทางแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหา นักแก้ปัญหาที่ดีจะมีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ทันทีทันใดที่เผชิญปัญหา ดังนั้นนักเรียนควรที่จะได้เรียนหรือฝึกทักษะการใช้กลยุทธ์ต่างๆ ให้ชำนาญ เพื่อจะได้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาต่อไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2555 ข : 12 – 36) ได้แบ่งประเภทของกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

5.1 การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหา และค้นหาความสัมพันธ์ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบ หรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน การค้นหาแบบรูปไม่เพียงแต่เป็น

เครื่องมือที่ช่วยในการแก้ปัญหาเท่านั้น หากแต่ยังช่วยให้ผู้แก้ปัญหา ได้พัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวน (Number Sense) และทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประมาณและคาดคะเนคำตอบก่อนจะคิดคำนวณจริง ตลอดจนสามารถสะท้อนความรู้ ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการคิดของตนเองได้

5.2 การสร้างตาราง เป็นการนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้สรุปลงในตาราง เพื่อช่วยให้ผู้แก้ปัญหาสามารถวิเคราะห์หา ค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูล อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูป หรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจน ช่วยไม่ให้หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

5.3 การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์ และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ กลยุทธ์นี้ผู้แก้ปัญหาก็ต้องนำข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา วาดออกมาเป็นภาพที่สัมพันธ์กัน การวาดภาพจะช่วยบรรยายสถานการณ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ภาพที่วาดนั้นไม่จำเป็นต้องใส่รายละเอียดให้ครบถ้วน วาดเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเท่านั้น

5.4 การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการพิจารณาทุกกรณีที่เป็นไปได้ว่ามีระบบ โดยอาจจะแบ่งออกเป็นกรณีย่อย ๆ แล้วค่อยๆ จัดบางกรณีที่เป็นไปไม่ได้ ออก หลังจากนั้นค่อยพิจารณากรณีที่เหลือ ในบางครั้งอาจใช้กลยุทธ์นี้ร่วมกับกลยุทธ์การค้นหาแบบรูปและกลยุทธ์การสร้างตาราง

5.5 การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหา กำหนดมาให้ ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป ผู้แก้ปัญหาคควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นใกล้เคียงคำตอบที่ต้องการมากที่สุด โอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการใช้กลยุทธ์นี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้จากการเดาเมื่อครั้งก่อนหน้า

5.6 การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ปัญหาคำหนดให้อยู่ในรูปแบบสมการ หรือบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการใช้กลยุทธ์นี้ผู้แก้ปัญหาคต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อหาว่าข้อมูลและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรสิ่งที่ต้องการหา หรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้วเขียนสมการ หรืออสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น หลังจากนั้นใช้สมบัติของการเท่ากัน เพื่อแก้สมการ และหลังจากสิ้นสุดการแก้สมการ ต้องตรวจคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปได้ตามเงื่อนไขของปัญหา ถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยทั่วไปแล้วกลยุทธ์นี้ มักใช้ในทางพีชคณิต

5.7 การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ขั้นตอน เริ่มต้นการคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาส่วนใหญ่จะเริ่มจากนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วดำเนินการไปจนกระทั่งได้คำตอบ แต่สำหรับกลยุทธ์การคิดแบบย้อนกลับ ผู้แก้ปัญหาจะต้องเปลี่ยนมุมมองที่มีต่อปัญหาเสียใหม่ โดยพิจารณาปัญหาโดยรวมจากการทำย้อนกลับ กลยุทธ์นี้จะใช้เมื่อทราบผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา แต่ไม่ทราบจุดเริ่มต้นของสถานการณ์ปัญหา

5.8 การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิด หรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้น เพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น กลยุทธ์นี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยกลยุทธ์อื่นได้ยาก สิ่งสำคัญของกลยุทธ์นี้ก็คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

5.9 การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่ หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อย หรือเป็นส่วน ๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นผู้แก้ปัญหาอาจลดจำนวนของข้อมูล หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคย เช่น ปัญหาเดิมประกอบด้วยตัวเลขหลายหลัก หรือมีรูปแบบที่ยุ่งยากซับซ้อน ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาจึงไม่ชัดเจน การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่คล้ายคลึงกับปัญหาเดิมจะช่วยให้สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

5.10 การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความ หรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา บางปัญหาใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ และการเขียนภาพหรือแผนภาพ จนทำให้ไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาอื่นได้ชัดเจน

5.11 การให้เหตุผลทางอ้อม กลยุทธ์นี้ผู้แก้ปัญหาจะต้องแสดงให้เห็นว่า เป็นไปไม่ได้ที่ข้อความ จะเป็นเท็จ โดยการสมมติว่า ข้อความ ดังกล่าวเป็นเท็จ แล้วทำให้เกิดข้อขัดแย้ง หรือนำไปสู่สิ่งที่ เป็นไปไม่ได้ ดังนั้นจึงสรุปว่า ข้อความ ดังกล่าวเป็นจริง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 : 23 - 71) ได้กล่าวถึง กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแก้ได้โดยใช้กลยุทธ์ที่หลากหลาย ใช้กลยุทธ์ใดกลยุทธ์หนึ่ง หรือใช้กลยุทธ์มากกว่า 1 กลยุทธ์ ประกอบกันก็ได้ นักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องเรียนรู้ให้มีความเข้าใจกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งกลยุทธ์ในการแก้ปัญหามีดังนี้

5.1 การเดาและตรวจสอบ สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ในกรณีที่การแก้ปัญหานั้น โดยตรงอาจยุ่งยาก ใช้เวลามาก หรือผู้แก้ปัญหาลืมวิธีการไปแล้ว การเดานั้นต้องเดาอย่างมีเหตุผล มีทิศทางเพื่อให้สิ่งที่เดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

5.2 การเขียนภาพ แผนภูมิ และสร้างแบบจำลอง ช่วยให้เห็นปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม ทำให้ผู้แก้ปัญหาเกิดความรู้สึกว่าได้สัมผัสกับตัวปัญหานั้นอย่างแท้จริง ทำความเข้าใจกับปัญหาได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้แก้ปัญหาคำหนดแนวทางวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนอีกด้วย

5.3 การสร้างตาราง การใช้ตารางแสดงข้อมูลให้เป็นระบบมีระเบียบ ช่วยให้เห็นความเกี่ยวข้องความสัมพันธ์กันของข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น อันจะนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการ การใช้กลยุทธ์สร้างตารางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีประเด็นที่ควรพิจารณา ดังนี้

5.3.1 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด

5.3.2 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีที่เป็นไปได้บางกรณี

5.3.3 สร้างตารางเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด (หรือมากกว่า)

5.3.4 สร้างตารางเพื่อค้นหารูปแบบทั่วไปของความสัมพันธ์

5.4 การใช้ตัวแปร การใช้ตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาอย่างหนึ่งที่ใช้กัน ในวิชาพีชคณิต ผู้แก้ปัญหาคสามารถสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ที่ปัญหาคำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้น และในปัญหาบางปัญหาคสามารถหาความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขที่ปัญหาคำหนดให้อยู่ในรูปสมการได้ กลยุทธ์ใช้ตัวแปรสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ 2 ลักษณะคือ

5.4.1 ใช้ตัวแปรสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล แล้วพิจารณาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นนั้น

5.4.2 สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาในรูปแบบการเท่ากัน สามารถสร้างสมการที่สอดคล้องกับปัญหานั้นได้ การหาคำตอบทำได้แก่สมการหรือพิจารณาคำตอบจากสมการนั้น

5.5 การค้นหาแบบรูปเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญมากในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เหมาะที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูปของจำนวน ผู้แก้ปัญหาคจะต้องศึกษาข้อมูลที่มีอยู่วิเคราะห์ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น แล้วคาดเดาคำตอบซึ่งอาจเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ จากปัญหาเดียวกัน ข้อมูลชุดเดียวกัน ผู้แก้ปัญหาคแต่ละคนอาจค้นพบคำตอบที่แตกต่างกันก็ได้

5.6 การแบ่งกรณี ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลายปัญหาคสามารถแก้ปัญหาคได้ง่ายขึ้นเมื่อแบ่งปัญหาคเป็นกรณีมากกว่า 1 กรณี ซึ่งในแต่ละกรณีจะมีความชัดเจนมากขึ้น เมื่อแก้ปัญหาคำตอบของทุกกรณีได้แล้วพิจารณาคำตอบของทุกกรณีร่วมกัน จะได้ภาพรวมซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาคเริ่มต้น

5.7 การใช้การให้เหตุผลทางตรง กลยุทธ์ที่ใช้การให้เหตุผลทางตรงนี้มักพบอยู่ตลอดเวลาในการแก้ปัญหาโดยผู้แก้ปัญหา มักใช้ร่วมกับกลยุทธ์อื่น ๆ ข้อความที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางตรงมักอยู่ในรูป “ถ้า A แล้ว B” โดยที่ข้อความ A เป็นเหตุบังคับให้เกิดข้อความ B การใช้การให้เหตุผลทางตรงในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์เป็นการใช้ข้อมูลที่ปัญหาที่กำหนดให้ ประมวลเข้ากับความรู้และประสบการณ์ ที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่แล้วให้เหตุผลนำไปสู่คำตอบของปัญหาที่ต้องการ ปัญหาที่ใช้กลยุทธ์นี้อาจไม่มีการคำนวณเลขก็ได้ แต่เป็นการเน้นการให้เหตุผล

5.8 การใช้การให้เหตุผลทางอ้อม ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางปัญหาไม่ย่นักที่จะแก้ปัญหาโดยใช้การให้เหตุผลทางตรงในกรณีเช่นนี้การใช้การให้เหตุผลทางอ้อมนับว่าเป็นวิถีทางที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาในการใช้การให้เหตุผลทางอ้อมเพื่อแสดงเงื่อนไข “A” เป็นจริงทำได้โดยสมมติว่าเงื่อนไข “not A” เป็นจริง หลังจากนั้นหาเหตุผลมาแสดงว่าเป็นไปไม่ได้ที่ “not A” เป็นจริง ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า “A” เป็นจริง ปัญหาที่ใช้การให้เหตุผลทางอ้อมมักเป็นปัญหาให้พิสูจน์สำหรับปัญหาให้ค้นหาจะใช้การให้เหตุผลโดยการพิสูจน์เพื่ออธิบายคำตอบปัญหา

5.9 การทำย้อนกลับ ปัญหาบางปัญหาสามารถแก้ได้ง่ายกว่า ถ้าเริ่มต้นแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากผลลัพธ์สุดท้าย แล้วมองย้อนกลับมาสู่ตัวปัญหาอย่างมีขั้นตอน กลยุทธ์มองย้อนกลับใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลย้อนกลับไปหาเหตุ ซึ่งจะต้องหาเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหา กับสิ่งที่กำหนดให้

5.10 การสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ ปัญหาบางประการถ้าแก้ปัญหานั้นเลยโดยตรงจะทำได้ยาก การสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ให้เกี่ยวข้องกับปัญหาเดิม แล้วศึกษาวิธีการแก้ปัญหาจากปัญหาใหม่ที่สร้างขึ้นนี้เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาเริ่มต้น ปัญหาที่สร้างขึ้นใหม่อาจสร้างให้ครอบคลุมปัญหาเดิมทั้งหมด หรือสร้างขึ้นใหม่เพียงบางส่วนของปัญหาเดิมก็ได้ กลยุทธ์แก้ปัญหาโดยการสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่แยกกล่าวได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

5.10.1 กลยุทธ์นี้ถึงปัญหาที่สัมพันธ์กัน

5.10.2 กลยุทธ์แก้ปัญหาที่ง่ายกว่า

5.10.3 กลยุทธ์กำหนดเป้าหมายรอง

นอกจากนี้ อัมพร ม้าคนอง (2554 : 44) ได้กล่าวถึงกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่คล้ายคลึงกับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2555 ข : 12 – 36) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 การลองผิดลองถูก เป็นวิธีที่นักเรียนมักใช้กับปัญหาที่สามารถจะทดสอบคำตอบได้ แม้จะเป็นวิธีที่ไม่แน่นอนว่าจะได้คำตอบช้าหรือเร็ว แต่ก็เป็วิธีที่นักเรียนทำได้สะดวก

5.2 การวาดภาพ เป็นการทำให้นักเรียนเข้าใจความซับซ้อนและบริบทของปัญหาง่ายขึ้น หรือทำให้ปัญหาที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น

5.3 การสร้างแบบจำลอง เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้แบบจำลองของปัญหา

5.4 การค้นหาแบบรูป ปัญหาบางอย่างมีแบบรูป การค้นหาแบบรูปทั่วไปของปัญหา อาจทำให้พบความสัมพันธ์บางอย่าง และอาจมีประโยชน์ในการหาคำตอบ

5.5 การสร้างรายการ ตาราง และแผนภูมิ การจัดระบบและการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ตารางหรือแผนภูมิ อาจทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาชัดเจนขึ้นและอาจทำให้แก้ปัญหาง่ายขึ้น

5.6 การทำงานย้อนกลับ เป็นการแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นจากคำตอบที่ต้องการแล้วมองย้อนกลับไปหาข้อมูลหรือวิธีการแก้ปัญหาก่อนหน้านี้ เพื่อตัดสินใจว่าจะต้องใช้ข้อมูลหรือทำงานอะไรก่อน

5.7 การใช้ปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า เป็นการทำให้ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เคยแก้ได้ หรือสามารถใช้วิธีแก้ปัญหาอื่นที่ง่ายกว่า

5.8 การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ เป็นการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการที่เป็นเหตุเป็นผลและไม่เกิดข้อขัดแย้ง เนื่องจากปัญหาคณิตศาสตร์บางอย่างไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณแต่ต้องใช้เหตุผลในการคิด

จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้ สรุปได้ว่ากลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมีความหลากหลาย ควรเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมกับปัญหา ซึ่งจะช่วยให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นไปอย่างรวดเร็วและถูกต้อง

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเน้นการสอนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้กลยุทธ์ 1) การเขียนสมการ 2) การคาดเดาและตรวจสอบ 3) การสร้างตาราง เนื่องจากกลยุทธ์ดังกล่าวมีความเหมาะสมกับเนื้อหาและสถานการณ์ของปัญหาดังกล่าว

6. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ครูลิติก และ รุดนิก (Krulik and Rudnick, 1989 : 49 – 91) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับครูระดับมัธยมศึกษา ไว้ดังนี้

6.1 ควรสร้างบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าสามารถแก้ปัญหาให้สำเร็จได้

6.2 ควรจูงใจให้นักเรียนสนใจในการแก้ปัญหา

6.3 ควรสอนให้นักเรียนรู้ถึงวิธีการแก้ปัญหา รู้จักพิจารณาได้ว่าข้อความส่วนใดที่เป็น

แนวคิดสำคัญ

6.4 ควรให้นักเรียนรู้จักสร้างปัญหาได้ด้วยตนเอง

6.5 ควรมีการจัดให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม

6.6 ควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักจัดการเขียนแผนภาพด้วยมือเปล่าโดยไม่ใช้เครื่องมือ

6.7 ควรให้นักเรียนเขียนแผนภูมิสายงาน (Flow-chart) แสดงกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง

6.8 ควรแนะนำวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ ที่แตกต่างจากแนวคิดของนักเรียนเพิ่มเติม

6.9 ควรส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ

6.10 ควรเน้นความคิดสร้างสรรค์ทางด้านความคิดและจินตนาการ

6.11 ควรส่งเสริมการใช้พีชคณิตในการแก้ปัญหา

6.12 ควรส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการประมาณค่า

6.13 ควรส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักใช้เครื่องมือคำนวณ

6.14 ควรนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สมัยใหม่มาใช้

6.15 ควรนำกิจกรรมเกมมาใช้ในชั้นเรียน

บิทเทอร์ (Bitter, 1990 : 43 – 44) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

6.1 ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน

6.2 ควรแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหาเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน

6.3 ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้มา ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ

6.4 ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ

6.5 ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ

6.6 ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาย่อย ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน

6.7 ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลาย ๆ ข้อ โดยใช้วิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหามากมาย ๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่น ๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหานั้นได้

6.8 ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะข้อนั้น ๆ

6.9 ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

6.10 ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้ เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538 : 66 – 67) ได้เสนอวิธีการสอนของครู เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยาและนำมาเป็นแนวทางในการช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสรุปได้ดังนี้

6.1 การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

6.1.1 ควรพัฒนาทักษะการอ่าน โดยให้นักเรียนฝึกการอ่านและทำความเข้าใจข้อความในปัญหาที่ครูยกมาเป็นตัวอย่างในการสอนก่อนที่จะมุ่งไปที่วิธีหาคำตอบ โดยอาจฝึกเป็นรายบุคคลหรือฝึกเป็นกลุ่ม อภิปรายร่วมกันถึงสาระสำคัญของโจทย์ปัญหาความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการความพอเพียง หรือความมากเกินไปของข้อมูลที่กำหนดให้

6.1.2 ควรใช้กลวิธีเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพ หรือสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหา จะทำให้ปัญหามีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น

6.1.3 ควรใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกเพื่อทำความเข้าใจ เช่น การนำปัญหาที่กำหนดข้อมูลให้เกินความจำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอมาให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ข้อมูลว่า ข้อมูลใดใช้ได้บ้าง หรือว่าข้อมูลที่กำหนดมาให้เพียงพอหรือไม่

6.2 การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา

6.2.1 ต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้คิดด้วยตนเอง เช่น การใช้คำถามนำ โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์ปัญหากำหนดมาให้หาคำถามเมื่อนักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

6.2.2 ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมามาก ๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ ทราบว่าตนเองคิดอะไร การคิดออกมามาก ๆ อาจอยู่ในรูปของการบอก หรือเขียนแผนภาพ และแบบแผนแสดงลำดับขั้นตอนการคิดออกมากับผู้อื่นทราบ ทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา

6.2.3 ควรสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้รู้จักคิดวางแผนก่อนลงมือทำสิ่งใดเสมอๆ เพราะจะทำให้สามารถประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้นๆ ควรเน้นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นสำคัญกว่าคำตอบที่ได้ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกว่า

6.2.4 ควรจัดหาปัญหาให้นักเรียนฝึกบ่อย ๆ ซึ่งต้องเป็นปัญหาที่ทำท่ายและน่าสนใจ

6.2.5 ควรส่งเสริมให้รู้จักใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา แต่ละข้อให้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด และจะมีโอกาสได้ฝึกวางแผนมากขึ้น

6.3 การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

ควรฝึกให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผน ก่อนที่จะลงมือทำตามแผน โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้ และพิจารณาว่าวิธีการเหมาะสมถูกต้องกับการแก้ปัญหานั้น ๆ หรือไม่

6.4 การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล/คำตอบ

6.4.1 ควรกระตุ้นให้เห็นความสำคัญของการตรวจสอบวิธีทำและคำตอบให้เคยชิน โดยครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง หาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหาที่ครูยกตัวอย่างมาให้

6.4.2 ควรกระตุ้นให้รู้จักตีความหมายของคำตอบที่ได้ว่ามีความหมายสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

6.4.3 ควรสนับสนุนให้ทำแบบฝึกหัด โดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อเป็นการตรวจสอบวิธีการที่ใช้นั้นกับวิธีการอื่นที่สามารถใช้หาคำตอบในปัญหานั้นได้อีก

6.4.4 ควรให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อช่วยทำให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหาทำให้สามารถมองเห็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่นๆ ได้

อัมพร ม้าคนอง (2554 : 47) ได้กล่าวถึง แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยสรุปได้ 3 แนวทางดังนี้

6.1 การสอนผ่านการแก้ปัญหา เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้

6.2 การสอนให้แก้ปัญหา เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ได้

6.3 การสอนกระบวนการแก้ปัญหา เป็นการสอนให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญหา

จากแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นนี้ สรุปได้ว่าการที่จะพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ได้นั้น ควรคำนึงถึงนักเรียน บรรยากาศการเรียน อุปกรณ์การเรียน สื่อการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ส่งเสริมการเรียนการสอนตามแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์อย่างครบถ้วน

การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. หลักการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวัดและการประเมินผลเป็นส่วนที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในกระบวนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งการเริ่มต้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในแต่ละเนื้อหาหรือแต่ละบท แต่ละหน่วย ครูผู้สอนจะต้องตั้งจุดประสงค์ในการสอนไว้ แล้วหาวิธีสอนและดำเนินการสอนตามวิธีนั้นๆ เพื่อให้นักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ เมื่อสอนเสร็จแล้ว ครูผู้สอนจะต้องมีการวัดและประเมินผลเพื่อดูว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าหากนักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ก็ทำการสอนเนื้อหาต่อไปได้ แต่หากว่ายังมีนักเรียนหลายคนไม่ผ่านจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ครูผู้สอนจำเป็นจะต้องหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนได้มีความรู้และผ่านจุดประสงค์ไว้ โดยการวัดและการประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องอาศัย หลักเบื้องต้นของการวัดผล คุณลักษณะของการประเมินผล และขั้นตอนในการประเมินผล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 2 - 8)

1.1 หลักเบื้องต้นของการวัดผล

1.1.1 ระบุให้ชัดเจนในสิ่งที่ต้องการวัด โดยระบุจุดประสงค์ให้แน่นอนว่าจะวัดอะไร และสิ่งที่ต้องการวัดนั้นวัดจากสิ่งไหน ซึ่งถ้าระบุไว้อย่างชัดเจนแล้ว ก็จะสามารถเลือกเครื่องมือที่วัดได้และแปลความหมายได้ตรงกับที่ต้องการ

1.1.2 ควรเลือกวิธีการวัดให้สอดคล้องจุดประสงค์ของการวัด เมื่อได้วางจุดประสงค์การวัดไว้อย่างชัดเจนแล้ว ก็จะสามารถเลือกแบบสอบได้ถูกต้องว่าจะใช้แบบสอบใดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวัด

1.1.3 การวัดที่สมบูรณ์ควรใช้เทคนิคหลายๆ อย่าง แบบสอบแต่ละแบบไม่สามารถวัดความสามารถของนักเรียนได้ทุกด้าน เพื่อให้การวัดได้ผลสมบูรณ์ควรใช้แบบสอบหลายๆ แบบ เพราะแบบสอบแต่ละแบบมีลักษณะเด่นเฉพาะไม่เหมือนกัน

1.2 คุณลักษณะของการประเมินผล

1.2.1 เป็นการรวบรวมพฤติกรรมทั้งหมดของนักเรียนซึ่งได้จากการวัดหลายๆ แบบหลายๆ วิธี

1.2.2 เป็นการคาดคะเนหรือแปลความก้าวหน้าของนักเรียนในด้านความสามารถว่าบรรลุตามจุดประสงค์หรือไม่ เพื่อจะได้ทราบถึงความเจริญก้าวหน้าในส่วนที่ปรารถนานั้น

1.2.3 เป็นการกระทำที่ต่อเนื่องจากการเรียนการสอนและกระทำต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งใช้ในการวินิจฉัยคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอน ในแต่ละขั้นตอนนี้มีประสิทธิภาพเพียงใด และจะต้องแก้ไขอย่างไร

1.2.4 เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน นักเรียน และผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้บริหาร และผู้ปกครอง เป็นต้น

1.3 ขั้นตอนในการประเมินผล

1.3.1 จะต้องวางโครงการประเมินผลตามจุดประสงค์ของหลักสูตร จุดประสงค์ของโครงการประเมินผลจะต้องสอดคล้องและครอบคลุมหลักสูตร

1.3.2 เปลี่ยนจุดประสงค์ที่จะประเมินให้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จุดประสงค์ในขั้นแรกเป็นเรื่องนามธรรมอยู่ เราจะต้องบ่งบอกถึงจุดประสงค์ของแต่ละข้อให้ชัดเจนไปว่าเป็นอย่างไร มีการแสดงออกอย่างไรเพื่อที่จะวัดได้ถูกต้อง

1.3.3 กำหนดสถานการณ์ ประสบการณ์ กิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงออกตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ แล้วคัดเลือกเครื่องมือวัดและวิธีวัดให้สอดคล้องเหมาะสมกับข้อมูลที่จะวัดนั้น

1.3.4 ทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ และจัดบันทึกไว้เปรียบเทียบ

1.3.5 ผสมผสานข้อมูลต่าง ๆ ของทุกรายการที่วัดได้ แล้ววินิจฉัยชี้บ่งลงไปถึงผลการประเมินนั้น

สำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างเที่ยงตรงและครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริงเพื่อให้สามารถวัดสมรรถภาพของนักเรียนได้ตรงตามความเป็นจริง (ชานนท์ จันทรา, 2554 : 13)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2555 ข : 165) ระบุว่าในการวัดและประเมินผลให้มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูจะต้องบูรณาการการประเมินผลความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์และการประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ซึ่งการประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องยึดหลักดังนี้

1.1 การประเมินผลจะต้องมีข้อสอบที่มีลักษณะคำถามแบบเจาะลึกแนวคิดยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน

1.2 การประเมินผลจะต้องใช้การสังเกตและการใช้คำถาม ควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน

1.3 การประเมินผลจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนเขียนอนุทิน เพื่อสะท้อนกระบวนการคิดของตนเอง

1.4 การประเมินผลจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นระบบและชัดเจน

อัมพร ม้าคนอง (2554 : 174) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ที่ผ่านมามีการใช้แบบทดสอบลักษณะเดียวกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมักเป็นข้อสอบปรนัยระดับการนำไปใช้ ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกเพียงข้อเดียว ซึ่งผลรวมของคะแนนสอบเป็นเพียงภาพรวมของระดับความสามารถที่นักเรียนมีทั้งที่การแก้ปัญหาไม่ได้อาจมีระดับความบกพร่องแตกต่างกัน ตั้งแต่ไม่ทราบว่าจะแก้ปัญหาอย่างไรหรือทำไม่ได้เลย จนถึงเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาถูกต้องหรือเหมาะสม แต่คิดหรือคำนวณคำตอบผิดพลาด ด้วยเหตุนี้ผู้สอนจึงควรตระหนักว่าการใช้ข้อสอบลักษณะดังกล่าวไม่ได้ให้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาของนักเรียน สิ่งที่จะเป็นประโยชน์มากกว่าคือข้อมูลที่ทำให้ทราบว่านักเรียนแก้ปัญหาไม่ได้ เพราะเหตุใด เช่น ไม่เข้าใจปัญหา วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม ดำเนินการตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ ใช้เทคนิคหรือกลวิธีไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา ไม่ทราบวิธีตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นต้น แบบทดสอบที่จะใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา จึงควรมีลักษณะเปิด หรือเป็นปัญหาแบบเปิด โดยอาจเปิดที่คำตอบให้มีคำตอบได้หลากหลายคำตอบ หรือเปิดที่กระบวนการ คือ มีวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี เพื่อให้ นักเรียนได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบหนึ่งที่น่าสนใจคือแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ที่ให้นักเรียนแสดงวิธีทำงาน 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของโพลยา เพื่อที่จะประเมินความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน อย่างไรก็ตาม ผู้สอนอาจต้องการวัดความสามารถเฉพาะอื่น ๆ ในการแก้ปัญหานอกจากกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ในการนี้ ผู้สอนอาจใช้แบบวัดลักษณะอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด

จากหลักการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา จะเห็นว่าจะต้องมีการวัดและการประเมินผลที่เป็นระบบและชัดเจน ซึ่งหลักการดังกล่าวจะช่วยให้ครูสามารถพิจารณาและตัดสินใจว่า นักเรียนของตนมีความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด และสามารถตรวจสอบได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องในการแก้ปัญหาในจุดใด ซึ่งหลักการดังกล่าวมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Scoring) ซึ่งเป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากผลงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก มีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม (สสวท. 2555 ข : 168)

2. เกณฑ์การประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2555 ข : 168) ได้ระบุว่า การให้คะแนนแบบรูบริก เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากผลงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ซึ่งไม่ได้พิจารณาที่คำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่ยังพิจารณาที่ขั้นตอนการทำงานของนักเรียนด้วย ตลอดจนมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

การให้คะแนนแบบรูบริกเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพิจารณาและตัดสินระดับความสามารถของนักเรียนด้านความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ตลอดจนการให้คะแนนแบบรูบริก ยังเป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนประเมินผลระดับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเอง แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนได้ดียิ่งขึ้นด้วย (สสวท. 2555 ข : 168)

ในการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมานั้น สามารถแบ่งการให้คะแนนแบบรูบริกเป็น 2 แบบ คือ

2.1 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analysis Scoring)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2555 ข : 169) กล่าวว่า การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อต้องการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา อาจแยกพิจารณาในความสามารถในการทำ ความเข้าใจปัญหา ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบของปัญหา ในการให้คะแนน จะกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้าน แล้วรายงานผลโดยจำแนกเป็นด้าน ๆ และอาจสรุปรวมคะแนนทุกด้านด้วยก็ได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(สสวท. 2555 ข : 173 – 174)

ด้าน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
ด้านการกำหนดตัวแปร และสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวที่นำไปสู่ การแก้ปัญหา (10 คะแนน)	- กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่การหาคำตอบ ได้และเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อแสดง ความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขในโจทย์ได้อย่างถูกต้อง	10
	- กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่การหาคำตอบ ได้และเขียนแสดงเงื่อนไขในโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับ ตัวแปรได้ครบ แต่ไม่ได้เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปร เดียวเพื่อแสดงความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขในโจทย์ หรือเขียนสมการไม่ถูกต้อง	5
	- กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่การหาคำตอบ ได้และเขียนแสดงเงื่อนไขในโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับ ตัวแปรได้บางส่วน แต่ไม่ได้เขียนสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวเพื่อแสดงความสัมพันธ์ตามเงื่อนไข ในโจทย์หรือเขียนสมการไม่ถูกต้อง	3
	- กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่การหาคำตอบ ได้ แต่ไม่ได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไปหรือดำเนินการ ในขั้นตอนต่อไปไม่ถูกต้อง	2
ด้านการหาค่าของ ตัวแปรจากสมการ (5 คะแนน)	- ไม่แสดงวิธีทำ หรือแสดงวิธีทำไม่ตรง ตามเงื่อนไขในโจทย์ หรือไม่ตอบ	0
	- แสดงการคำนวณ และหาค่าของตัวแปร ได้ถูกต้อง	5
	- แสดงการคำนวณส่วนใหญ่ที่นำไปสู่ การหาค่าของตัวแปรได้ แต่ไม่ได้ระบุค่าของ ตัวแปรหรือระบุไม่ถูกต้อง	3

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราวุฒวิทยาลัย
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราวุฒวิทยาลัย

ตาราง 4 (ต่อ)

ด้าน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
ด้านการหาค่าของ ตัวแปรจากสมการ (5 คะแนน) (ต่อ)	- แสดงการคำนวณการคำนวณเพียง เล็กน้อยหรือไม่แสดงการคำนวณ แต่ระบุค่าของ ตัวแปรได้ถูกต้อง	2
	- แสดงการคำนวณเพียงเล็กน้อยหรือไม่แสดงการคำนวณ ไม่ระบุค่าของตัวแปรหรือ ระบุไม่ถูกต้อง	0
ด้านการตรวจสอบและ สรุปคำตอบ (5 คะแนน)	- แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับ เงื่อนไขในโจทย์และสรุปคำตอบของโจทย์ปัญหา ได้ถูกต้อง	5
	- แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับ เงื่อนไขในโจทย์ แต่ไม่สรุปคำตอบของโจทย์ ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง	3
	- สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับ เงื่อนไขในโจทย์หรือแสดงการตรวจสอบค่าของ ตัวแปรกับสมการที่กำหนดขึ้นมาหรือแสดงการ ตรวจสอบค่าของตัวแปรอย่างไม่ถูกต้อง	2
	- ไม่แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปร หรือแสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรไม่ถูกต้อง ไม่สรุปคำตอบของ โจทย์ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง	0

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์มักนำมาใช้ในการประเมินผล ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้านแล้วนำผลของการประเมินที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน แล้วนำผลของการประเมินที่ได้ไปส่งเสริมจุดเด่นหรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้น หรือใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ก่อนที่นักเรียนจะเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบวิเคราะห์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกตและการใช้คำถาม (สสวท. 2555 ข : 169)

อัมพร ม้าคนอง (2554 : 195) ได้เสนอการให้คะแนนแบบวิเคราะห์หว่า เป็นเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะชั้น เฉพาะงานย่อย หรือเฉพาะด้าน โดยกำหนดระดับคะแนนตามความแตกต่างของคุณภาพงานในชั้นงานย่อย หรือด้านที่พิจารณา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ด้านวิธีการ

ระดับคะแนน

คุณภาพงาน

3	ใช้วิธีการเหมาะสม และดำเนินการถูกต้อง
2	ใช้วิธีการเหมาะสม แต่ยังไม่ดำเนินการ ไม่ถูกต้อง
1	ใช้วิธีการไม่เหมาะสม ทำให้ดำเนินการไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการใช้วิธีการและไม่มีการดำเนินการ

ด้านการอธิบายงาน

ระดับคะแนน

คุณภาพงาน

3	เขียนอธิบายงานทั้งหมด ได้ชัดเจนและสมเหตุสมผล
2	เขียนอธิบายงานได้ชัดเจนเป็นส่วนใหญ่
1	เขียนอธิบายได้บางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน
0	เขียนอธิบายงานไม่ได้หรือไม่เขียน

สิริพร ทิพย์คง (2556 : 125) ได้นำเสนอการให้คะแนนแบบวิเคราะห์หว่า เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของด้านที่ต้องการประเมิน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ความเข้าใจปัญหา

2 คะแนน	สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
1 คะแนน	สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วน ไม่ถูกต้อง
0 คะแนน	เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย

การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 คะแนน	สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูก
1 คะแนน	สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
0 คะแนน	สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

- 2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
 1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง
 0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

การตอบ

- 2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์
 1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
 0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

ชาร์เลส และคณะ (Charles et. al. 1987 : 30) ได้เสนอตัวอย่างการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ ดังตาราง 5

ตาราง 5 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของชาร์เลสและคณะ (Charles and et al. 1987 : 30)

ขั้นตอนพิจารณา	คะแนน	ลักษณะที่ปรากฏ
การทำความเข้าใจปัญหา	0	นักเรียนเข้าใจปัญหาผิดทั้งหมด
	1	นักเรียนเข้าใจปัญหาผิดบางส่วน
	2	นักเรียนเข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด
การวางแผนแก้ปัญหา	0	นักเรียนไม่ได้พยายามวางแผนแก้ปัญหา หรือวางแผนไม่เหมาะสม
	1	แผนการแก้ปัญหาบางส่วนเหมาะสมและใช้แก้ปัญหาได้
	2	วางแผนได้เหมาะสมและสามารถใช้แก้ปัญหาได้
การได้คำตอบ	0	ไม่มีคำตอบหรือคำตอบผิด อันเป็นผลมาจากการวางแผนที่ไม่เหมาะสม
	1	ผิดพลาดในขั้นคำนวณคำตอบ หรือตอบคำถามถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
	2	ตอบคำถามและระบุหน่วยคำตอบได้ครบถ้วนและถูกต้อง

2.2 การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic Scoring)

การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการให้คะแนนแบบบูรณาการที่ประเมินผลงานของนักเรียน โดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมี เป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่ต้องแยกแยะเป็นด้านๆ (สสวท. 2555 ข : 169) ดังตาราง 6

ตาราง 6 การให้คะแนนแบบองค์รวม (สสวท. 2555 ข : 176)

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบและอธิบายได้อย่างชัดเจน	20
- ตอบได้ถูกต้อง สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบและอธิบายพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน	15
- ตอบได้ถูกต้อง สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบและอธิบายพอสื่อให้เข้าใจได้เป็นบางส่วน	10
- ตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบและอธิบายได้หรือตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบและอธิบายพอสื่อให้เข้าใจได้เป็นบางส่วน	5
- ตอบไม่ถูกต้อง ไม่สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบและอธิบายได้หรืออธิบายผิด	0

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบองค์รวมมักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบองค์รวมเป็นการประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินที่มีพิสัยกว้างๆ และต้องการผลที่เป็นภาพรวมกว้างๆ และจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกตและการตั้งคำถาม (สสวท. 2555 ข : 170)

อัมพร ม้าคนอง (2554 : 195) ได้เสนอการให้คะแนนแบบองค์รวมว่า เป็นเกณฑ์การให้คะแนนงานหรือการแก้ปัญหาโดยพิจารณาภาพรวมของคุณภาพของผลงานที่ได้ ซึ่งอาจมองหลายมิติหรือหลายด้านรวมกันมีการจำแนกระดับคะแนนให้เห็นความแตกต่างของคุณภาพงาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับคะแนน	คุณภาพงาน
4	แสดงวิธีทำชัดเจน และตอบถูกต้อง
3	แสดงวิธีทำชัดเจน แต่ตอบไม่ถูกต้อง
2	แสดงวิธีทำบางส่วน แต่ตอบถูกต้อง
1	แสดงวิธีทำบางส่วน แต่ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ
0	ไม่แสดงวิธีทำ และตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

สิริพร ทิพย์คง (2556 : 126 – 127) ได้เสนอการให้คะแนนแบบองค์รวมว่า เป็นการให้คะแนนการแก้ปัญหาทั้งหมดแบบรวม ไม่ได้แยกเป็นด้าน ๆ ดังนี้

- 4 คะแนน สำหรับการแก้ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์แสดงถึงความเข้าใจปัญหา การใช้วิธีการแก้ปัญหา การอธิบายและสรุปคำตอบได้ถูกต้องและชัดเจน
- 3 คะแนน สำหรับการแก้ปัญหาได้ค่อนข้างถูกต้องสมบูรณ์ แสดงถึงความเข้าใจปัญหา การใช้วิธีการแก้ปัญหา การอธิบายและสรุปคำตอบได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน สำหรับการแก้ปัญหาที่ได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่วิธีการแก้ปัญหาถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบได้บางส่วน และแก้ปัญหาไม่สำเร็จ
- 0 คะแนน สำหรับการไม่แก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2545 : 115) ได้นำเสนอเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบองค์รวม ไว้ดังตาราง 7

ตาราง 7 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบองค์รวม (กรมวิชาการ. 2545 : 115)

คะแนน / ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4 ยอดเยี่ยม	สำหรับการใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ชัดเจน ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และมีการอธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
3 ดี	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง แต่มีการคิดคำนวณผิดเพียงหนึ่งแห่ง
2 พอใช้	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหามีแนวทางถูกต้อง แต่มีการคิดคำนวณผิดมากกว่าหนึ่งแห่ง
1 ต้องปรับปรุง	สำหรับการแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาบ้าง แต่ไม่ได้แสดงความก้าวหน้าในการหาคำตอบที่ถูกต้อง
0 ไม่พยายาม	สำหรับการไม่แสดงความพยายามในการแก้ปัญหาเลย หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา คัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ชานนท์ จันทรา (2554 : 14) ได้เสนอตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 8

ตาราง 8 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ชานนท์ จันทรา, 2554 : 14)

ระดับคุณภาพ	การแสดงผลการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4 (ดีมาก)	ผลงานมีความถูกต้องสมบูรณ์แสดงถึงความเข้าใจปัญหา การใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ และมีการอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวและสรุปคำตอบได้อย่างชัดเจน
3 (ดี)	ผลงานมีความถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์แสดงถึงการเข้าใจปัญหา การใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ และมีการอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวและสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง
2 (พอใช้)	ผลงานไม่ถูกต้อง แต่ดำเนินการหรือแสดงวิธีทำได้อย่างถูกต้อง หรือผลงานบางส่วนมีความผิดพลาดหรือไม่ชัดเจนหรือแสดงถึงความไม่เข้าใจปัญหา มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ แต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวได้
1 (ต้องปรับปรุง)	ผลงานไม่ถูกต้อง พบว่า มีข้อมูลน้อย ไม่สมบูรณ์ ไม่มีรายละเอียด หรือมีการดำเนินการแก้ปัญหบางส่วน แต่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ ในการตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียนซึ่งเป็นการประเมินนักเรียนเป็นรายด้าน จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยต่างประเทศ

สลาวิน และคณะ (Slavin and et al. 1984 : 434 – 442) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI การเรียนการสอนรายบุคคล และการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนการสอนรายบุคคลและการเรียนการสอนแบบปกติ

ทาริม และแอกเคนนิซ (Tarim and Akdeniz. 2008 : 77 – 87) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนประถมศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI และผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI สูงกว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

คอนริง (Conring. 2009 : 53 – 57) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ที่มีผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD สูงกว่า ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. งานวิจัยในประเทศ

นฤมล สกุลคู (2548 : 94) ได้ศึกษานักเรียนที่เรียนตามแผนการเรียนรู้อิงวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และเทคนิค TAI พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เสาวภาคย์ เศรษฐศักดิ์ศิริ (2549 : 88 – 89) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้อิงคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ที่สอนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือ เทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) และเทคนิคกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ที่สอนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือ เทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) และเทคนิคกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เสาวลักษณ์ พุ่มสำเภา (2549 : 72 - 74) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชัชวาล รัตนสวนจิก (2550 : 92-98) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์ระหว่างการสอนแบบร่วมมือ (STAD) การสอนแบบ 4 MAT และการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนตามการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามการสอนแบบร่วมมือ (STAD) และการสอนแบบปกติตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอมอร ผาสุขพันธ์ (2550 : 97) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI พบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 วิธี มุ่งเน้นพัฒนาทักษะการสื่อสารอย่างเต็มที่

กรุณา ยินดี (2551 : 71 – 75) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ (TAI) พบว่า ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ (TAI) มีประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 84.60 / 80.70 และดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ (TAI) มีค่าเท่ากับ 0.7055

สุจิต ภิญโญศักดิ์ (2552 : 89 – 90) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมและเศษส่วน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการจัดกิจกรรมแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมและเศษส่วน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการจัดกิจกรรมแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1) และด้านผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 80.00 / 77.68 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 75/75 และดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมและเศษส่วน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการจัดกิจกรรมแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.6803

อุษา ยี่งนารัมย์ (2552 : 99) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีเรียนแบบร่วมมือแบบ STAD กับการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีเรียนแบบร่วมมือแบบ STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปาณิตา อัจวงษ์ (2552 : 138) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่ม TAI กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่ม TAI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทิพย์วัล สาลิกา (2553 : 92) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ TAI และการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ TAI สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กนกศรี วัฒวัลย์ (2553 : 89 – 90) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมและเศษส่วนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI วิชาคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมและเศษส่วนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ $90.28 / 78.67$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI วิชาคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมและเศษส่วนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.7180

เดือนฉาย จงสมชัย (2554 : 73) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือตามเทคนิค STAD เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือตามเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หทัยรัตน์ วิवासุข (2555 : 100) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาข้างต้นนี้ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI นั้น เมื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และจากงานวิจัยของปาดิตา อาจวงษ์ (2552 : 138) เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยของชัชวาล รัตนสวนจิก (2550 : 92-98) ที่ระบุว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD จึงเป็นการอนุมานได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ทาริม และแอกเดนิซ (Tarim and Akdeniz, 2008 : 77 – 87) ซึ่งพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD เช่นเดียวกัน

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย จึงได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และการเรียนแบบ TAI แตกต่างหรือไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อนำข้อค้นพบที่ได้ ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป