

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย ประกอบด้วย

2.1 การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

2.2 รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving)

2.3 รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (Cooperative Learning)

2.4 รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย

(An Instructional Model On Word Problem Solving Emphasizing
Cooperative Divergent Thinking)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบร่วมมือกันเรียนรู้

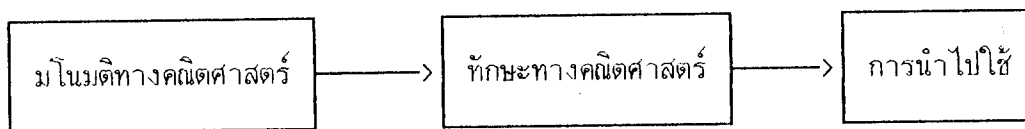
2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2.6 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)

2.7 รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัยที่
ประยุกต์ใช้ในกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.1 การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

สัลลิตา ลอยฟ้า และ วัลลภา อาริรัตน์ (2537) กล่าวว่า การจัดการเรียน
การสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จะต้องพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยว
กับหลักการคณิตศาสตร์เบื้องต้น เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งเป็น
ความรู้พื้นฐานในการเรียนชั้นสูงต่อไป โดยเน้นให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา การสังเกต
รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนปลูกฝังและส่งเสริมเจตคติ
(Attitude) ที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งจะต้องเน้นกระบวนการพัฒนาผู้เรียนใน 3 ด้านด้วยกันคือ
การพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะของมโนคติ และการพัฒนาความสามารถใน
การนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ดังแผนภูมิต่อไปนี้



รูปที่ 1 องค์ประกอบของการสอนคณิตศาสตร์

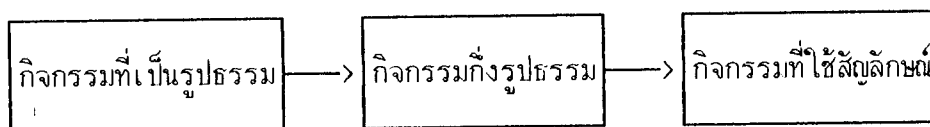
ดังนั้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องเริ่มต้นที่ความเข้าใจมโนติก่อน หลังจากนั้นจะเป็นการฝึกทักษะให้เกิดความชำนาญ แล้วจึงประยุกต์ความรู้เหล่านั้นไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

2.1.1 การพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์

สัลลิตา ลอยฟ้า (2537) กล่าวว่า มโนคติเป็นความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากประสบการณ์ที่ได้รับเกี่ยวกับสิ่งนั้น เช่นมโนคติของสมการ คือประโยคสัญลักษณ์ที่มีเครื่องหมายเท่ากับ ดังนั้นผู้ที่มีมโนคติในเรื่องหนึ่งนั้น ย่อมมีความเข้าใจในเรื่องราวหรือสิ่งนั้นอย่างสมบูรณ์ รู้จักวิเคราะห์เปรียบเทียบความสัมพันธ์กับอีกสิ่งอื่นได้อีกด้วย

Brownell and Henderickson (อ้างถึงในสัลลิตา ลอยฟ้า, 2537) กล่าวว่า มโนคติมีความหมายกว้างขวางมาก จะมีความลึกซึ้งเพียงใดขึ้นอยู่กับวัยและประสบการณ์ของผู้เรียน ส่วน(Bruner) กล่าวว่า มโนคตินั้นครูไม่สามารถหยิบยื่นให้แก่เด็กเรียนได้นอกจากจะช่วยพัฒนาประสบการณ์ของเด็กให้กว้างขวางลึกซึ้งได้ โดยการชี้แนะการจัดกิจกรรมและการเปรียบเทียบตัวอย่างเท่านั้น

สัลลิตา ลอยฟ้า (2537) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นเรื่องของนามธรรม จึงเป็นการยากที่จะถ่ายทอดความคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้โดยง่าย ความสามารถในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับพัฒนาการตามลำดับขั้นของอายุของเด็ก ผู้เรียนในระดับประถมศึกษาอยู่ในวัย 6-12 ปี มีแนวคิดที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม นักเรียนจะพัฒนาความรู้ความเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ดีและมีเหตุผลจะต้องใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม เป็นสื่อเชื่อมโยงให้เกิดแนวคิดและความเข้าใจ สื่อการสอนจึงถือว่ามีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา นักเรียนจะเรียนได้ดีเมื่อเริ่มเรียนด้วยของจริง อุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรม ประสบการณ์จากสื่อการสอนจะช่วยให้เด็กเรียนค้นพบความจริง เรียนรู้แนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองดีกว่าไม่ใช้สื่อการสอน ฉะนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนคติ จึงควรจะต้องมีขั้นตอนการตามลำดับขั้นดังนี้



รูปที่ 2 องค์ประกอบของการจัดกิจกรรมพัฒนานิเวศทางคณิตศาสตร์

สุลัดดา ลอยฟ้า (2537) กล่าวว่า การสร้างนิเวศทางคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วยสภาพการดังต่อไปนี้

1. นักเรียนต้องมีความรู้เดิม คือผู้เรียนต้องมีความรู้ ความคิดรวบยอด ทักษะและประสบการณ์เดิมเพียงพอที่จะเรียนนิเวศใหม่ ผู้เรียนจะสามารถสังเกตเห็นคุณสมบัติร่วม ความสัมพันธ์ แบบแผน โครงสร้างของความคิดสิ่งเหล่านี้ประมวลเข้ากันแล้วทำให้ผู้เรียนนำไปสู่ข้อสรุป
2. นักเรียนจะต้องได้รับแรงกระตุ้นให้มีความอยากเรียน และเต็มใจที่จะร่วมกิจกรรม โดยที่นักเรียนมีความรู้สึกว่าจะไม่ถูกบังคับเกินไป
3. นักเรียนต้องมีความสามารถในด้านต่าง ๆ ในการเรียนให้เกิดนิเวศทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความสามารถที่เป็นกระบวนการของการใช้สติปัญญา โดยจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การมองเห็น การอ่าน การเขียน การฟัง การพูด การคำนวณ การใช้สัญลักษณ์ และการสรุป ดังนั้นนิเวศทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมดังกล่าวได้เป็นอย่างดี
4. นักเรียนต้องได้รับการแนะนำเพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความพยายามที่จะค้นคว้าหาความรู้ใหม่เสมอ
5. นักเรียนควรได้รับประสบการณ์การเรียนรู้เชิงรูปธรรมก่อน ดังนั้นสื่อการสอนจึงมีความสำคัญมาก ผู้สอนต้องเตรียมสื่อการสอนอย่างรอบคอบและเหมาะสม
6. นักเรียนจะต้องมีเวลาเพียงพอในการร่วมกิจกรรม เพราะการที่นักเรียนจะเกิดความคิดรวบยอดนั้น จะต้องใช้เวลา การเรียนเป็นกระบวนการที่ค่อย ๆ พัฒนาไปที่ละน้อย เมื่อเข้าใจความคิดรวบยอดเรื่องต่าง ๆ แล้วผู้เรียนก็จะสามารถสรุป และจดจำ นำไปใช้ได้ถูกต้อง

Klausmeier (อ้างถึงในสุลัดดา ลอยฟ้า 2537) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดซึ่งจะเน้นการสอนโดยการวิเคราะห์ความคิดรวบยอดโดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1. ให้คำจำกัดความ หรือความหมายของความคิดรวบยอดนั้นก่อน
2. จำกัดให้เห็นคุณสมบัติของสิ่งนั้น และสิ่งที่ไม่ใช่คุณสมบัติของสิ่งนั้น
3. มีตัวอย่างให้ดูพอสมควร ทั้งที่ใช้ และไม่ใช้สิ่งนั้น

4. จัดพวกและจำแนกว่าสิ่งนั้นอยู่ตรงไหนของที่จัดไว้
5. บอกหลักการที่นำความคิดรวบยอดไปใช้
6. ให้เรียนรู้คำศัพท์ หรือคำที่บ่งคุณสมบัติของสิ่งนั้น

เฟอร์ และ ฟิลลิปส์ (Fehr and Phillips อ้างถึงใน สุลัดดา ลอยฟ้า 2537) ได้เสนอแนวการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้คือ

1. สังเกตเห็นแล้วจัดประเภท
2. แยกแยะความแตกต่าง
3. จัดรูปแบบมองเห็น โครงสร้าง
4. รวบรวมแนวคิดที่เหมือนกัน
5. สรุปด้านการอนุมาน

การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ สุลัดดา ลอยฟ้า (2537)

ได้เสนอแนวทาง ไว้ดังนี้คือ

1. ส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจคิดค้นหาคำตอบ หน้าที่ของครูคือ
 - ชี้แนะแนวทาง อำนวยความสะดวก
 - สนับสนุนให้นักเรียนกล้าคิด กล้าเล่น
 - รับฟังและยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน
2. เน้นการจัดกระทำกับสื่อที่เป็นรูปธรรม
3. เน้นวิธีการทำที่หลากหลายในการหาข้อสรุป
4. เน้นให้นักเรียนสร้างผลงานด้วยตนเอง เพื่อแสดงว่าเข้าใจมโนคติที่กำลังเรียนรู้

สรุป การพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ จะต้องอาศัยความพร้อมหลายประการทั้งตัวครูและนักเรียน เช่นความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และความพร้อมที่จะเรียนเนื้อหาใหม่โดยมีความรู้พื้นฐาน ครูจะต้องพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียน อยากร่วมกิจกรรม และมีอิสระในการแสดงออกการลงมือปฏิบัติได้อย่างเต็มที่ รวมทั้งการกำหนดเวลาที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรม และในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องเริ่มจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม มุ่งให้นักเรียนเข้าใจหลักการเบื้องต้น และเรียนรู้เหตุผลแล้วจึงไปสู่วิธีลัด เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องรวดเร็ว และควรให้ผู้เรียนได้สร้างผลงานด้วยตนเอง เพื่อแสดงว่าเข้าใจมโนคติที่ได้เรียนรู้

2.1.2 การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์

สุลัดดา ลอยฟ้า (2537) กล่าวว่า ในการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา นั้น ครูจะต้องตระหนักถึงกระบวนการเรียนคณิตศาสตร์ถึง 3 ส่วนด้วยกันคือ มโนทัศน์ ทักษะ และการประยุกต์ นั่นคือจะต้องเริ่มต้นความเข้าใจมโนทัศน์ก่อน หลังจากนั้นจึงฝึกทักษะให้เกิดความชำนาญแล้วจึงประยุกต์ความรู้เหล่านั้นไปใช้ในสถานการณ์จริง ๆ หรือในชีวิตประจำวัน ดังแผนภาพต่อไปนี้



รูปที่ 3 แสดงองค์ประกอบของการฝึกทักษะ

การเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจมโนเมติของเรื่องที่สอนนั้นไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเกิดความสามารถที่จะคิดคำนวณหรือทำโจทย์ปัญหาในเรื่องนั้นๆ ได้อย่างชำนาญ ครูจำเป็นต้องกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนฝึกปฏิบัติในเรื่องที่เข้าใจเป็นทักษะที่ชำนาญได้ ดังนั้นกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตนเองซึ่งได้แก่ การทำแบบฝึกหัด การเล่นเกมเชิงคณิตศาสตร์ การวาดรูป การพับกระดาษเป็นรูปทรงเรขาคณิตศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาทักษะจึงมีจุดประสงค์ดังนี้

1. เพื่อให้มีความคงทน (Retention) ในการจำ การฝึกจะช่วยให้อำนาจการทางคณิตศาสตร์และกระบวนการได้เป็นอย่างดี สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และฝึกการถ่ายโยงการเรียนรู้
2. เพื่อให้มีความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) ในการใช้กฎเกณฑ์หลักการทางคณิตศาสตร์ และวิธีการคิดคำนวณ
3. เพื่อสร้างความเชื่อมั่น (Confidence) ในการคิดคำนวณ ถ้านักเรียนประสบความสำเร็จในการคิดคำนวณหาคำตอบได้รวดเร็วและถูกต้องย่อมมีผลช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรม

2.1.2.1 ทักษะเบื้องต้นที่จำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

สุลัดดา ลอยฟ้า (2537) ได้กล่าวถึงทักษะเบื้องต้นที่จำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาว่ามีความสำคัญดังนี้คือ

1. **ทักษะการแก้ปัญหา** การแก้ปัญหาคือกระบวนการของการประยุกต์ความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ การแก้ปัญหามาจากโจทย์ปัญหาในรูปแบบเรียนก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหา แต่นักเรียนควรมีประสบการณ์นอกเหนือจากแบบเรียนด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาก็เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถาม วิเคราะห์สถานการณ์ การแปลผล เสนอผล และการใช้วิธีลองผิดลองถูก

2. **ทักษะการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน** จะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการคิดคำนวณ นักเรียนจะต้องสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาแปลผลในรูปประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หาผลลัพธ์ แล้วตีความผลลัพธ์ไปสู่สถานการณ์เดิม

3. **ทักษะในการพิจารณาผลลัพธ์ที่สมเหตุสมผล** การหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ บางครั้งอาจผิดพลาดได้ นักเรียนต้องเรียนรู้ถึงการตรวจสอบผลลัพธ์และเลือกผลลัพธ์ที่สมเหตุสมผลสอดคล้องกับปัญหา

4. **ทักษะการคาดคะเนและการกะประมาณ** นักเรียนจะต้องมีทักษะในการกะประมาณและการคาดคะเนผลลัพท์อย่างคร่าว ๆ ได้ เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการคิดหาคำตอบ

5. **ทักษะการคำนวณ** นักเรียนต้องมีทักษะพื้นฐานของการคำนวณที่เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม เพื่อเป็นพื้นฐานการคิดคำนวณในขั้นสูงต่อไป

6. **ทักษะทางเรขาคณิต** นักเรียนจะต้องเรียนรู้โมเดลทางเรขาคณิต เช่น คุณสมบัติของรูปเรขาคณิต เส้น มุม จุด เส้นขนาน ซึ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิต เพื่อเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด และการแก้ปัญหา

7. **ทักษะการวัด** นักเรียนควรมีความสามารถในการวัดระยะทาง น้ำหนัก เวลา อุณหภูมิ มุม ตลอดจนการรู้จักเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสม รวมทั้งการคำนวณหาพื้นที่และปริมาตร ซึ่งใช้ข้อมูลจากการวัด

8. **ทักษะเกี่ยวกับการอ่าน การตีความ การสร้างตารางแผนภูมิและกราฟ** นักเรียนควรมีทักษะในการอ่าน และสรุปความ จากตาราง แผนที่ แผนภูมิ และกราฟ ตลอดจนสามารถนำข้อมูลมาจัดรูปแบบเพื่อนำเสนอต่อผู้อื่นในรูปของตาราง แผนภูมิหรือกราฟได้

9. **ทักษะการทำนาย** นักเรียนควรรู้จักการนำข้อมูลทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการทำนายความน่าจะเป็นในอนาคต

10. **มีความรู้ในเรื่องคอมพิวเตอร์** ปัจจุบันคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในสังคมมากขึ้น ฉะนั้นเพื่อเป็นการเตรียมนักเรียนให้พร้อมที่จะให้ก้าวหน้าทันกับเทคโนโลยีสมัยใหม่

ทักษะต่าง ๆ ดังที่กล่าวนี้เป็นทักษะเบื้องต้นที่นักเรียนระดับประถมศึกษา ควรจะมีไว้ เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นสูง และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป เกี่ยวกับเรื่องนี้ จอห์นสัน และไรซิง (Johnson and Rising อ้างถึงในสลัดดา ลอยฟ้า, 2537) ได้เสนอแนะหลักการเบื้องต้นในการฝึกทักษะดังนี้

1. การฝึกหัดจะกระทำไปพร้อมกับความต้องการของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนต้องการที่จะพัฒนาทักษะ เขาจะเชื่อว่าการฝึกของเขานั้นมีค่า ฉะนั้นผู้เรียนจะต้องตระหนักถึงประโยชน์ของการฝึกทักษะในการคิดคำนวณและต้องไม่ให้ผู้เรียนคิดถึงความล้มเหลวของการฝึก
2. การฝึกควรจะทำให้ผู้เรียนได้คิดไปพร้อมกับการฝึก ไม่ใช้การกระทำซ้ำอย่างเครื่องจักรกล ดังนั้นครูควรจะให้แบบฝึกที่เป็นปัญหาที่ช่วยคิดมากกว่าแบบฝึกหัดที่ซ้ำ ๆ โดยอัตโนมัติบทบาทของการคิดในการเรียนทักษะเป็นเหตุผลที่แน่มาก ในการฝึกทักษะการคิดคำนวณในปัจจุบัน
3. การฝึกทักษะจะต้องกระทำหลังจากค้นพบโมโนติเรียนเรียบร้อยแล้ว ความเข้าใจโมโนติจะเป็นสิ่งจูงใจสำหรับการฝึกทำให้การฝึกมีความหมาย
4. การฝึกควรเกี่ยวข้องกับการตอบสนองที่ถูกต้อง มากกว่าการตอบสนองที่ไม่ถูกต้อง ความผิดพลาดจะต้องกำจัดไปในการฝึก ดังนั้นเมื่อไรก็ตามที่ครูมอบหมายแบบฝึกหัดให้นักเรียนฝึกเป็นรายบุคคลหรือฝึกอิสระ ครูจะต้องเตรียมคำตอบที่ถูกต้องให้แก่นักเรียนเพื่อเขาจะได้ตรวจคำตอบของเขาเองได้
5. การฝึกควรอยู่ในรูปฝึกรายบุคคล การฝึกขึ้นอยู่กับความจำเป็นและความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน การฝึกหัดที่มอบหมายแบบฝึกหัดเหมือนกันหมดสำหรับนักเรียนทุกคนในชั้นหรือการมอบหมายแบบฝึกหัดให้มากขึ้น สำหรับเด็กที่เสร็จเร็วไม่ใช้การฝึกที่สมเหตุสมผลครูควรรู้สึกเสมอว่า นักเรียนที่เก่งต้องการแบบฝึกหัดที่ยากเพียงบางแบบฝึกหัด ในขณะที่เด็กนักเรียนอ่อนต้องการแบบฝึกหัดที่ง่ายกว่า
6. การฝึกหัดควรสั้นและกระชับ ถ้าฝึกนานเกินไปจะทำให้เด็กเบื่อหน่าย และการฝึกควรฝึกเฉพาะเรื่องที่ต้องการใช้ประโยชน์จริง ๆ เช่น ไม่ควรฝึกหาผลหารของทศนิยมหลายตำแหน่งให้คล่อง
7. แบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนฝึกควรเป็นแบบฝึกหัดที่มีความหมาย กล่าวคือควรเป็นแบบฝึกหัดที่คำนึงถึงการถ่ายทอดและการประยุกต์ความรู้ไปใช้ ถ้าจะเน้นฝึกเฉพาะจุดก็ควรจะต้องให้ผู้เรียนสามารถรู้โครงสร้างทั้งหมดของเรื่องด้วย สถานการณ์ในการฝึกก็ควรเป็นสถานการณ์ที่เด็กจะนำทักษะนั้นไปใช้ได้จริง ๆ
8. การฝึกควรเน้นหลักการหรือกฎเกณฑ์ทั่วไปมากกว่าวิธีลัด เพื่อหลีกเลี่ยงการจำวิธีทำ

9. ผู้เรียนควรจะได้รับทราบถึงวิธีการฝึกทักษะ ควรรู้วิธีการใช้คำตอบในการเรียนด้วยตนเอง ควรรู้ว่าต้องการฝึกอะไร แค่นั้น ครูควรแนะนำและช่วยเหลือตามสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่เรียนอ่อน

10. กิจกรรมในการฝึกควรมีหลายรูปแบบ เช่น เกม ปริศนา การโต้ตอบกัน การแข่งขันตอบปัญหา แบบฝึกหัดที่กำหนดระยะเวลา การคิดคำนวณในใจ กิจกรรมแบบกลุ่ม แบบฝึกหัดปากเปล่าแม้กระทั่งแบบฝึกหัดสั้น ๆ ตามตอบอย่างรวดเร็วก็เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง

11. การฝึกหัดจะมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นถ้าบอกให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตนเอง รู้เกณฑ์ในการฝึก เช่น เกณฑ์ในชั้น เกณฑ์ในห้องเรียน หรือเกณฑ์ระดับชาติ

12. ไม่ควรใช้การฝึกเป็นการทำโทษเด็ก เช่น ทำโจทย์ข้อไหนผิดให้ทำโจทย์ข้อนั้นมาใหม่อีก 100 ครั้ง จะทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อการฝึกทักษะและการเรียน เกิดความเบื่อหน่าย ซึ่งครูไม่ควรทำอย่างยิ่ง

2.1.2.2 กิจกรรมที่ควรเลือกใช้ในการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์

สุลัดดา ลอยฟ้า (2537) ได้เสนอแนะกิจกรรมในการเลือกใช้เพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ คือ

1. ควรเลือกกิจกรรมตามความสนใจของนักเรียน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องที่ครูสอนไปแล้ว

2. ควรเลือกใช้กิจกรรมเสริมทักษะให้เหมาะสมกับเวลา นั่นคือครูควรใช้หลังจากที่ครูสอนเนื้อหาหลัก หรือแนวคิดเรื่องนั้นไปแล้ว เพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ หรือเพื่อเป็นการทบทวน

3. เลือกใช้กิจกรรมที่นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมนั้น

4. ในการวางแผนและจัดกิจกรรม ครูควรระมัดระวังมิให้นักเรียนสนุกสนานตั้งแต่ต้น มากจนเกินไปจนลืมถึงจุดประสงค์ที่สำคัญของการทำกิจกรรมนั้นก็คือ เพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

5. เมื่อครูเลือกใช้กิจกรรมเสริมทักษะใด ๆ ก็ตาม ครูควรเน้นให้นักเรียนทราบถึงสิ่งที่นักเรียนควรจะได้รับจากการทำกิจกรรมนั้น ๆ โดยครูอาจจัดกิจกรรมอื่น ๆ ตามมาภายหลัง เช่น การอภิปราย การอ่านเพิ่มเติม หรือการทดสอบ

6. ทักษะที่ฝึกควรเป็นวิธีการที่หลากหลายในการคิดคำนวณ

7. เน้นวิธีการที่หลากหลายในการฝึก

8. ส่งเสริมการคิดไปพร้อมกับการฝึก

9. เกมที่ใช้ในการฝึก เน้นความคล่องของการคิด

10. ส่งเสริมการผลิต หรือการสร้างผลงานด้วยตนเอง

สรุป การฝึกทักษะมีความจำเป็นสำหรับครูที่จะต้องยึดถือเป็นหลักการปฏิบัติในการคิดคำนวณสำหรับนักเรียน และการฝึกควรกระทำหลังจากที่นักเรียนเข้าใจแนวคิดแล้ว รวมทั้งความสมดุลย์ในการสอนระหว่างมโนทัศน์ ทักษะ และการประยุกต์ใช้ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง ซึ่งการเรียนเพื่อให้เกิดมโนคติทางคณิตศาสตร์นั้นถือว่าเป็นหัวใจของวิชาคณิตศาสตร์ เวลาที่ใช้ส่วนใหญ่ควรมุ่งสอนให้นักเรียนเกิดมโนคติทางคณิตศาสตร์ และเน้นการประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการฝึกทักษะถือเป็นส่วนหนึ่งเท่านั้นที่จะพัฒนาผู้เรียนให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

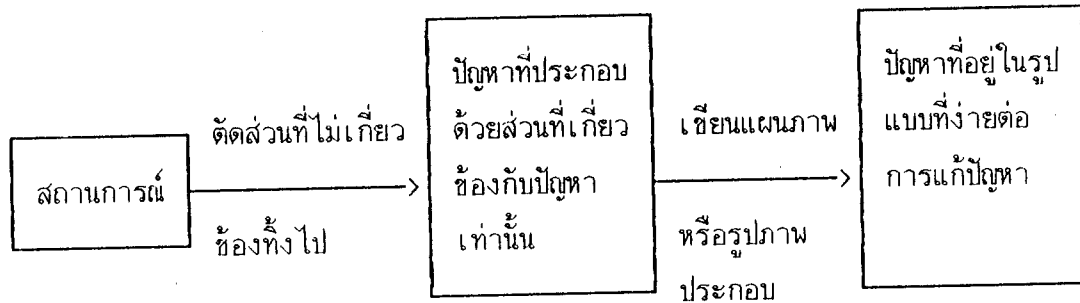
2.1.3 การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

สุลัดดา ลอยฟ้า (2537) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องพัฒนาเทคนิควิธีในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง บทบาทของครูคือเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้ที่มีความสามารถสำรวจ คิดค้น แก้ปัญหาด้วยตนเองในทางสร้างสรรค์โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี

1.) การสร้างบรรยากาศของความประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา ครูควรเลือกปัญหาอย่างระมัดระวังและควรเริ่มด้วยปัญหาที่ง่าย ๆ น่าสนใจมาให้นักเรียนแก้ปัญหาก่อนเพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากที่จะแก้ปัญหา โดยครูอาจดัดแปลงมาจากโจทย์ปัญหาแบบเรียนมาเป็นชื่อของดารา การ์ตูนที่นักเรียนชื่นชอบหรือใส่ชื่อนักเรียนในสถานการณ์ปัญหาก็ได้

2.) สับสนุนหรือกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหา ทักษะการแก้ปัญหจะต้องฝึกฝนด้วยตนเองอยู่บ่อย ๆ และสม่ำเสมอ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นนักแก้ปัญหาที่ดี นักเรียนจะต้องแก้ปัญหา หรือประสบการณ์เกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นประจำ หน้าที่ครูจะต้องหาปัญหาหรือทำปัญหาลักษณะที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา โดยครูอาจดัดแปลงโจทย์ปัญหาในแบบเรียนซึ่งอาจเปลี่ยนชื่อเป็นชื่อของการ์ตูนที่เด็กชอบ หรือใส่ชื่อนักเรียนในสถานการณ์ปัญหา

3.) **สอนให้นักเรียนรู้วิธีการอ่านปัญหา** สิ่งจำเป็นเบื้องต้นในการแก้ปัญหาคือ การทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา ทักษะการอ่านนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูจะต้องจัดกิจกรรมเพื่อฝึกให้นักเรียนพัฒนาทักษะการอ่านและทำความเข้าใจปัญหา เช่น ให้นักเรียนบอกปัญหาด้วยตนเอง ชี้ดเส้นใต้หรือวงกลมข้อความหรือวลีที่บ่งชี้ของปัญหา และอีกวิธีหนึ่งคือการฝึกให้นักเรียนตัดส่วนข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกไป ซึ่งแสดงไว้ดังแผนภาพข้างล่างนี้



รูปที่ 4 แสดงการสอนอ่านโจทย์ปัญหา

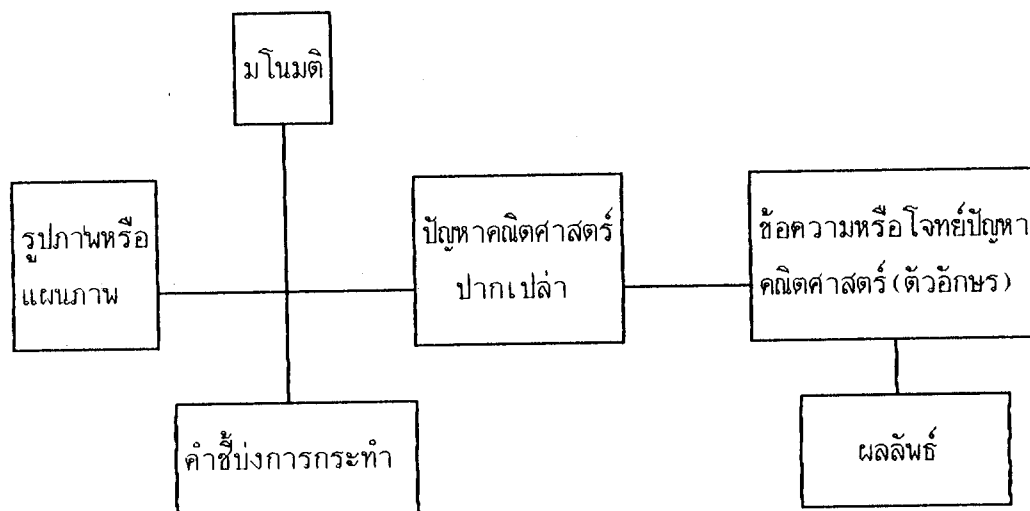
4.) **ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในปัญหา** ครูอาจดัดแปลงปัญหาเพื่อดึงนักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในปัญหาโดยการ ใส่ชื่อนักเรียนในสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติเป็นตัวละครในปัญหา สร้างปัญหาที่เป็นการแสดงออกของนักเรียนและให้นักเรียนได้ทดลองเพื่อแก้ปัญหา

5.) **ให้นักเรียนสร้างปัญหาด้วยตนเอง** การที่นักเรียนสามารถสร้างปัญหาด้วยตนเองได้ เขาจะสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่า เพราะการที่นักเรียนสามารถสร้างปัญหาด้วยตนเองได้ เขาจะต้องรู้โครงสร้างของปัญหาเป็นอย่างดีว่าปัญหาประกอบด้วยส่วนประกอบที่จำเป็นอะไรบ้าง. ยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและสัมพันธ์ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตประจำวันของเขา เช่น กำหนดคำตอบต่อไปนี้

หนังสือ 15 เล่ม, 17.50 บาท, 8 กิโลเมตร, 15.5 ลิตร ฯลฯ

(ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาด้วยตนเองเพื่อให้ได้คำตอบตามที่กำหนด)

หรือ จากรูปภาพที่กำหนดให้ ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหา โดยเติมข้อมูลและสถานการณ์ของปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งสรุปเป็นแผนภาพตามลำดับขั้นดังนี้



รูปที่ 5 แสดงขั้นตอนการสร้างโจทย์ปัญหา

6.) สับสนุนให้นักเรียนวาดภาพหรือแผนภาพประกอบปัญหา การเขียนแผนภาพประกอบจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในปัญหา ซึ่งจะช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้นและถูกต้อง

7. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อยหรือเป็นคู่ในการแก้ปัญหา การเปิดโอกาสให้นักเรียนช่วยกันคิด อภิปราย สืบรวจคิดค้น วิธีการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้พัฒนาหรือกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกเพิ่มมากขึ้น เป็นการสร้างบรรยากาศเชิงสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหายิ่งขึ้น

8.) สับสนุนให้มีทางเลือกหลากหลายในการแก้ปัญหา ครูควรเตรียมทางเลือกหรือกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี เพื่อช่วยให้มีความคล่องตัว และประสบผลสำเร็จมากขึ้น เพราะการเตรียมทางเลือกไว้หลาย ๆ ทางย่อมสะดวกในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้ และยังประหยัดเวลาและเพิ่มกำลังใจในการแก้ปัญหาด้วยเช่น

- ลองเดาคำตอบและตรวจสอบว่าถูกต้องไหม
- ลองแก้ปัญหาที่ง่ายกว่า โดยใช้จำนวนที่น้อย ๆ ก่อนเพื่อหาแนวทาง
- การสร้างตารางประกอบ
- เขียนแผนภาพประกอบ
- ใช้สื่อรูปธรรมประกอบ
- ใช้เครื่องคิดเลข
- มองย้อนกลับ
- มองหารูปแบบ
- แบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วแก้ปัญหาแต่ละส่วนย่อยนั้น

- ใช้หลักการคิดเชิงเหตุผล
- ตรวจสอบกับปัญหาที่คล้ายกัน

9.) ครูควรให้คำถามในลักษณะสร้างสรรค์ เมื่อนักเรียนเกิดการติดขัดในการแก้ปัญหา ครูควรใช้คำถามในลักษณะชี้แนะหรือเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาแต่คำถามจะต้องมีลักษณะ เปิดกว้าง ที่กระตุ้นความนึกคิดให้ชวนคิดค้นคว้า พร้อมให้เวลานักเรียนสำหรับคิด

10. เน้นให้นักเรียนคิดและจินตนาการอย่างอิสระเสรี

11. การใช้เกมยุทธวิธีเพื่อพัฒนาการคิด และการแก้ปัญหาในชั้นเรียน

12. เสนอปัญหามากกว่าหนึ่งขั้นตอน

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2537) ได้กล่าวถึงเทคนิคต่าง ๆ ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนดังนี้

1. การใช้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนสนใจ โจทย์ปัญหาที่นักเรียนสนใจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 เป็นโจทย์ปัญหาที่ได้มาจากสถานการณ์ที่นักเรียนพบจริง ๆ จากการที่นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การตัดสินใจว่าฝ่ายใดชนะในการเล่นเกมน เป็นต้น

1.2 เป็นโจทย์ปัญหาที่ไม่ได้มาจากสถานการณ์ที่นักเรียนพบจริง ๆ ในชั้นเรียน แต่เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนนึกถึงหรือคิดได้ เช่นการวางแผนไปเที่ยวร่วมกันและกะประมาณว่า จะใช้ค่าใช้จ่ายเท่าไร จึงจะเก็บไว้ใช้จ่ายได้นอ เป็นต้น

2. การเปลี่ยนเรื่องราวของโจทย์ปัญหาให้มองเห็นได้ง่ายขึ้น การใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาใช้ในการเรียนการสอน เช่นการใช้เส้นจำนวน การวาดภาพ การเขียนแผนภาพ จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นลู่ทางในการแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น

3. การแสดงบทบาทสมมติ การแสดงบทบาทสมมติจะให้นักเรียนมองเห็นเงื่อนไข แนวคิด และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในโจทย์ปัญหาเป็นจริงยิ่งขึ้น ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์นอกโรงเรียนและคณิตศาสตร์ เช่นการจัดร้านขายของ เป็นต้น

4. ใช้วิธีเปรียบเทียบ เป็นการพยายามให้นักเรียนมองเห็นวิธีการในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่ยาก โดยการคิดปัญหาง่าย ๆ ที่คล้ายกับโจทย์ปัญหาที่ยาก โดยเปลี่ยนจากตัวเลขที่มีค่ามากให้เป็นตัวเลขที่มีค่าน้อยลง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น เพราะเป็นโจทย์ชนิดเดียวกัน

5. การหาคำตอบง่าย ๆ ด้วยการคิดในใจ การนำโจทย์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน และจากกิจกรรมในห้องเรียนเป็นโจทย์ปัญหาง่าย ๆ มาให้นักเรียนฝึกทักษะในการหาคำตอบโดยไม่ต้องใช้การเขียน เมื่อนักเรียนคิดได้ก็จะช่วยให้เกิดความเข้าใจ และจะเป็นเครื่องเร้าให้นักเรียนคิดอยากแก้โจทย์ปัญหาที่ยากขึ้น

6. การประมาณคำตอบ นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นและได้รับการแนะนำในการประมาณคำตอบจนติดเป็นนิสัยที่จะต้องประมาณคำตอบก่อนแก้ปัญหาทุกครั้ง การประมาณคำตอบยังช่วยในการตรวจคำตอบอีกด้วย

7. การตรวจจากความสัมพันธ์ต่างๆ มีความสัมพันธ์หลายอย่างที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหา ผู้ที่จะแก้โจทย์ปัญหาได้ดีควรจดความสัมพันธ์ต่าง ๆ เช่น ปี - เดือน - วัน - สัปดาห์ - บาท - สลึง - สตางค์ เป็นต้น

8. การจดจำวิธีแก้โจทย์ปัญหาเฉพาะอย่าง โจทย์ปัญหาบางชนิดมีรูปแบบในการแก้โจทย์ปัญหาเฉพาะตัว ถ้าหากนักเรียนสามารถจดจำวิธีการนี้ได้ ก็สามารถนำไปแก้โจทย์ปัญหาที่อยู่ในลักษณะเดียวกันได้

9. การจดจำสูตรต่างๆ การคำนวณโดยใช้สูตรช่วยให้หาคำตอบได้เร็วขึ้น ดังนั้นในการจดจำสูตรอย่างทราบความหมายก็จะมีส่วนพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแก่นักเรียนได้

10. การใช้โจทย์ปัญหาหลายระดับ เนื่องจากนักเรียนในชั้นย่อมมีระดับความสนใจเหตุจูงใจ และวุฒิภาวะในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน ดังนั้น โจทย์ปัญหาที่ให้นักเรียนจึงควรยากพอที่จะท้าทายความสามารถของนักเรียน แต่ต้องไม่ยากเกินไปจนทำให้เกิดความคับข้องใจ ครูต้องพยายามจัดโจทย์ปัญหาให้เหมาะสมกับประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งครูทำได้โดยการจัดโอกาสให้นักเรียนพบกับโจทย์ปัญหาในระดับต่าง ๆ กัน

11. การใช้โจทย์ปัญหาหลาย ๆ แบบ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นโจทย์ปัญหาประเภทที่ต้องหาคำตอบเสมอไป ยังมีโจทย์ปัญหาประเภทอื่นอีก เช่น โจทย์ปัญหาที่ไม่มีตัวเลข โจทย์ปัญหาที่มีตัวเลขแต่ไม่ต้องการคำตอบเพียงแต่ต้องการวิธีการในการหาคำตอบ โจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลไม่ครบ หรือมีมากเกินไปจนความจำเป็น

12. การหาคำตอบด้วยการทำวิธีหลาย ๆ วิธี การแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ จะเป็นการเร้า เป็นการสร้างความสนใจ และประสบการณ์หลายด้านให้แก่เด็กเรียน ครูจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ ด้วยวิธีหลาย ๆ วิธีย่อมทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจสภาพของโจทย์ปัญหาอย่างลึกซึ้งมากกว่าการแก้โจทย์ปัญหาหลาย ๆ ปัญหาโดยวิธีการเพียงอย่างเดียว

13. ใช้วิธีวิเคราะห์โจทย์ปัญหา คือวิธีแยกแยะดูว่าโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง โจทย์ต้องการให้หาอะไร ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจโจทย์ดียิ่งขึ้น แล้วจึงเลือกข้อมูลที่ไม่จำเป็นต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ กำหนดข้อมูลที่จำเป็นออกไป ก็จะทำให้มองเห็นลู่ทางว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาได้

14. การแปลงสภาพของ โจทย์ปัญหา ให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ ความสามารถในการเขียนประโยคสัญลักษณ์ แสดงถึงความสามารถของนักเรียนในการแปลความหมายของโจทย์ จึงเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดและวิเคราะห์ โจทย์ปัญหาก่อนการคำนวณหาคำตอบ ตลอดจนวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจึงควรเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้

15. การสร้าง โจทย์ปัญหา การสร้าง โจทย์ปัญหาเป็นทางหนึ่งแสดงถึงความเข้าใจใน โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ทำได้หลายวิธีเช่น การสร้าง โจทย์ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์ การให้นักเรียนสร้าง โจทย์ปัญหาเพียงบางส่วน โดยการใช้เทคนิคของการละประโยคที่เป็นคำถามไว้ให้นักเรียนเป็นผู้คิดขึ้นเอง การให้นักเรียนสร้าง โจทย์เองทั้งหมด

16. การฝึกทักษะการอ่านที่จำเป็นต่อการแก้ โจทย์ปัญหา เนื่องจากลักษณะของ โจทย์ปัญหาโดยทั่วไปต้องการความคิดและการเข้าใจที่ถูกต้องแน่นอน จึงต้องการทักษะการอ่านอย่างพิถีพิถัน ดังนั้นจึงควรพัฒนาทักษะในการอ่านเพื่อช่วยพัฒนาความเข้าใจใน โจทย์ปัญหา

Lesh และ Zawojewski (1992) ได้เสนอแนะยุทธศาสตร์ที่เห็นว่ามีประสิทธิภาพได้ง่าย ไม่มีขั้นตอนที่ยากมาก สำหรับช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาของนักเรียนดังนี้

1. การให้นักเรียนวาดภาพ (draw a picture) วิธีนี้สามารถช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับ โจทย์ปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลที่กระจัดกระจายออกมาให้เห็นเป็นเรื่องราวที่สั้น กระชับรัดได้ใจความ ช่วยให้นักเรียนเห็นภาพการเรียงลำดับเหตุการณ์ใน โจทย์ปัญหาได้ การวาดภาพทำให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการทำซ้ำอีกครั้งในการแสดงถึงข้อมูล และการกระทำที่จะเกิดขึ้น จึงทำให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ชัดเจน

2. การคาดเดาคำตอบและตรวจสอบคำตอบ(guess-and-check) วิธีนี้ไม่ถือว่าเป็นการให้นักเรียนลองผิดลองถูก แต่การให้นักเรียนได้คาดเดาคำตอบ ก่อนที่จะตรวจสอบคำตอบนั้น ไม่เพียงแต่นักเรียนจะใช้ความรู้เฉพาะเรื่องที่เกี่ยวกับจำนวนทางคณิตศาสตร์เท่านั้น นักเรียนจะต้องประมวลเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อคาดเดาคำตอบเมื่อนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยอาศัยจากประสบการณ์และการฝึกฝนนักเรียนต้องรู้ว่าจะนำข้อมูลที่มีอยู่มาประกอบกัน หรือจำแนกออกจากกัน ต้องรู้จักพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเหล่านั้น เป็นต้น โดยวิธีนี้จะทำให้นักเรียนสามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้ในที่สุด

สรุป การจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงให้มากที่สุดคือ ความสมดุลระหว่างการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ ทักษะ และการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมมีความเหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ใช้เวลาพอเหมาะไม่ยาวนานเกินไปเพราะจะทำให้เด็กเกิดความเบื่อหน่าย กิจกรรมที่จัดควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมทุกคน

การคิดคำนวณหาคำตอบมีวิธีการที่หลากหลาย โดยครูจะมีบทบาทเป็นผู้ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเน้นกระบวนการมากกว่าผลลัพธ์ รวมทั้งสร้างบรรยากาศของความประสบผลสำเร็จในการที่จะแก้ปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหา เรียนรู้วิธีการอ่านปัญหา ให้โอกาสนักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง ดังนั้นครูจึงควรนำกิจกรรมเหล่านี้ไปพัฒนาการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

2.1.4 ขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน สถาบันส่งเสริมคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นผู้รับผิดชอบและกำหนดเนื้อหา วิธีการเรียนการสอนเป็นคู่มือคณิตศาสตร์ซึ่งได้วางแผนภูมิการสอน สามารถจัดลำดับชั้นการสอนได้ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม

เพื่อนำความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาก่อนแล้ว เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ใหม่ เพื่อให้เชื่อมโยงกับความรู้ในเนื้อหาที่เรียนใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

2.1 ขั้นของจริง เป็นขั้นที่พยายามนำสิ่งที่เป็รูปธรรม มาใช้เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปไปสู่นามธรรมได้

2.2 ขั้นรูปภาพ ครูเปลี่ยนเครื่องช่วยคิดจากของจริงมาเป็นภาพ

2.3 ขั้นสัญลักษณ์ หลังจากทีนักเรียนได้เรียนรู้จากขั้นใช้ของจริง หรือภาพประกอบการสอนแล้ว ครูอธิบายโดยใช้สัญลักษณ์

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปไปสู่วิธีลัด

เพื่อเป็นการสะดวกในการให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีลัดแล้ว จึงให้ฝึกทักษะโดยการให้ทำแบบฝึกหัดจากแบบเรียนหรือใบตรางาน

ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

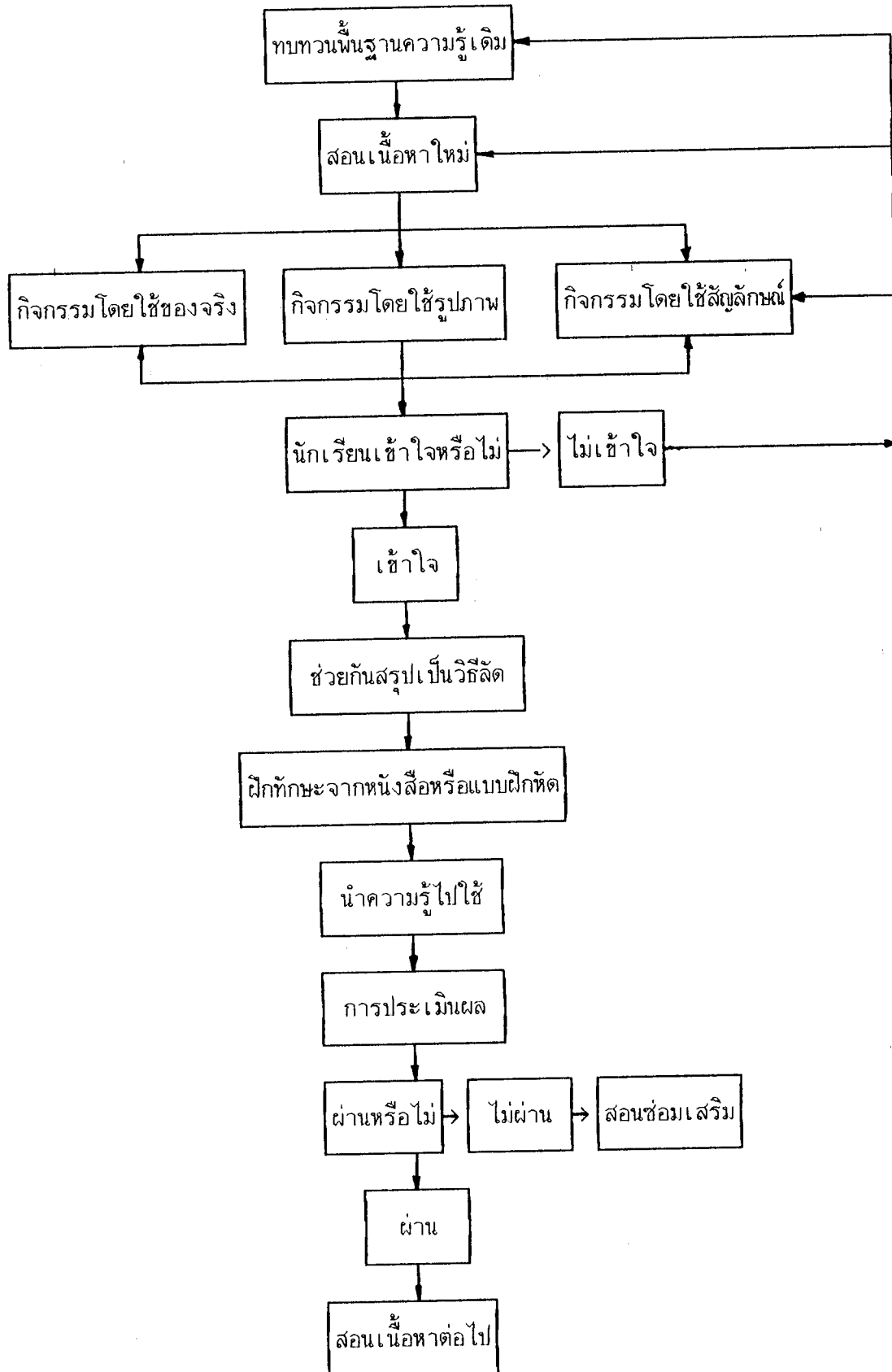
เป็นการนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหา หรือทำกิจกรรมที่มักจะประสบในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

เป็นการตรวจสอบเพื่อวัดความสามารถของนักเรียนในการผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อการสอนซ่อมเสริมกับนักเรียนที่ไม่ผ่าน และเพื่อการสอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ สสวท. สรุปเป็นแผนภูมิได้ดังนี้คือ

ขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ตามแนวความคิดของ สสวท.



รูปที่ 6 การสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ สสวท.

Polya 1973. (อ้างถึงใน สุลัดดา ลอยฟ้า และคณะ, 2530) ได้จัดขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในหนังสือ "How to solve it" ไว้เป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนในการหารูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การนิยามศัพท์ ข้อมูลที่จำเป็นต้องเข้ามาเกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ ทำความเข้าใจให้กระจ่างว่าเราพยายามจะหาอะไร จากอะไร

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา เมื่อเราเข้าใจในปัญหาอย่างแจ่มแจ้งดีแล้ว หลังจากนั้นจะถึงขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องอาศัยผลที่ได้จากข้อมูลในขั้นที่ 1 นำไปสู่การวางแผนในการแก้ปัญหา เช่น ใช้การทดลอง การลองผิดลองถูก การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล การหารูปแบบ การหาความเหมือนกับปัญหาเก่าที่เคยแก้ปัญหามาแล้ว เป็นต้น

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน การดำเนินการตามแผนในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนรู้ และทักษะบางอย่างซึ่งจำเป็นต้องใช้ ก็จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ การดำเนินการตามแผนนี้ จะรวมถึงการเขียนอธิบายถึงวิธีการแก้ปัญหาจนกระทั่งได้คำตอบ

ขั้นที่ 4. มองย้อนหลัง ขั้นนี้เป็นการพิจารณาว่าได้แก้ปัญหาเรียบร้อยแล้วทุกกรณีเป็นไปได้อหรือไม่ คำตอบที่ได้เป็นไปได้อหรือไม่ได้อย่างไร

สunitี เทมะประสิทธิ์ (2534) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดังขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักสังเกตและวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ ของโจทย์ คือส่วนใดคือส่วนที่โจทย์ต้องการ ส่วนใดคือสิ่งที่โจทย์กำหนดหรือสิ่งที่โจทย์ให้มา ฝึกวิเคราะห์ว่าโจทย์นั้นให้ข้อมูลเพียงพอหรือไม่ ข้อมูลใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ปัญหาของโจทย์ ฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการคืออะไร สิ่งที่โจทย์ต้องการสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์ให้มาหรือไม่

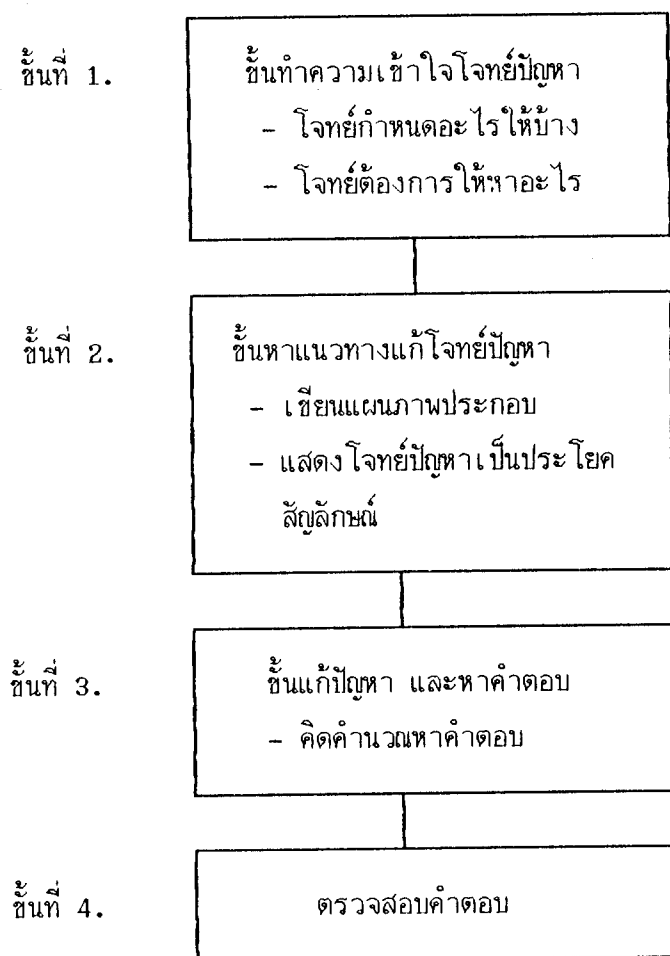
ขั้นที่ 2 ขั้นหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ฝึกให้นักเรียนมีโมติเกี่ยวกับการ บวก ลบ คูณ และหาร ตีความโจทย์และแปลงโจทย์เป็นรูปภาพหรือแผนภาพ และประโยคสัญลักษณ์ที่ถูกต้อง โดยไม่ควรให้นักเรียนจำค่าหลัก ควรฝึกโดยอาศัยหลักเหตุผล และความจริงเป็นสำคัญ

ขั้นที่ 3 ขั้นคำนวณ ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ มีความแม่นยำและรอบคอบ

ขั้นที่ 4 ขั้นพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ เมื่อได้คำตอบแล้ว ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการสังเกต คิดวิเคราะห์หาคำตอบที่ได้นั้นมีความเป็นไปได้ และสมเหตุผลหรือไม่

ขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ฝึกให้นักเรียนรู้จักการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ทำได้ 3 วิธีคือ การประมาณคำตอบ (คิดในใจ) ใช้วิธีใหม่และวิธีเดิม

เซอร์ อยูดี (2531) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้
ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของเซอร์ อยูดี



Gonzales (1994) ได้เสนอรูปแบบการสอน สำหรับฝึกแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการเพิ่มทักษะการสร้างปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการเสนอปัญหาด้วยตนเองต่อจากขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya ดังต่อไปนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจในปัญหา
2. คิดวางแผนการแก้ปัญหา
3. ลงมือปฏิบัติตามแผน
4. ย้อนตรวจสอบคำตอบ
5. การเสนอปัญหาด้วยตนเอง

สรุป การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นต้องฝึกให้ผู้เรียนให้มีทักษะในหลาย ๆ ด้าน เช่น การรู้จักคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่า โจทย์ต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ หรือ เรียกว่าการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา จากนั้นเป็นการคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการแปลง โจทย์ให้ง่ายต่อการแก้ปัญหา เช่น การเขียนภาพประกอบ เขียนให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ แล้วจึง ใช้วิธีคิดคำนวณหาคำตอบ อาจใช้วิธีการลองผิดลองถูก การเดาคำตอบ และเมื่อได้คำตอบแล้ว จึงตรวจสอบดูคำตอบ และเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจยิ่งขึ้นจึงให้นักเรียนสร้าง โจทย์ ปัญหาจากสถานการณ์จริงด้วยตนเองแล้วใช้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่เรียนรู้ฝึกคิดหาคำตอบ จะทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตัวเองมากขึ้น

2.2 รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2.2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2537) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยมีสิ่งที่เป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไป และความคิดสร้างสรรค์นี้ ประกอบไปด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่น และความคิดที่เป็นของตน โดยเฉพาะหรือความคิดริเริ่ม

นาคยา ภัทรแสงไทย (2523) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์หมายถึงความสามารถในการคิดเห็นในสิ่งใหม่ ๆ หรือความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ หลากหลายแนวทาง

อารี รังสินธ์ (2529) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดจินตนาการประยুক্ত ที่สามารถนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์คิดค้นใหม่ ๆ ทางเทคโนโลยี ซึ่งเป็นความคิดในลักษณะที่คนอื่นคาดไม่ถึงหรือมองข้าม เป็นความคิดหลากหลาย คิดได้กว้างไกล เน้นทั้งปริมาณและคุณภาพ อาจเกิดจากการคิดผสมผสานเชื่อมโยงระหว่างความคิดใหม่ ๆ ที่แก้ปัญหาและเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

พรณี เกษมกล (2534) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้หลายทางหลายแง่มุม และเป็นความคิดแปลกใหม่ของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า เป็นความคิดนอกกรอบ ประยุกต์ความคิดเดิมผสมผสานจนเกิดเป็นความคิดใหม่ รวมทั้งการประดิษฐ์ค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎีหลักการได้จนสำเร็จ

ดิลก ดิลกานนท์ (2536) ได้เขียนบทความเกี่ยวกับเครื่องมือวัดโดยได้กล่าวถึงผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายท่านด้วยกัน เช่น

Guilford (1959) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่จะคิดได้หลายทิศทาง หรือแบบอเนกนัย และความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบไปด้วย ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดที่เป็นของตนโดยเฉพาะ คนที่มีลักษณะดังกล่าวจะต้องเป็นคนกล้าคิด ไม่กลัวถูกวิพากษ์วิจารณ์และมีอิสระในการคิด

Torrance กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่ไวต่อปัญหา มองเห็นความแตกต่าง ความบกพร่องหรือความไม่สอดคล้องกันในสิ่งเร้าของบุคคล

Mednick กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการโยงความสัมพันธ์ของวัตถุหรือเหตุการณ์ไปสู่สถานการณ์ที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์

Jellen and Urban กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ (Productive Thinking) ในเชิงวัฒนธรรม จินตนาการ และการคิดอเนกนัย ซึ่งรวมทั้งความคิดคล่อง (Fluency) และความคิดละเอียดประณีต (Elaboration) ความกล้าเสี่ยง (Risk-Taking) และอารมณ์ขัน (Humor)

Anderson (1970) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้ง ที่นอกเหนือไปจากการคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในตัวบุคคลที่สามารถคิดได้หลายแง่หลายมุมผสมผสาน จนได้ผลิตผลใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากกระบวนการคิดของมนุษย์ที่มีความคิดกว้างไกลหลายแง่หลายมุม (เป็นความคิดแบบอเนกนัย) ที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากประสบการณ์ต่าง ๆ ทำให้เกิดแนวคิดใหม่ ๆ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเองและส่วนรวมต่อไป

2.2.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

Guilford, 1897. (อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, (2536) ได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างเชาว์ปัญญาที่เรียกว่า Structure of Intellect หรือ SI ว่าเชาว์ปัญญาของมนุษย์ประกอบไปด้วย 3 มิติ คือวิธีคิด (Operation) เนื้อหา (Content) และผลการคิด (Products)

Guilford(1959) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของวิธีการคิด ผลิตผล และเนื้อหาไว้ดังนี้คือ

มิติที่ 1 : วิธีการคิด (Operation)

เป็นกิจกรรมทางสมองที่สำคัญเป็นการรวบรวมข่าวสารที่ได้รับ และพยายามสื่อความหมายแบ่งออกเป็น 5 ประการคือ

1.1 **คิดแบบรู้และเข้าใจ (Cognition เขียนย่อว่า C)** หมายถึง ความสามารถในการตีความของสมอง เมื่อเห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้ เข้าใจในสิ่งนั้น และบอกได้ว่าอะไรเป็นอะไร เช่น เมื่อเห็นของเด็กเล่นรูปร่างกลม ทำด้วยยางผิวเรียบก็บอกได้ว่าเป็นลูกบอล

1.2 **คิดแบบจำ (Memory เขียนย่อว่า M)** หมายถึงความสามารถที่จะจำสิ่งต่าง ๆ และเรียกมาใช้ได้เมื่อต้องการ หรือสามารถที่จะระลึกได้ เช่น การจำสูตรคูณ การจำหมายเลขประจำตัว

1.3 **คิดแบบแตกแขนง (Divergent Thinking เขียนย่อว่า D)** หมายถึงความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบหลายแง่หลายมุม แตกต่างกันไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำอะไรได้น่าให้บอกมาให้มากที่สุด ผู้ที่คิดได้มาก แปลก มีเหตุผล คือผู้ที่มีความคิดแตกแขนง และ Guilford ได้อธิบายว่า ความคิดแตกแขนงก็คือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

1.4 **คิดแบบเอกนัยหรือความคิดรวม (Convergent Thinking เขียนย่อว่า N)** หมายถึง เป็นการคิดหาคำตอบที่เน้นเรื่องความถูกต้องของคำตอบที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุดซึ่งมีเพียงคำตอบเดียว เช่น $2 \times 2 = 4$

1.5 **คิดแบบประเมินค่า (Evaluation เขียนย่อว่า E)** หมายถึงเป็นการตัดสินใจโดยถือความถูกต้อง ความเหมาะสม และความพึงปรารถนาเป็นเกณฑ์ โดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 2 : ด้านเนื้อหา (Content)

เป็นการจัดจำพวกหรือประเภทของข้อมูลข่าวสารที่ได้รับแบ่งออกเป็น 4 จำพวกคือ

2.1 **ภาพ (Figural เขียนย่อว่า F)** หมายถึงข้อมูลข่าวสารที่เป็นรูปธรรมจากการรับรู้จากประสาทสัมผัส เห็น ได้ยิน หรือสัมผัส ซึ่งบุคคลสามารถรับรู้ และทำให้เกิดความรู้สึกนึกคิดได้ เช่น ภาพ

2.2 **สัญลักษณ์ (Symbolic เขียนย่อว่า S)** หมายถึงข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น พยัญชนะ ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตเพลงรวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ ซึ่งตามลำพังแล้วก็จะปราศจากความหมาย แต่เนื่องจากเราตั้งความหมายขึ้นจึงใช้สื่อความหมายได้

2.3 **ภาษา (Semantic เขียนย่อว่า M)** หมายถึงข้อมูลข่าวสารที่มีจะอยู่ในรูปถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ กันสามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้ เช่น พ่อ แม่ เพื่อน ชอบ โกรธ เสียใจ ฯลฯ

2.4 **พฤติกรรม (Behavioral เขียนย่อว่า B)** หมายถึงข้อมูลข่าวสารที่เป็นการแสดงออก กิริยาอาการ การกระทำที่สามารถสังเกตเห็นได้ รวมทั้งทัศนคติ การรับรู้ การคิด เป็นต้น เช่น การยิ้ม การหัวเราะ การล้อเล่น การแสดงความคิดเห็น เป็นต้น

มิติที่ 3 : ผลของการคิด (Product)

ผลของการคิด (Product) หมายถึง มิติที่แสดงผลที่ได้จากการทำงานของสมอง เมื่อสมองได้รับข้อมูลจากมิติที่ 2 และใช้ความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้จากมิติที่ 1 ผลที่ได้ออกมาจะเป็นมิติที่ 3 หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าผลของการคิดเกิดจากการทำงานของมิติที่ 1 และมิติที่ 2 นั้นเอง ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะคือ

3.1 แบบหน่วย (Unites เขียนย่อว่า U) หมายถึงสิ่งที่บอกลักษณะเฉพาะตัว และแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน แมว สุนัข ซึ่งเป็นหน่วยสัญลักษณ์ เป็นต้น

3.2 แบบกลุ่ม (Classes เขียนย่อว่า c) หมายถึงประเภทหรือพวก หรือกลุ่มของหน่วยต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติร่วมกันหรือคล้ายกัน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้แก่ คน สุนัข ช้าง ประเภทผลไม้ได้แก่ เงาะ ฝรั่ง ลำไย เป็นต้น

3.3 แบบความสัมพันธ์ (Relation เขียนย่อว่า R) หมายถึงการเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับสิ่งของประเภทเดียวกัน หรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ ความสัมพันธ์นี้อาจอยู่ในรูปของหน่วยกับหน่วย หรือจำพวกกับจำพวก และระบบกับระบบก็ได้ เช่น คนคู่กับคน นกคู่กับนก นกคู่กับรัง ฯลฯ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย

3.4. แบบระบบ (System เขียนย่อว่า S) หมายถึงการจัดประเภทของสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้มีระบบแบบแผน เช่น ระบบจำนวนเลขที่เป็นเลขคี่ เช่น 1 3 5 7 เป็นต้น

3.5 แบบการแปลงรูป (Transformations เขียนย่อว่า T) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงปรับปรุง หรือจัดองค์ประกอบของสิ่งเร้า หรือข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ เช่น การให้คำจำกัดความใหม่ หรือการคิดแปลงข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่แล้วเสียใหม่ เช่น เด็กเล็กถูกตีโดยเด็กโต เป็น เด็กโตตีเด็กเล็ก

3.6 แบบการประยุกต์ (Implications เขียนย่อว่า I) หมายถึงความเข้าใจในการนำข้อมูลเพื่อนำไปใช้ขยายความ หรือพยากรณ์ หรือการอธิบายหรือเปรียบเทียบข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่ในรูปของการคาดคะเนหรือการทำนาย

ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford กล่าวว่าสมรรถภาพทางสมองแบ่งออกเป็น 3 มิติ ดังรูปที่แสดงไว้ต่อไปนี้ (อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2536)

มิติที่ 1 วิธีการคิด (Operations)

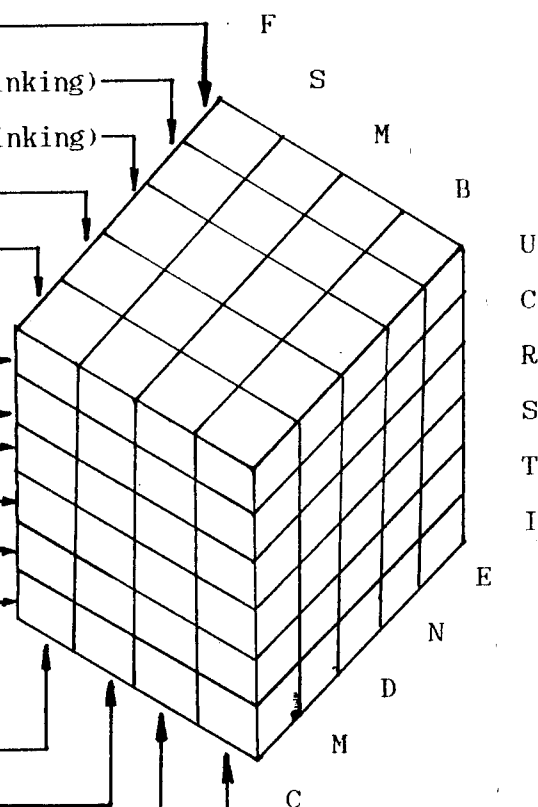
- 1.การประเมิน (Evaluation) —————→ F
- 2.การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) —————→ S
- 3.การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) —————→ M
- 4.การจำ (Memory) —————→ B
- 5.การรู้จัก-ความเข้าใจ (Cognition) —————→ U

มิติที่ 2 ผลการคิด (Products)

- 1.แบบหน่วย (Units) —————→
- 2.แบบกลุ่ม (Classes) —————→
- 3.แบบความสัมพันธ์ (Relations) —————→
- 4.แบบระบบ (Systems) —————→
- 5.แบบแปลงรูป (Transformation) —————→
- 6.การประยุกต์ (Implication) —————→

มิติที่ 3 เนื้อหา (Content)

- 1.ภาพ (Figural) —————→
- 2.สัญลักษณ์ (Symbolic) —————→
- 3.ภาษา (Semantic) —————→
- 4.พฤติกรรม (Behavioral) —————→



รูปที่ 7 แสดงโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford

จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford อธิบายได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกล หลายทิศทาง หรือเรียกว่าลักษณะการคิดแบบอเนกนัย ซึ่งประกอบด้วย

1. วิธีการคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) หรือความคิดรวบยอด คือกระบวนการคิดที่นำไปสู่ความถูกต้องที่ดีที่สุด ตรงตามความเป็นจริงของข้อมูลที่กำหนดไว้เพียงคำตอบเดียว
2. วิธีคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) หรือวิธีการคิดที่หลากหลาย หมายถึงวิธีการคิดหลายแง่หลายมุม และเป็นความคิดที่สามารถเปลี่ยนแปลงวิธีต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหาได้รวมถึงแนวทางการคิดหาคำตอบได้หลายวิธี ซึ่ง Guilford อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลก็คือ ความคิดแบบอเนกนัยนั่นเอง ซึ่งจะนำไปสู่การคิดแก้ปัญหา และสิ่งประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับงานชนิดต่าง ๆ ประกอบด้วย

2.1 **ความคิดริเริ่ม (Originality)** หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากความคิดปกติ โดยอาจนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น

2.2 **ความคล่องตัวในการคิด (Fluency)** หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วและมีคำตอบที่หลากหลายในเวลาจำกัด โดยแบ่งเป็นความคล่องตัวในการใช้ภาษา การโยงความสัมพันธ์และการใช้ความคิด

2.3 **ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility)** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างหลากหลาย อย่างอิสระ และสามารถดัดแปลงให้เกิดประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา รวมถึงการเสริมความคิดที่แปลกออกไป

2.4 **ความคิดที่ละเอียดละออ (Elaboration)** หรือการขยายความคิด หมายถึง ความสามารถขยายความคิดให้กว้างไกลไปจากที่เคยปฏิบัติอยู่ในลักษณะความคิดในรายละเอียด เพื่อการขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นับเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จ

2.2.3 ลักษณะพิเศษของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ หรือความคิดแบบนอกเนกนัย

Guilford และ Horpfner (อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2536) กล่าวว่า มนุษย์เรามีความคิด 2 ชนิดคือ ความคิดเอกนัย และความคิดนอกเนกนัย ซึ่งความคิดนอกเนกนัยนี้เป็นความคิดที่มีความคิดสร้างสรรค์ และได้บังลักษณะพิเศษของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ดังต่อไปนี้

1. ไวต่อปัญหาที่พบ (Sensitivity to problems)
2. สามารถที่จะให้คำตอบ หรือแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว (Fluency)
3. สามารถจะปรับตัวและเปลี่ยนแปลงตามกาลเทศะ (Flexibility)
4. คำตอบหรือพฤติกรรมตอบสนองของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ มักจะแสดงความคิดริเริ่มหรือความคิดใหม่ที่ไม่มีคนอื่นคิดมาก่อน (Originality)
5. ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สามารถที่จะมองเห็นประโยชน์หรือการใช้วัตถุดิบของได้หลายอย่าง (Redefinition)
6. สามารถที่มีความคิดลึกซึ้ง มองเห็นสิ่งที่คนอื่นไม่เห็น และสามารถเปลี่ยนแปลงความหมาย หรือแปลงรูป (Penetration)

สรุปได้ว่ากระบวนการคิดแบบนอกเนกนัยจะประกอบไปด้วย ความคล่อง (Fluency) ความสามารถที่จะปรับตัวเปลี่ยนแปลงได้ง่าย (Flexibility) ความคิดริเริ่มหรือความคิดที่แปลกใหม่ (Originality) และการวางแผนอย่างละเอียดละออ (Elaboration) กระบวนการคิดทั้ง 4 กระบวนการคิดนี้มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์

2.2.4 กระบวนการของการคิดสร้างสรรค์

ลักษณะกระบวนการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง วิธีการหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างมีขั้นตอนตลอดจนคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หรือเรียกว่ากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) มีหลายแนวความคิดดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ, 2535)

Wallach (อ้างถึงใน สมศักดิ์ ภูวิภาดาบรรณ, 2537) กล่าวถึงกระบวนการของการคิดสร้างสรรค์เกิดจากการคิดสิ่งใหม่ ๆ โดยการลองผิดลองถูก (Trial and Error) และได้แบ่งขั้นตอนไว้เป็น 4 ขั้นตอนต่อไปนี้คือ

1. **ขั้นการเตรียมตัว (Preparation)** เป็นขั้นของการเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่เรามีต่อโลกอย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ยังรวมถึงความสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ความคิดหรือสิ่งของที่มีความแตกต่างกันอย่างมากเข้าด้วยกัน
2. **ขั้นฟักตัว (Incubation)** เป็นขั้นของการพยายามลืมเรื่องที่ต้องการคิดเสียให้หมดสิ้น กล่าวคือ หลังจากที่เราได้ผ่านขั้นเตรียมตัวแล้วบางครั้งต้องอาศัยระยะเวลาในการฟักตัวเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
3. **ขั้นการรู้แจ้ง (Illumination)** เป็นขั้นที่เกิดขึ้นหลังจากที่บุคคลลืมเรื่องที่ต้องการคิดหาคำตอบระยะหนึ่ง จากนั้นจะเกิดการหยั่งเห็น (Insight) เหมือนกับแสงสว่างที่พลันฉายแวบขึ้นมาในสมอง ทันใดนั้นคำตอบที่ต้องการหรือโคลงบทสุดท้ายก็แจ่มชัดขึ้นมาในความคิดโดยไม่ต้องใช้ความพยายามใด ๆ
4. **ขั้นการตรวจสอบ (Verification)** เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการของการคิดสร้างสรรค์ คือ หลังจากนี้ก็ได้แล้วก็ทบทวนผลงานทั้งหมดจนเป็นที่พอใจ

Torrance (อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2534) กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์เหมือนกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ

1. **การค้นพบความจริง (Fact Finding)** ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึกกังวล สับสน วุ่นวาย แล้วจึงพยายามตั้งสติ หาข้อมูลว่าคืออะไร
2. **การค้นพบปัญหา (Problem Finding)** มีความเข้าใจความกังวลใจว่าเกิดจากการมีปัญหา
3. **การตั้งสมมติฐาน (Idea Finding)** เมื่อรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้นก็พยายามคิดและตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป
4. **การค้นพบคำตอบ (Solution Finding)** เป็นการค้นพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐาน

5. ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance Finding) เป็นการยอมรับผลจากการค้นพบ ยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไรจากการค้นพบ จะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ (New Challenge)

Davis, 1983. (อ้างถึงใน กระบวนการศึกษาศึกษา การวิชาการ, 2535) ได้กล่าวถึงกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ (The Creative Education Foundation) ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยเรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กระบวนการนี้จะเริ่มต้นด้วยการมีปัญหาที่เรียกว่าความยุ่งเหยิง (Mess) กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แบ่งออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้คือ

ขั้นที่ 1. การค้นหาความจริง ในขั้นนี้เมื่อเกิดปัญหาทำให้เกิดความวิตกกังวลก็ต้องพยายามหาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ทราบว่าปัญหานั้นคืออะไร

ขั้นที่ 2. การค้นหาปัญหา จากขั้นที่ 1 เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาแล้ว ในขั้นนี้จะพิจารณาถึงมูลเหตุและแนวทางที่เป็นไปได้ โดยคิดถึงความเป็นไปได้หลาย ๆ แนวทางให้ได้มากที่สุด จากนั้นนำแนวทางทั้งหมดมาคัดเลือกหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดเพียง 1 หรือ 2 แนวทาง แล้วตั้งเป็นประเด็นปัญหาเพื่อค้นหาวิธีการแก้ไขต่อไปในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 3. การค้นหาความคิด เมื่อได้ประเด็นปัญหาจากขั้นที่ 2 แล้ว ในขั้นนี้จะเป็นการระดมความคิดเพื่อหาวิธีการที่จะแก้ปัญหามาตามประเด็นที่ตั้งไว้ออกมาให้ได้มากที่สุดอย่างอิสระ โดยยังไม่มีมีการประเมินความเหมาะสมในขั้นนี้

ขั้นที่ 4. การค้นหาคำตอบ ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนของการพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีการที่หามาได้ในขั้นที่ 3 โดยเริ่มแรกจะต้องหาหลักเกณฑ์ในการเลือก เช่น ความประหยัด ความรวดเร็ว เป็นต้น เมื่อได้หลักเกณฑ์ที่เหมาะสมแล้วก็นำหลักเกณฑ์นั้นไปพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 5. การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำเอาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นที่ 4 มาพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง รวมทั้งการเผยแพร่ความคิดนั้นให้ผู้อื่นลองปฏิบัติเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ

สรุปได้ว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์จะต้องประกอบไปด้วยขั้นเตรียมต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานในการรวบรวมข้อมูล แล้วคิดหาแนวทาง โดยการตั้งสมมติฐานขึ้น จากนั้นก็ทำการพิสูจน์ทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริงนั้น ๆ เมื่อปฏิบัติตามขั้นตอนดังกล่าวแล้วก็จะพบคำตอบ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการนำไปใช้แก้ปัญหาในสาขาวิชาต่าง ๆ หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.2.5 เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงสร้างสรรค์ (The Creative Problem Solving On Mathematical Word Problems)

Suydam (อ้างถึงใน สุลัดดา ลอยฟ้า, 2537) ได้กล่าวถึงหลักการที่ควรคำนึงถึงในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากการวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 5 ประการดังนี้

1. เทคนิคและกลวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สามารถสอน หรือเรียนรู้ได้นอกจากประสบการณ์การแก้ปัญหา นักเรียนควรได้รับการเสนอแนะเทคนิค วิธีที่มีประสิทธิภาพ และหลากหลายในการแก้ปัญหาด้วย
2. ไม่มีเทคนิควิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ใดที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ทุกรูปแบบ การแก้ปัญหานึงอาจใช้เทคนิควิธีการแก้ปัญหามากมาย ๆ วิธี
3. การสอนนักเรียนให้รู้จักเทคนิควิธีการแก้ปัญหามากมาย ๆ วิธี จะเป็นการเตรียมนักเรียนให้พร้อม ที่จะเลือกเทคนิควิธีที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ปัญหาที่เขาเผชิญ
4. การจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้มีโอกาสแก้ปัญหาในหลายรูปแบบ และเป็นปัญหาซึ่งนักเรียนต้องใช้ความพยายามในการแก้ปัญหา รวมทั้งควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ลองใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ หลาย ๆ วิธีเพื่อให้ตระหนักว่าการแก้ปัญหาไม่จำเป็นจะต้องแก้เพียงวิธีเดียว
5. ปัญหาควรเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนเพราะความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหามีสัมพันธ์กับระดับพัฒนาการของนักเรียน

และจากแนวคิดที่ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัยของ Suydam (อ้างถึงใน สุลัดดา ลอยฟ้า, 2537) พบว่า ไม่มีเทคนิควิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ใดที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ทุกรูปแบบ การแก้ปัญหานึง ๆ อาจใช้เทคนิควิธีการแก้ปัญหามากมาย ๆ วิธี ดังนั้นในการสอนให้นักเรียนรู้จักเทคนิควิธีแก้ปัญหามากมาย ๆ วิธี จะเป็นการเตรียมนักเรียนให้พร้อมที่จะเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ปัญหาที่เขาเผชิญ โดยมีจุดเน้นที่การพัฒนาทักษะ 4 ประการคือ

1. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Productive Thinking) ทักษะการคิดสร้างสรรค์นี้ต้องการให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการคิดอย่างหลากหลายให้เกิดความคิดใหม่ วิธีการแก้ปัญหาใหม่ขึ้นโดยไม่มีการจำกัดขอบเขตของความคิด ผู้เรียนสามารถคิดแนวทางการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการใดก็ได้ภายในเงื่อนไขที่กำหนด
2. ทักษะการสื่อความหมาย (Communication) จุดประสงค์ของการฝึกทักษะนี้เพื่อต้องการให้ผู้เรียนใช้ทักษะการฟัง การพูด แสดงความหมายให้เกิดความเข้าใจ มุ่งให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหรือแสดงแนวความคิดของตนเอง เพื่อสื่อความหมายให้บุคคลอื่นเข้าใจซึ่งการบ่งบอกถึงพัฒนาการในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล

3. **ทักษะการทำนาย (Prediction)** เป็นกระบวนการที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนในการศึกษาหาเหตุผลที่น่าจะเกิดขึ้นเมื่อมีสถานการณ์ที่กำหนดให้ กล่าวคือ เป็นการคาดการณ์วิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่เคยมีมาก่อนหน้านี้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย รู้จักการใช้เหตุผลในการคิดแก้ปัญหาได้

4. **ทักษะความสามารถทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน** ประกอบด้วย ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหา การสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ การตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด และการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ไปใช้ในกรณีทั่วไป

2.2.6 กระบวนการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์

กระบวนการแก้ปัญหา : ความคิดสร้างสรรค์ทุติยภูมิ (A Problem-Solving-Process : Secondary Creative) หมายถึงการนำขั้นตอนการคิดนั้น ๆ มาใช้อย่างรู้ตัวโดยอาจดำเนินไปเป็นขั้นตอนของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ดังต่อไปนี้ (สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรณ, 2537)

1. การนำเข้าสู่ปัญหา (Orientation)
2. การเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (Preparation)
3. การคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัย (Ideation)
4. การประเมินค่าคำตอบที่ดีที่สุด (Evaluation)
5. การนำไปปฏิบัติ (Implementation)

1. **การนำเข้าสู่ปัญหา** คือการดูขอบเขตของปัญหา และตั้งจุดมุ่งหมายเพื่อให้มั่นใจว่าตนเองมีความตั้งใจจริงในการแก้ปัญหา และเป็นการสำรวจปัญหาอย่างละเอียด เพื่อให้การทำงานง่ายขึ้น การสำรวจขอบเขตของปัญหาอย่างละเอียดอาจทำได้โดยการเขียนข้อความแล้วตอบปัญหา

2. **การเตรียมข้อมูล** ขั้นเตรียมข้อมูลเป็นเรื่องราวของการหาข้อเท็จจริง ในขณะที่ขั้นนำเข้าสู่ปัญหาเป็นการเตรียมด้านอารมณ์และความพร้อมในการเตรียมข้อมูล ในการเตรียมข้อมูลเราต้องสำรวจทุกสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงของปัญหาทั้งที่รู้และไม่รู้และต้องการจะรู้ จึงต้องรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาโดยพิจารณาว่าใคร ทำอะไรที่ไหน เมื่อไร และอย่างไร

3. **การคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัย** จากข้อมูลที่มี พยายามหาคำตอบที่เป็นไปได้ให้ได้มากที่สุด โดยการตั้งคำถามที่ต้องการคำตอบได้หลายแบบ เช่น มีทางใดบ้างที่เราสามารถจะแก้ปัญหานั้น ๆ ได้" แทนที่จะเป็นคำถามที่เฉพาะเจาะจงเอาคำตอบเดียว เช่น "วิธีใดที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหานี้" ในการหาคำตอบบุคคลอาจใช้วิธีระดมสมองด้วยตนเอง คือ แทนที่จะทำเป็นกลุ่ม เป็นการหาคำตอบคนเดียว บันทึกคำตอบต่าง ๆ ไว้โดยไม่ละเอียดเกินไป เริ่มต้นของวิธีระดมสมองที่วางระยะเวลาการตัดสินใจ พยายามหาคำตอบที่แปลก หาคำตอบให้ได้มากที่สุด และปรับปรุงเปลี่ยนแปลงความคิดเดิมให้ได้ความคิดใหม่ออกมา

4. การประเมินหาคำตอบที่ดีที่สุด เมื่อได้ความคิดที่หลากหลายพอสมควรแล้ว ต่อมาก็มาถึงขั้นเลือกสรรหาคำตอบที่ใช้ได้ดีที่สุด วิธีการคิดแบบอเนกนัยจะมีประโยชน์มากในขั้นนี้ ก่อนเลือกสรรควรเลือกดูคำตอบอีกทีว่า คำตอบใดสามารถนำมารวมในหัวข้อเดียวกันได้ และใส่หมายเลขลำดับคำตอบลงมา

5. การนำไปปฏิบัติ เป็นการนำสิ่งที่ได้ลงความคิดเห็นและได้ผ่านกระบวนการขั้นตอนมาแล้ว ไปใช้วางโครงร่างเพื่อนำไปปฏิบัติงานสร้างสรรค์ต่อไป

2.3 รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (Cooperative Learning Model)

2.3.1 หลักการและข้อตกลงเบื้องต้นของการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้

Robert E. Slavin, 1993. กล่าวว่าการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนใช้ความสามารถเฉพาะตัวและศักยภาพในตนเองร่วมมือกันแก้ปัญหาต่างๆ ให้บรรลุผลสำเร็จได้โดยที่สมาชิกในกลุ่มตระหนักรู้ว่าแต่ละคนเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม ดังนั้นความสำเร็จหรือความล้มเหลวของกลุ่มสมาชิกในกลุ่มต้องรับผิดชอบร่วมกัน สมาชิกจะมีการพูดคุยกันช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากเพื่อน และสิ่งที่เป็นผลพลอยได้จากการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้อีกประการหนึ่งคือ การที่นักเรียนรู้สึกถึงคุณค่าของตนเองเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะว่านักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งแต่ละคนจะมีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จของกลุ่ม และเมื่อประสบความสำเร็จในการทำงานหรือความเข้าใจกับเนื้อหาวิชาแล้ว จะเพิ่มความสนใจในการทำกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้นซึ่งจะเป็นผลให้นักเรียนรู้สึกถึงคุณค่าของตนเองในชั้นเรียน นอกจากนี้การสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้อย่างก่อให้เกิดบรรยากาศที่นักเรียนได้พูดคุยกัน เป็นการช่วยให้นักเรียนและเพื่อนเข้าใจปัญหาชัดเจนขึ้น แม้บางครั้งจะไม่สามารถหาคำตอบได้ แต่ระดับการติดตามปัญหาจะสูงกว่าการที่ครูเป็นผู้กำหนดให้ผู้เรียนทำคนเดียว และการที่นักเรียนสามารถอธิบายให้เพื่อนฟังได้ก็จะเป็นการยกระดับความเข้าใจให้สูงขึ้นถึงระดับการถ่ายทอดความคิด การเรียบเรียงถ้อยคำอธิบายออกมาจะช่วยปรับความเข้าใจให้ชัดเจนแน่นอนยิ่งขึ้น บทบาทครูจะเปลี่ยนไปจากผู้ถ่ายทอดความรู้ในชั้นเรียนคนเดียวไปเป็นผู้จัดสภาพแวดล้อมวิธีดำเนินการที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนสามารถค้นหาความรู้ที่ได้จากการร่วมมือกันเรียนรู้ ซึ่งเกิดจากการกระทำของตนเองและจากเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

2.3.2 เป้าหมายและผลผลิตของการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้

การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมที่เห็นความสำคัญต่อการพัฒนาทัศนคติ และค่านิยมในตัวนักเรียนที่จำเป็นทั้งในและนอกห้องเรียน การจำลองรูปแบบพฤติกรรมทางสังคมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน การเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแนวความคิดที่หลากหลายระหว่างสมาชิกในกลุ่ม การพัฒนาพฤติกรรมการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการคิดอย่างมีเหตุผล รวมทั้งการพัฒนาทักษะของผู้เรียนโดยสรุปใน 3 ประการดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน (Cognitive Knowledge)
2. ทักษะทางสังคมโดยเฉพาะทักษะการทำงานร่วมกัน (Social skill)
3. การรู้จักตนเองและตระหนักในคุณค่าของตนเอง (Self-Esteem)

Bruch Joyce and Marsha Wiel (อ้างถึงใน สุลัดดา ลอยฟ้า, 2537) ได้

กล่าวว่าเทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้เป็นเทคนิคที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านสติปัญญา และด้านสังคม ทั้งนี้เพราะมนุษย์อยู่ร่วมกันในสังคมควรมีความสัมพันธ์อันดีระหว่างตนเองกับบุคคลอื่น ซึ่งสามารถพัฒนาได้โดยใช้เทคนิคร่วมมือกันเรียนรู้ นอกจากนี้เทคนิคร่วมมือกันเรียนรู้ยังช่วยพัฒนาผู้เรียนทางด้านสติปัญญาให้เกิดการเรียนรู้จนบรรลุถึงขีดความสามารถสูงสุดโดยมีเพื่อนในวัยเดียวกันย่อมมีการใช้ภาษาสื่อสารที่เข้าใจง่ายกว่าครูผู้สอน การร่วมมือกันเรียนรู้มีหลักที่ผู้สอนต้องคำนึงถึงอยู่ 3 ประการดังนี้คือ

1. รางวัลหรือเป้าหมายของกลุ่ม (Team Reward/Team Goal)

ในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนต้องตั้งเป้าหมายหรือรางวัลไว้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความพยายามในการเรียนรู้อย่างมากขึ้น และพยายามปรับพฤติกรรมของตนเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม รางวัลที่กำหนดอาจเป็นสิ่งของ ประกาศนียบัตร คำชมเชยการเชิดชูเกียรติ ซึ่งรางวัลต่าง ๆ ที่ผู้สอนกำหนดจะต้องมีความหมายกับนักเรียนเป็นอย่างมาก จึงจะสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความพยายามที่จะไปให้ถึงเป้าหมายนั้น

2. ความหมายของแต่ละบุคคลในกลุ่ม (Individual Accountabilities)

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนถึงแม้จะอยู่ในรูปของกลุ่ม แต่จะต้องมีขั้นตอนที่สามารถบอกถึงความสามารถของสมาชิกแต่ละคนได้ว่า มีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนนั้นในการเรียนแต่ละครั้ง ต้องมั่นใจว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าใจเนื้อหาที่เรียน สามารถอธิบายในสิ่งที่ตนเข้าใจได้อย่างถูกต้อง เป้าหมายของกลุ่มจะประสบผลสำเร็จได้ต้องขึ้นอยู่กับความสามารถของทุกคนในกลุ่ม

3. สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมีโอกาสที่จะช่วยให้กลุ่มประสบผลสำเร็จได้เท่าเทียมกัน

(Equal Apportunities for Success) สมาชิกในกลุ่มทุกคนในกลุ่มจะมีส่วนช่วยเหลือกลุ่มของตนเองให้ผ่านกิจกรรมไปได้เท่าเทียมกัน ทั้งคนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

2.3.3 รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบต่างๆ (Cooperative Learning)

Robert E. Slavin และคณะ 1990. (อ้างถึงใน สุลัดดา ลอยฟ้า, 2537) ได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ในทุกรูปแบบจะยึดหลักการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ 3 ประการด้วยกันคือ รางวัลและเป้าหมายของกลุ่ม ความหมายและความสำคัญของแต่ละบุคคล และโอกาสในการช่วยให้กลุ่มประสบผลสำเร็จเท่าเทียมกัน จากงานวิจัยพบว่ารางวัลของกลุ่มและความหมายของแต่ละบุคคลในกลุ่ม เป็นลักษณะที่จำเป็นและสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ในหลักการของ Slavin รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. Student Team-Achivement Division (STAD)

เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถดัดแปลงใช้ได้เกือบทุกวิชา และทุกระดับชั้น เนื่องในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของการเรียนและทักษะทางสังคมเป็นสำคัญ

2. Team-Games Tournament (TGT)

เป็นรูปแบบการสอนที่สอนคล้ายกับ (STAD) แต่เป็นการมุ่งเน้นในการเรียนเพิ่มขึ้น โดยการใช้การแข่งขันเกมแทนการทดสอบย่อย

3. Team Assisted Individualization (TAI)

เป็นรูปแบบการสอนที่ผสมผสานแนวความคิดระหว่างการร่วมมือกันเรียนรู้กับการสอนรายบุคคล (Individualized Instruction) รูปแบบของ TAI จะเป็นการประยุกต์ใช้กับการสอนคณิตศาสตร์

4. Cooperative Integrated Reading And Composition (CIRC)

เป็นรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสานที่มุ่งพัฒนาขึ้นเพื่อสอนการอ่านและการเขียนสำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายโดยเฉพาะ

5. JIGSAW II โดย Elliot-Aronson และคณะ, 1978. (อ้างถึงใน สุลัดดา ลอยฟ้า, 2537) เป็นผู้คิดค้น ต่อมาภายหลัง Slavin จึงได้นำแนวคิดดังกล่าวมาปรับขยายเพื่อให้มีความเหมาะสมกับวิชาที่เกี่ยวข้องกับการบรรยาย เช่น สังคมศึกษา วรรณคดี บางส่วนของวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิชาอื่น ๆ ที่เน้นพัฒนาความรู้ความเข้าใจมากกว่าวิชาหมวดทักษะ

จากรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ตามแนวคิดของ Robert E. Slavin ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายที่สุดตามรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ แบบ STAD, TGT, TAI, CIRC, และ JIGSAW II ซึ่งในที่นี้จะเสนอรายละเอียดของรูปแบบการสอน STAD, TGT, TAI, และ CIRC ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. Student Team Achievement Division (STAD)

STAD เป็นรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ที่ Robert E. Slavin และคณะ ได้พัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุด และใช้กันแพร่หลายที่สุด เหมาะสำหรับครูผู้สอนที่เลือกใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ

- 1.1 การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation)
- 1.2 การเรียนกลุ่มย่อย (Team study)
- 1.3 การทดสอบย่อย (Test)
- 1.4 คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละคน (Individual Improvement Scores)
- 1.5 ทีมที่ได้รับการยกย่อง (Team Recognition)

1.1 การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น

ในขั้นแรกจะเป็นการสอนเนื้อหาของบทเรียนต่อทั้งชั้น โดยครูจะเลือกเทคนิคและวิธีสอนที่เหมาะสมโดยใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบการสอนเหมือนกับการสอนปกติของครู แต่จะแตกต่างกันเฉพาะการเสนอบทเรียนตามวิธีของ STAD ขึ้นนี้จะต้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องทำเป็นกลุ่มในขั้นตอนต่อไป ผู้เรียนจะต้องสนใจและตั้งใจเรียนในขณะที่ครูเสนอเนื้อหาต่อเขา ในการทำแบบทดสอบย่อย และผลการสอบจะเป็นตัวกำหนดคะแนนของกลุ่มด้วย

1.2 การเรียนกลุ่มย่อย

กลุ่มจะประกอบไปด้วยสมาชิก จำนวน 4-5 คน โดยสมาชิกของกลุ่มจะคละตามความสามารถและเพศ ดังนั้นกลุ่มหนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วยนักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน กิจกรรมกลุ่มจะอยู่ในรูปการอภิปราย การแก้ปัญหาร่วมกัน การเปรียบเทียบคำตอบ และเน้นการแก้ความเข้าใจผิดของเพื่อนร่วมทีม กลุ่มเป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดสมาชิกทุกคนต้องทำให้ดีที่สุด เพื่อกลุ่มของตน กลุ่มจะต้องติวและสอนเพื่อนร่วมกลุ่มให้เข้าใจในเนื้อหาที่จะเรียน การทำงานกลุ่มจะเน้นความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่ม การนับถือตนเอง (Self-Esteem) และการยอมรับเพื่อนนักเรียนที่อ่อน สิ่งที่ควรคำนึงในการทำงานกลุ่มมีดังนี้

- นักเรียนต้องช่วยเหลือเพื่อนในทีมให้ได้เรียนรู้เนื้อหาที่เรียนอย่างถ่องแท้
- ไม่มีใครจะเรียนหรือศึกษาเนื้อหาจบเพียงคนเดียวโดยที่เพื่อนในกลุ่มยังไม่เข้าใจเนื้อหา
- ถ้ายังไม่เข้าใจให้ปรึกษาเพื่อนในกลุ่มก่อนจึงปรึกษาครู

1.3 การทดสอบย่อย (Test)

หลังจากปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย คือ ศึกษาเนื้อหาจากใบตรงานและใบตรกิจกรรม และร่วมกันแก้ปัญหาต่าง ๆ ไปได้ประมาณ 1-2 คาบ จะมีการทดสอบย่อยให้ผู้เรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ในระหว่างทำการทดสอบนักเรียนในกลุ่มไม่อนุญาตให้ช่วยเหลือกัน

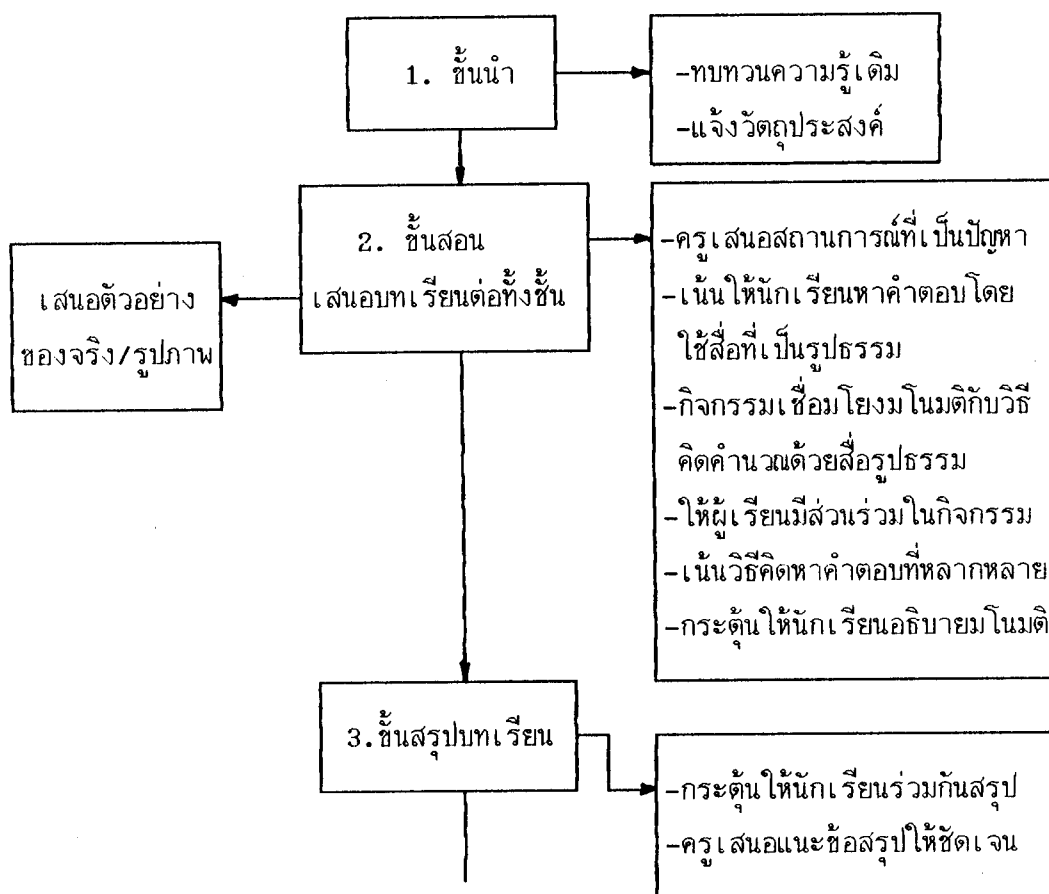
1.4 คะแนนความก้าวหน้าของสมาชิกแต่ละคน (Individual Improvement Scores)

คะแนนความก้าวหน้า คือ คะแนนที่ได้จากการเปรียบเทียบคะแนนจากผลการทดสอบย่อยกับคะแนนฐานเพื่อให้นักเรียนมีเป้าหมายในการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับผลการเรียน ที่ต้องทำให้ได้ตามเป้าหมาย นักเรียนจะต้องทำคะแนนในแต่ละเนื้อหาให้ได้มากกว่าคะแนนฐานที่ผ่านมา เพื่อช่วยกลุ่มให้ประสบผลสำเร็จ

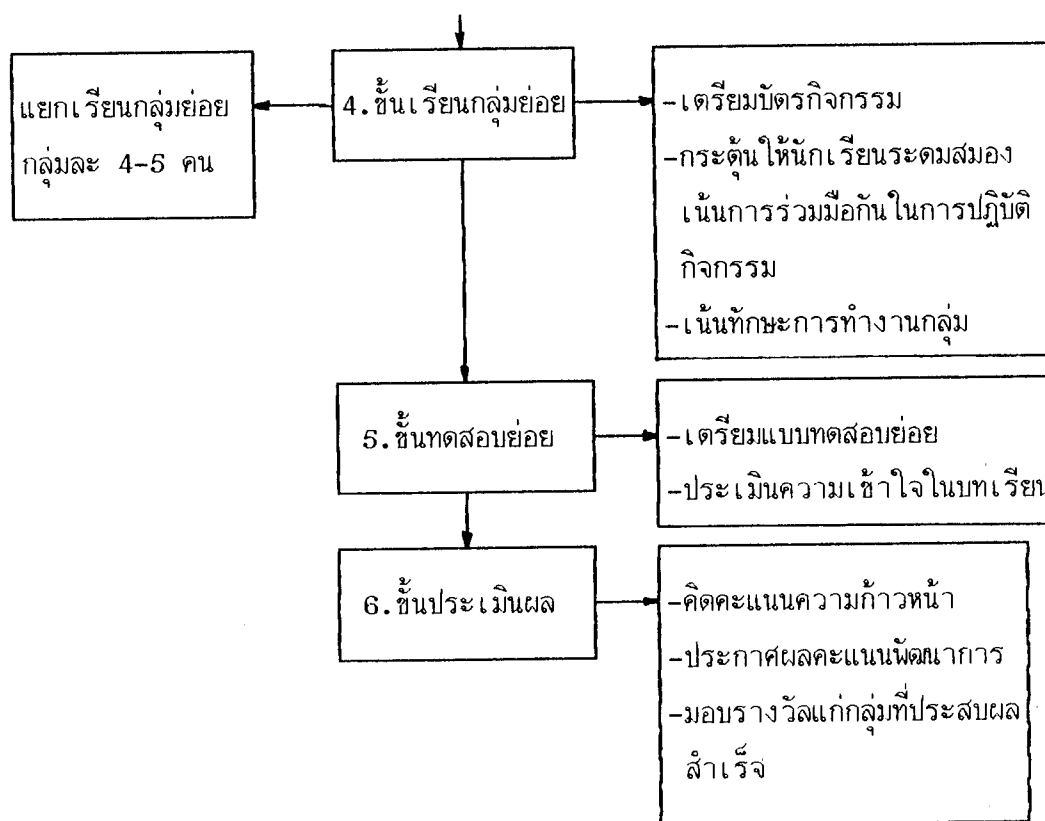
1.5 กลุ่มที่ได้รับการยกย่อง (Team Recognition)

แต่ละกลุ่มจะได้รับรางวัลต่างๆ เมื่อคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยของกลุ่มได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามรูปแบบการร่วมมือกันเรียนรู้แบบ STAD ดังต่อไปนี้



รูปที่ 8 สรุปรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ตามแบบ STAD



รูปที่ 8 สรุปรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ตามแบบ STAD (ต่อ)

2. Team-Games-Tournament (TGT)

สุจิตดา ลอยฟ้า (2537) กล่าวว่า การสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบ TGT มีลักษณะใกล้เคียงกับ STAD แต่จะไม่มีการทดสอบทุกสัปดาห์ จะใช้วิธีการเล่นเกมการแข่งขันตอบปัญหาแทน TGT ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ประการคือ

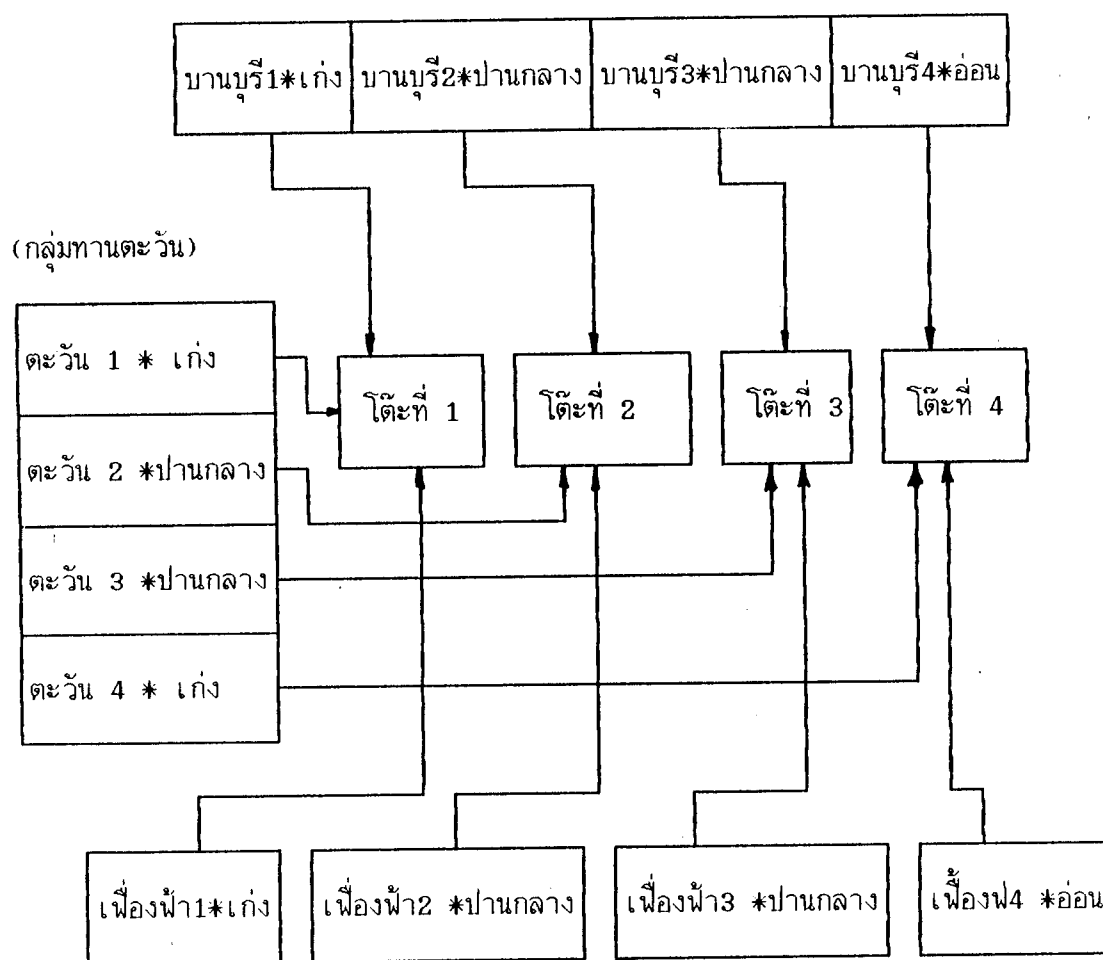
- 2.1 การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation)
- 2.2 การเรียนกลุ่มย่อย (Team Study)
- 2.3 การเล่นเกมการแข่งขัน (Games Academic Tournament)
- 2.4 การยกย่องทีมที่ประสบผลสำเร็จ (Team Reward)

2.1 การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation) มีลักษณะเหมือนกับ STAD ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของบทเรียนก่อนเริ่มเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการระดมความคิด อภิปราย หรือเสนอแนะโดยตรงจากครูเพื่อให้นักเรียนจะได้รู้ว่าเรื่องที่กำลังเรียนคืออะไร สำคัญอย่างไร น่าสนใจอย่างไร เพราะจะมีผลต่อการเรียน และการทำงานที่ครูกำหนดไว้ในกลุ่มย่อย นอกจากนี้ในชั้นเสนอเนื้อหาหรือพัฒนาความคิดและหลักการ ครูควรเสนอตัวอย่างที่น่าสนใจ ชัดเจน และสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน

2.2 การเรียนกลุ่มย่อย (Team Study) มีวิธีการเหมือนกับ STAD ผู้สอนควรกระตุ้นสมาชิกในกลุ่มให้ตระหนักถึงความสำเร็จของกลุ่ม เมื่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มส่งเสริมและสนับสนุนซึ่งกันและกัน

2.3 การเล่นเกมการแข่งขัน (Games Academic Tournament) เกมที่ใช้จะประกอบไปด้วยการแข่งขันการตอบปัญหา จะมีการจัดโต๊ะสำหรับแข่งขัน 4 โต๊ะซึ่งจัดไว้สำหรับผู้เข้าแข่งขันกลุ่มต่าง ๆ ที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน คือ นักเรียนเก่งแข่งขันกัน นักเรียนปานกลางแข่งขันกัน และนักเรียนอ่อนแข่งขันกัน การแข่งขันจะใช้คำถามแข่งขันกัน การแข่งขันจะใช้คำถามชนิดเดียวกัน ผู้เรียนจะหยิบบัตรที่มีหมายเลขต่าง ๆ ซึ่งในบัตรจะมีคำถามอยู่ ผู้แข่งขันจะต้องตอบคำถามในบัตรของตนให้ได้ก่อนคนอื่น ทั้งนี้เพราะถ้าตอบไม่ได้ผู้อื่นก็มีโอกาสตอบได้เช่นกัน เพราะกติกาที่กำหนดไว้ว่าผู้เล่นต้องเปิดโอกาสให้ผู้แข่งขันคนอื่น ๆ ตอบคำถามของตนได้เมื่อตนเองตอบไม่ได้ ดังแผนภูมิต่อไปนี้

(กลุ่มบ้านบุรี)



รูปที่ 9 แสดงรูปแบบของการส่ง ตัวแทนเข้าแข่งขันเกมทางวิชาการ

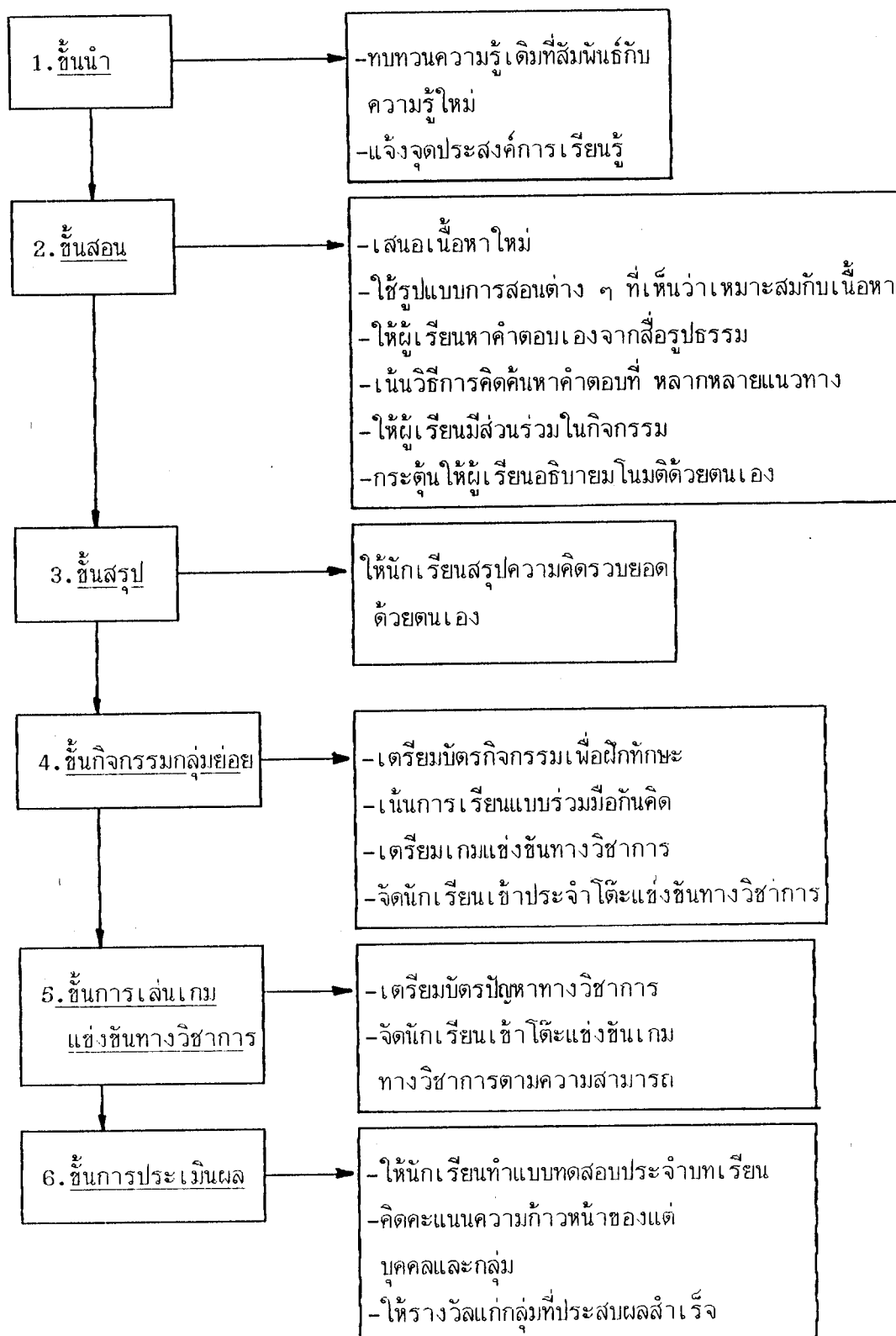
2.4 การยกย่องทีมที่ประสบผลสำเร็จ (Team Reward) ทีมที่คะแนนรวมถึงเกณฑ์ที่กำหนด จะได้รับรางวัลหรือได้รับการยกย่อง ซึ่งเกณฑ์ที่กำหนดจะใช้เกณฑ์เดียวกันกับ STAD

ตารางที่ 1 ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนของทีมและการคำนวณคะแนนของทีม

ชื่อทีม.....

ทีม \ นักเรียน	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	หมายเหตุ
สุกัญญา	60	20	20	40	
วรรณภา	40	40	20	80	
เบญจวรรณ	50	20	40	60	
นราทิพย์	60	60	20	20	
คะแนนรวม	210	140	100	180	
คะแนนเฉลี่ย	52	35	35	45	
รางวัลของทีม	ยอดเยี่ยม	เก่ง	เก่ง	เก่งมาก	

สรุปการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ตามขั้นตอนการสอนแบบ TGT ดังตารางต่อไปนี้



รูปที่ 10 สรุปการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบ TGT

3. Team Asisted Individualization (TAI)

สัลลิตา ลอยฟ้า (2537) ได้กล่าวถึง TAI ไว้ว่าเป็นรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ในลักษณะของการผนวกแนวคิดของการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้กับการสอนรายบุคคล (Individualization Instruction) โดยมุ่งตอบสนองต่อลักษณะและความต้องการที่แตกต่างกันของผู้เรียนโดยใช้หลักการของการร่วมมือกันเรียนรู้ มาใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนรายบุคคล การนำ TAI ไปใช้มีเกณฑ์ที่ต้องยึดถือ ดังนี้

1. ครูจะเป็นเพียงผู้คอยเสนอแนะให้ผู้เรียนรู้จักหน้าที่ในการจัดการและตรวจผลงาน
2. ครูควรใช้เวลาอย่างน้อยครึ่งหนึ่งในการสอนกลุ่มเล็กในแต่ละบทเรียน
3. การจัดระบบการเรียนการสอนและการตรวจผลงานจะต้องง่ายไม่ซับซ้อน เพื่อที่จะให้นักเรียนสามารถดำเนินการแทนครูได้
4. เอกสารประกอบหน่วยการเรียนรู้จะต้องอยู่ในลักษณะที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ให้อยากเรียนและศึกษาด้วยตนเองอย่างถูกต้องและรวดเร็ว
5. ควรตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนก่อนเริ่มเรียน เพื่อไม่ให้นักเรียนเสียเวลาเรียนในเนื้อหาที่ตนรู้แล้ว หรือเพื่อป้องกันปัญหาที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในเนื้อหาที่ยากเกินไปที่จะศึกษาด้วยตนเองได้ การตรวจตราความรู้ความเข้าใจของนักเรียนจะทำให้ครูขยายระดับความสามารถของนักเรียน และสามารถจัดบทเรียนที่เหมาะสมได้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล
6. นักเรียนต้องตรวจผลงานของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มได้ทุกคน และระบบตรวจผลงานจะต้องง่ายไม่ซับซ้อน และไม่เป็นปัญหาต่อผู้ตรวจ
7. ระบบการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ TAI จะต้องง่ายทั้งสำหรับครูและนักเรียน ไม่สิ้นเปลือง ยึดหยุ่นได้รวมทั้งไม่จำเป็นต้องมีครูช่วย
8. รูปแบบการสอนจะต้องสร้างเงื่อนไขเพื่อพัฒนาทัศนคติทางบวกของนักเรียนต่อเพื่อนนักเรียน โดยจัดให้มีการร่วมมือกันในการทำงานกลุ่มย่อย พึ่งพากันในเชิงวิชาการและยอมรับคุณค่าซึ่งกันและกัน

TAI ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อสอนในระดับ 3-6 และในปัจจุบัน TAI ก็ได้ประยุกต์ใช้ในการสอนระดับอุดมศึกษาแล้ว TAI มีองค์ประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. การจัดกลุ่มย่อย กลุ่มย่อยหนึ่ง ๆ ในการจัดกิจกรรม TAI จะประกอบไปด้วยนักเรียน 4-5 คน ที่ละความสามารถและเพศ การจัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อยมีวิธีการ เช่นเดียวกับ STAD และ TGT

2 การทดสอบเพื่อจัดอันดับ กล่าวคือนักเรียนจะต้องได้รับการทดสอบความรู้ความเข้าใจก่อนที่จะเริ่มเรียนเนื้อหา (pretest) นักเรียนจะต้องได้รับการทดสอบความรู้ความเข้าใจตามความสามารถ คะแนนที่ได้จากการทดสอบนี้จะนำไปใช้จำแนกนักเรียน กลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน และคะแนนที่ได้จากการสอบนี้ก็ยังสามารถใช้เป็นคะแนนพื้นฐาน (Base-Score) ได้ด้วย

3. เอกสารประกอบหน่วยการเรียนรู้ หลังจากได้เรียนรู้โน้ตจากครูในการสอนกลุ่มเล็กแล้ว นักเรียนจะต้องศึกษาด้วยตนเองอีกครั้ง จากเอกสารประกอบหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งได้จัดทำให้สำหรับนักเรียนเป็นรายบุคคลซึ่งแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะประกอบไปด้วย เอกสารต่างๆ ดังนี้

3.1 บัตรเนื้อหา บัตรเนื้อหาจะประกอบไปด้วยเนื้อหาโดยสรุปของหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งเนื้อหาดังกล่าวครูได้ทำการสอนแล้วในชั้นการสอนกลุ่มเล็ก การระบุทักษะที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้และฝึกฝน รวมทั้งบอกขั้นตอน หรือเทคนิคที่สำคัญในการแก้ปัญหา

3.2 บัตรกิจกรรม ชุดของบัตรกิจกรรมจะประกอบไปด้วยบัตรกิจกรรม เพื่อฝึกทักษะย่อย หรือโน้ตย่อยต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาทักษะหรือโน้ตหลักที่ระบุไว้ในเนื้อหา โดยปกติหนึ่งบัตรจะฝึกทักษะหรือโน้ตย่อยเพียงอย่างเดียว ในแต่ละบัตรกิจกรรมจะประกอบด้วยคำถามหรือปัญหาที่จะให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาประมาณ 16 ปัญหา โดยแบ่งออกเป็นชุด ชุดละประมาณ 4 ปัญหา แต่ละชุดจะขนานกัน

3.3 แบบทดสอบย่อย (Formative Test) ประกอบด้วยแบบทดสอบที่ประเมินความรู้ความสามารถในโน้ตหรือทักษะที่ใช้ในหน่วยการเรียนรู้ โดยปกติแบบทดสอบจะมี 2 ชุด คือ ฟอรัม A และ ฟอรัม B เป็นแบบทดสอบที่คู่ขนานกัน แต่ละชุดจะมีข้อคำถามประมาณ 10 ข้อ

3.4 แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยคำถามประมาณ 15 ข้อ

3.5 บัตรเฉลย ประกอบด้วย บัตรเฉลยคำตอบของบัตรกิจกรรม และบัตรแบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ชุด และบัตรเฉลยของแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้

4. การสอนกลุ่มเล็ก ทุกชั่วโมงครูจะสอนบทเรียนของแต่ละหน่วยแก่นักเรียนในกลุ่มให้เข้าใจโน้ตและความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน ในขณะที่ครูสอนกลุ่มเล็กที่เรียนหน่วยเดียวกันอยู่นั้น นักเรียนที่เหลือก็จะทำงานหรือศึกษาเอกสารประกอบหน่วยการเรียนรู้ของตนไป

5. การเรียนในกลุ่มเล็ก หลังจากได้เรียนจากครูแล้ว นักเรียนแต่ละคนจะเรียนจากเอกสารประกอบหน่วยการเรียนรู้ของบัตรงานในกลุ่มของตน ดังนี้

5.1 จับคู่กันหรือจับกลุ่ม 3 คน เพื่อตรวจผลงานให้กันและกัน

5.2 การศึกษาเอกสารประกอบหน่วยการเรียนรู้ของนักเรียน ถ้าไม่เข้าใจอาจปรึกษาเพื่อนในกลุ่มได้

5.3 เมื่อศึกษาบัตรเนื้อหาแล้ว นักเรียนจะต้องทำงานตามบัตรกิจกรรม โดยทำที่ละชุด ทำชุด 4 คำถามแรกก่อน แล้วให้เพื่อนตรวจให้ ถ้าทำถูกก็จะได้ทำชุดคำถามที่ยากขึ้นต่อไป ถ้ายังไม่ถูกให้ศึกษาบัตรเนื้อหาใหม่ แล้วทำชุดคำถามนั้นอีกครั้ง เมื่อผ่านแล้วก็ทำชุดอื่นๆ จนครบ

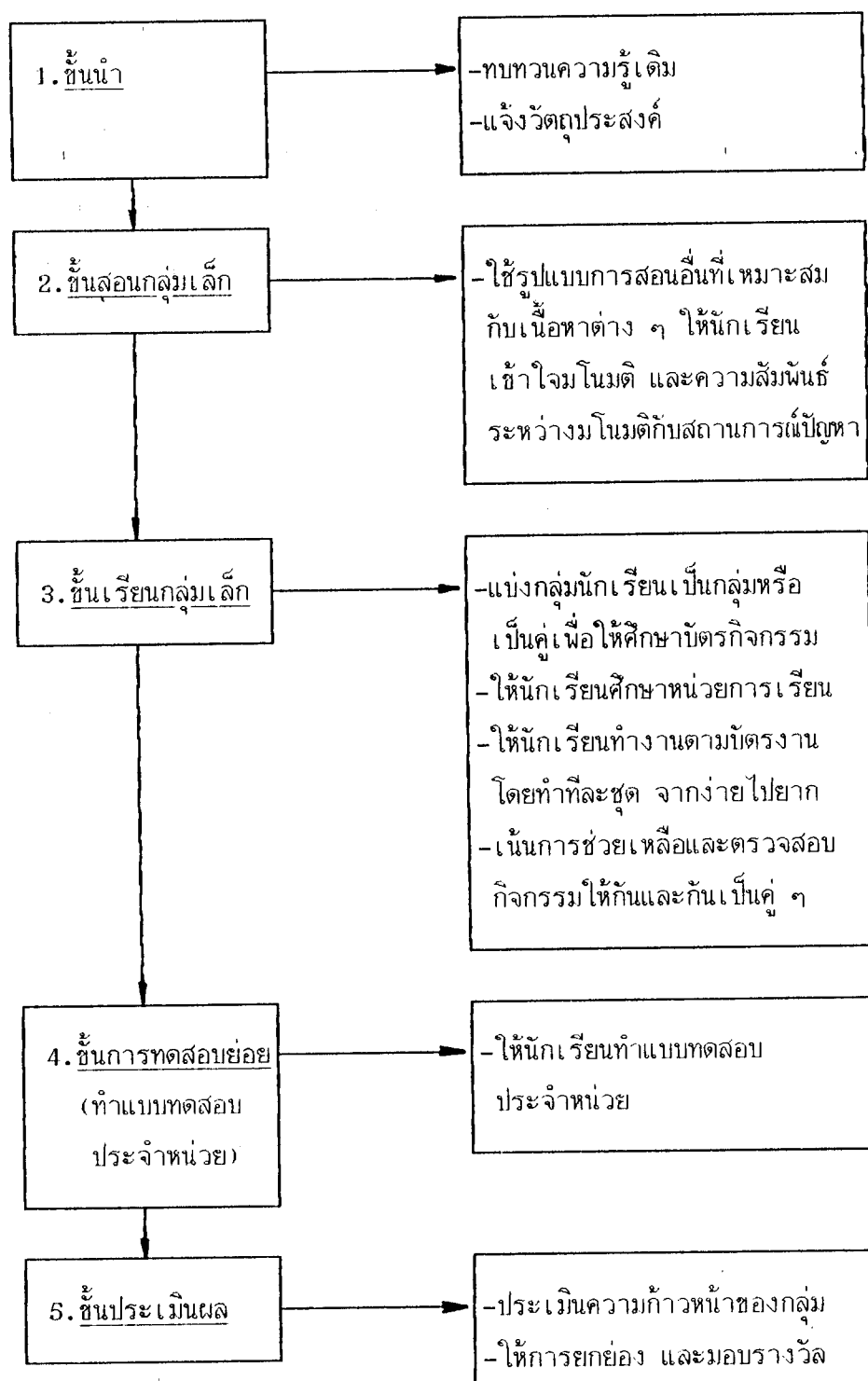
5.4 เมื่อทำงานตามบัตรกิจกรรมจบแล้ว นักเรียนจะต้องทำการทดสอบย่อยฟอร์ม A ซึ่งมีคำถามทั้งหมด 10 ข้อ หากนักเรียนตอบถูก 8 ใน 10 ข้อจะได้ทำการทดสอบประจำหน่วยได้ หากนักเรียนทำถูกต่ำกว่า 8 ข้อ ครูจะเรียกพบเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาของนักเรียน แล้วให้ทำแบบทดสอบซ้ำฟอร์ม B

5.5 เมื่อนักเรียนสอบผ่านฟอร์ม A หรือ B แล้ว นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบประจำหน่วยได้ ถ้าทำถูก 12 ใน 15 ข้อจะได้เรียนในหน่วยต่อไป และถ้าได้ต่ำกว่า 12 ข้อ ครูจะต้องทำการสอนเสริม

6. คะแนนของทีมและทีมได้รับการยกย่อง การคิดคะแนนของทีมกระทำทุกสัปดาห์ คิดคำนวณจากจำนวนหน่วยการเรียนรู้ที่เรียนได้ของสมาชิกในกลุ่ม และคะแนนโดยเฉลี่ยที่สมาชิกทำได้จากแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ ครูและนักเรียนจะช่วยกันกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาว่าทีมใดจะได้รับการยกย่องว่าเป็นทีมยอดเยี่ยม ทีมเก่งมาก และทีมเก่ง

7. การสอนทั้งชั้น ประมาณทุก 3 สัปดาห์ ครูจะหยุดโปรแกรมการสอนรายบุคคล มาสอนรวมกันทั้งชั้น ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ โดยจะสอนเทคนิคและทักษะการแก้ปัญหาที่จำเป็นที่สามารถเรียนร่วมกันได้ทั้งชั้น

สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามรูปแบบการสอนแบบ TAI พอสรุปได้ดังนี้



รูปที่ 11 สรุปการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบ TAI

4. Cooperative Integrated Reading and Composition (CIRC)

สุลัดดา ลอยฟ้า (2537) กล่าวถึง CIRC ว่าเป็นรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ที่ออกแบบเพื่อพัฒนาการอ่าน เขียนและการใช้ภาษาในระดับประถมศึกษา เพื่อมุ่งพัฒนาผลการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น โดยอาศัยหลักการเกี่ยวกับรางวัลหรือเป้าหมายของกลุ่ม และคำนึงถึงกลุ่มเล็กที่มีความหมายใกล้เคียงกันขณะเดียวกันก็ให้ความสำคัญของการทำงานเป็นกลุ่มที่สมาชิกมีความแตกต่างกัน ในแง่ของความสามารถและลักษณะอื่น ๆ

4.1 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบ CIRC

CIRC ประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ประการด้วยกันคือ กิจกรรมพื้นฐาน กิจกรรมการสอนจับใจความโดยตรง และกิจกรรมผสมผสานระหว่างการเขียนและการใช้ภาษาในแต่ละกิจกรรมเหล่านี้ นักเรียนจะเรียนและทำงานในกลุ่มย่อยของตน ในกิจกรรมจะมีลำดับขั้นตอนของการทำกิจกรรม คือ เริ่มจากครูเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น ฝึกทักษะในกลุ่มย่อยและฝึกทักษะรายบุคคล ลักษณะที่สำคัญของ CIRC มีดังนี้คือ

4.1.1 กลุ่มการอ่าน นักเรียนจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยตามระดับความสามารถในการอ่านประมาณ 2-3 กลุ่ม

4.1.2 การจัดกลุ่มย่อย ในแต่ละกลุ่มการอ่าน นักเรียนจะจับคู่กันจากนั้นแต่ละคู่จะถูกกำหนดให้เข้ากลุ่มย่อย กล่าวคือ สมาชิกในกลุ่มย่อยจะประกอบด้วยสมาชิกจากกลุ่มอ่านกลุ่มละ 2 คน (ถ้ากลุ่มการอ่านมี 3 กลุ่ม กลุ่มย่อยจะมีสมาชิก 6 คน) กิจกรรมส่วนใหญ่ที่ทำในกลุ่มย่อยมักจะถูกกำหนดให้เป็นคู่ๆ ในขณะเดียวกันจะมี 1 คู่ที่กำลังเรียนการอ่านจากครูในกลุ่มการอ่านของตน เวลาส่วนมาก นักเรียนจะเรียนกลุ่มย่อยกับคู่ของตน ในขณะที่ครูสอนในกลุ่มอ่านหรืออาจกำลังให้คำแนะนำแก่นักเรียนคนอื่นเป็นรายบุคคล คะแนนของทีมจะกำหนดจากคะแนนการทดสอบย่อยทุกครั้ง คะแนนจากงานเขียนซึ่งเป็นผลงานของกลุ่ม และคะแนนจากรายงานการอ่านหนังสือ คะแนนเหล่านี้จะนำมาคิดคำนวณเป็นคะแนนของทีม ทีมที่ได้คะแนน 95% ในทุกกิจกรรมที่กำหนดให้จะถูกพิจารณาว่าเป็นทีม "ยอดเยี่ยม" 90% เป็นทีมเก่งมาก และ 85% "เป็นทีมเก่ง" และจะได้รางวัลตามที่กำหนดไว้ก่อนเริ่มเรียน

4.1.3 กิจกรรมพื้นฐาน ครูจะกำหนดเรื่องหรือหนังสือ ให้นักเรียนในกลุ่มอ่านแต่ละกลุ่มอภิปรายตามความสามารถของแต่ละกลุ่ม ทุกๆวัน วันละ 20 นาที ในการสอนครูจะกำหนดวัตถุประสงค์ของการอ่านแนะนำคำศัพท์ใหม่ ทบทวนคำศัพท์เดิม อภิปรายเกี่ยวกับเรื่องที่อ่าน กิจกรรมแต่ละขั้นตอนปฏิบัติดังนี้ แนะนำคำศัพท์ใหม่ สำนัดความหมายของคำ นักเรียนอ่านออกเสียงคำศัพท์หลาย ๆ ครั้งจนคล่อง อภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาที่อ่าน เน้นทักษะการทำนาย

หรือคาดการณ์ล่วงหน้า รวมทั้งระบุปัญหาในเรื่อง จากนั้นรับชุดเอกสารรายบุคคลทำกิจกรรมต่าง ๆ ในกลุ่มย่อยของตน เช่น

1 กิจกรรมการอ่านกับเพื่อนคู่ทีม (Partner Reading) โดยอ่านเรื่องที่กำหนดให้ ในใจจากนั้นผลิตเปลี่ยนการอ่านออกเสียงกับเพื่อนคู่ทีม ย่อหน้าต่อย่อหน้า คนที่ฟังจะคอยแก้ไข เมื่ออ่านผิดพลาด ครูคอยตรวจสอบโดยเดินไปมารอบ ๆ และฟังการอ่านของนักเรียน

2 กิจกรรมการฝึกไวยากรณ์ในเรื่องที่อ่านและการเขียนสัมพันธ์กันนักเรียนจะต้องตอบคำถามที่เตรียมไว้ในชุดประกอบการสอนที่ถามเกี่ยวกับไวยากรณ์ที่ปรากฏในเรื่องที่อ่าน เมื่อนักเรียนอ่านเรื่อง ได้ครึ่งหนึ่งจะถูกสั่งให้หยุด แล้วให้ระบุตัวละครในเรื่อง สถานที่และสิ่งแวดล้อม ปัญหาที่เกิดขึ้นในเรื่อง รวมถึงการทำนายว่าปัญหาจะเกิดขึ้นอีกอย่างไร สุดท้ายจะเป็นคำถามเกี่ยวกับเรื่องทั้งหมด และให้นักเรียนเขียนเรื่องเกี่ยวกับเรื่องที่อ่านประมาณ 2-3 ย่อหน้า อาจเขียนเรื่องคล้ายกัน แต่ตอนจบแตกต่างกันไป เป็นต้น

3 กิจกรรมการอ่านออกเสียงคำศัพท์ คำศัพท์ใหม่หรือคำศัพท์ที่ยากในเรื่องจะถูกกำหนดไว้ให้นักเรียนจะต้องอ่านออกเสียงคำศัพท์เหล่านั้นให้ถูกต้องและรวดเร็ว โดยให้นักเรียนฝึกอ่านออกเสียงกับเพื่อนคู่ทีม โดยผลัดกันอ่านออกเสียงจนกระทั่งอ่านได้ คล่องแคล่ว รวดเร็วและถูกต้อง

4 กิจกรรมความเข้าใจความหมายของคำศัพท์ จากคำศัพท์ใหม่ทั้งหมดในเรื่องที่อ่าน นักเรียนจะต้องหาความหมายจากพจนานุกรม และแต่งประโยคโดยใช้คำศัพท์ดังกล่าว

5 กิจกรรมเล่าเรื่องหลังจากอ่านเรื่องในกลุ่มการอ่านของตนแล้วในกลุ่มย่อยนักเรียนจะต้องกลับมาเล่าเรื่องย่อ ที่ตนได้อ่านให้เพื่อนคู่ทีมของตนฟังในกลุ่มย่อย

6 กิจกรรมการสะกดคำ ในกลุ่มย่อยนักเรียนจะทดสอบเพื่อนคู่ทีมของตนเกี่ยวกับการสะกดคำ โดยให้เขียนรายชื่อคำศัพท์ที่ยังสะกดไม่ได้ไว้ ทดสอบงานกระทั่งไม่มีรายชื่อคำที่สะกดไม่ได้เลย

4.1.4 การตรวจสอบของเพื่อนคู่ทีม (Partner Checking) หลังจากให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบแล้ว นักเรียนจะต้องให้เพื่อนคู่ทีมเซ็นชื่อกำกับไว้ในแต่ละกิจกรรมเพื่อแสดงว่าตนเองได้ทำกิจกรรมดังกล่าวครบถ้วน และบรรลุตามเกณฑ์หรือวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้แล้วในแต่ละวัน จำนวนกิจกรรมที่นักเรียนทำเสร็จครบถ้วนจะถูกระบุไว้แต่อย่างไอก็ตามนักเรียนสามารถทำกิจกรรมตามความสามารถของตนเอง อาจทำกิจกรรมเสร็จก่อนกำหนดไว้โดยใช้เวลาที่เหลือ อ่านหนังสือตามความสนใจ

4.1.5 การทดสอบย่อย (Test) หลังจากเรียนไปได้ 3 คาบ นักเรียนจะต้องทำการทดสอบย่อยเกี่ยวกับเรื่องที่อ่าน โดยให้สร้างประโยคด้วยคำศัพท์ที่กำหนดให้ และอ่านออกเสียงคำศัพท์ เพื่อนในกลุ่มไม่อนุญาตให้ช่วยเหลือกันได้ คะแนนการประเมินผลจากการเขียนเรื่องที่สัมพันธ์กันจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อคะแนนของทีมในแต่ละสัปดาห์

4.1.6 การสอนอ่านจับใจความโดยตรง ในแต่ละสัปดาห์ครูจะใช้เวลาหนึ่งวัน สอนการอ่านจับใจความโดยตรงแก่นักเรียน โดยมุ่งพัฒนาทักษะการอ่านจับใจความของนักเรียน เช่น บอกใจความสำคัญของเรื่อง การสรุปอ้างอิงหลังจากการสอนแต่ละบทเรียน หรือการเล่นเกมนเป็นกลุ่มย่อยในชุดคำถามแรก จากนั้นให้แต่ละคู่ตอบคำถามอภิปรายปัญหาในชุดที่ 2

4.1.7 การผสมผสานระหว่างการใช้ภาษาและการเขียน ในช่วงของการใช้ภาษา นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ทักษะในการใช้ภาษาเป็นเครื่องมือเพื่อนำไปสู่กิจกรรมการเขียนเช่นนักเรียนจะเรียนคำขยายในบทเรียนการเขียนบรรยาย หรือเรียนการใช้เครื่องหมายวรรคตอนในการเขียนเรื่องในรูปแบบการสนทนาโต้ตอบกัน เป็นการพัฒนาการเขียนตามกระบวนการเขียนจากการสอนแนวคิด การวางโครงเรื่อง การปรับปรุงแก้ไขใหม่ จากนั้นจัดนิพนธ์ผลงานในรูปแบบของกลุ่มย่อย

4.1.8 รายงานการอ่านหนังสือตามความสนใจ นักเรียนจะถูกกำหนดให้อ่านหนังสือจากรายชื่อหนังสือที่กำหนดให้อย่างน้อยวันละ 20 นาที ทุกครั้งผู้ปกครองจะต้องลงรายมือชื่อกำกับในแบบฟอร์มที่กำหนดไว้เพื่อเป็นหลักฐานว่านักเรียนได้ปฏิบัติตามจริง

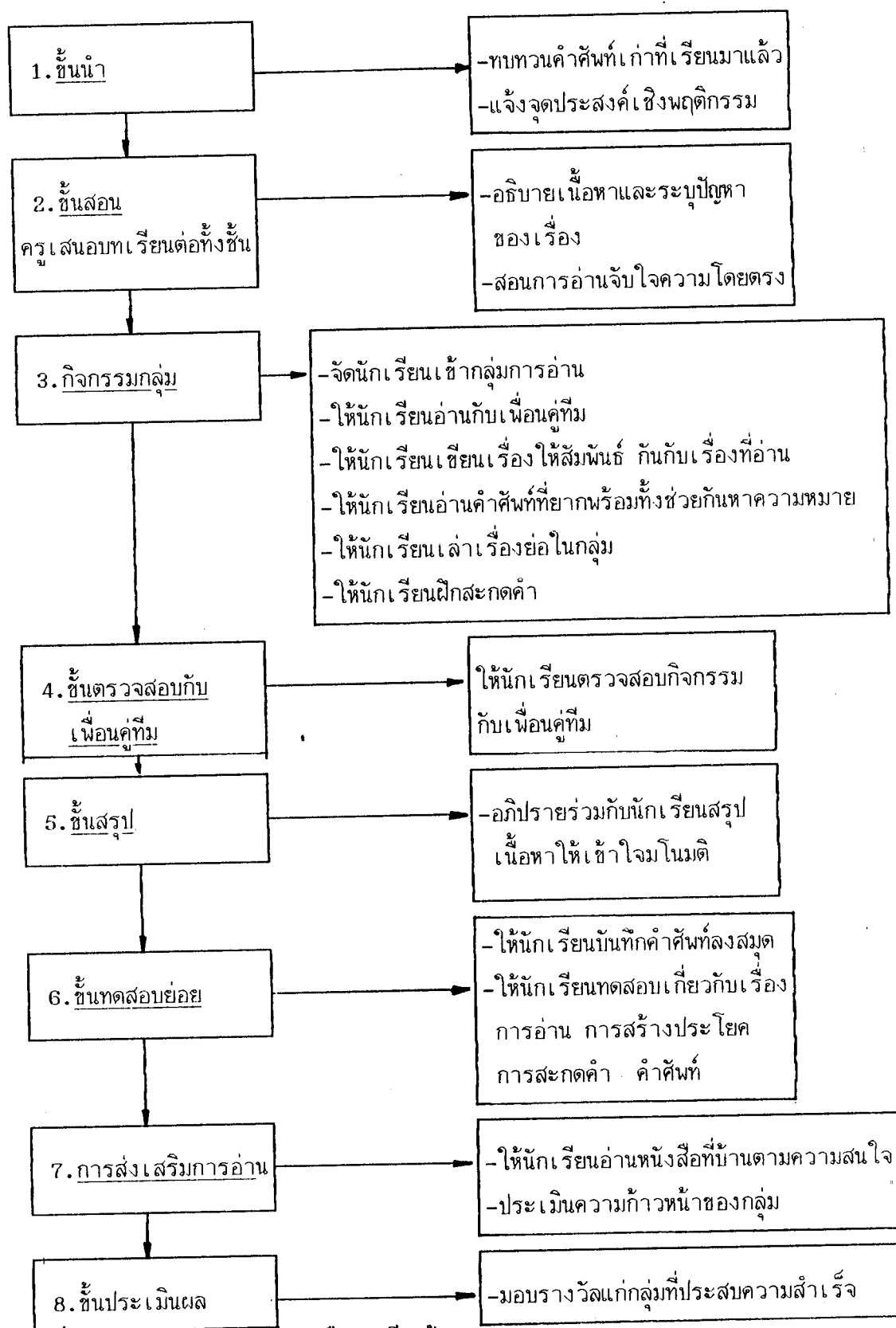
4.2 การจัดกลุ่มย่อย (Team)

กลุ่มจะประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันในชั้นหนึ่ง ๆ ควรแบ่งกลุ่มออกเป็น 2-3 กลุ่ม ในขณะที่นักเรียนจะทำกิจกรรมเป็นคู่ (Partner) รวมทั้งการตรวจสอบซึ่งกันและกัน

จากที่กล่าวมาพอสรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

CIRC ทำให้เกิดความร่วมมือ และการใช้ทักษะการอ่านได้อย่างกว้างขวางในการดำเนินกิจกรรมนักเรียนจะทำงานเป็นคู่ โดยมีกฎเกณฑ์ที่ยึดถือ 5 ประการ ซึ่งแต่ละเรื่องที่จะอ่านนั้นผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่อไปนี้ได้ คือ ตัวละคร โครงเรื่อง ปัญหา ความพยายามในการแก้ปัญหา และการสรุปปัญหา

สรุปการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนของ CIRC พอสรุปได้ดังนี้



รูปที่ 12 สรุปการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบ CIRC

2.4 รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย

An Instructional Model On Word Problem Solving Emphasizing Cooperative Divergent Thinking

2.4.1 หลักการและเป้าหมาย

1. จากการศึกษาวิเคราะห์ ทฤษฎี หลักการและแนวคิดของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (Cooperative Learning) กระบวนการแก้ปัญหา:ความคิดสร้างสรรค์หัตถิยภูมิ (A Problem Solving Process:Secondary) กระบวนการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) และแนวคิดของ Gonzales เกี่ยวกับรูปแบบการสอนโดยใช้หลักการแก้ปัญหาของ โพลยา เรื่อง การเสนอปัญหาด้วยตนเอง (Problem Posing) แล้วสังเคราะห์ออกมาเป็นรูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อมุ่งให้นักเรียนได้ใช้ความคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ แนวทาง มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาโดยไม่ยึดวิธีการหาคำตอบ ซึ่งการพัฒนากระบวนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัยนี้มีหลักการที่สำคัญแต่ละด้านดังนี้

2.4.1.1 หลักการเกี่ยวกับการร่วมมือกันเรียนรู้

ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบร่วมมือกันเรียนรู้ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงหลักการการเรียนรู้ 3 ประการ คือ

1.) **รางวัลหรือเป้าหมายของกลุ่ม** ผู้สอนจะต้องตั้งเป้าหมายหรือรางวัลเอาไว้ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และพยายามปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตน เพื่อช่วยให้กลุ่มประสบความสำเร็จ รางวัลที่กำหนดอาจเป็นประกาศนียบัตร หรือสิ่งของที่ผู้เรียนมีความต้องการร่วมกัน

2.) **ความหมายของแต่ละบุคคลในกลุ่ม** การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้แบบยึดกลุ่มเป็นศูนย์กลาง ในการพัฒนากลุ่มให้ประสบผลสำเร็จจำเป็นจะต้องมีขั้นตอนที่สามารถบอกถึงความสำคัญของสมาชิกแต่ละคนได้ คือขั้นการทดสอบย่อยนั่นเอง ผู้เรียนจะต้องทำการทดสอบย่อยด้วยตนเอง โดยไม่มีกลุ่มเข้าช่วยเหลือ ดังนั้นในการเรียนแต่ละครั้งกลุ่มจะต้องมั่นใจว่าสมาชิกทุกคนรับรู้และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี และมีความพร้อมที่จะทำแบบทดสอบย่อย และเมื่อตนเองประสบผลสำเร็จ ก็จะเป็นการประกันได้ว่าจะสามารถทำให้กลุ่มประสบผลสำเร็จไปด้วย

3.) **โอกาสในการช่วยให้กลุ่มประสบความสำเร็จของสมาชิกเท่าเทียมกัน** สมาชิกในกลุ่มทุกคนควรมีส่วนช่วยกลุ่มของตนเองให้ผ่านกิจกรรมไปได้เท่าเทียมกัน

2.4.1.2 หลักการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย มีแนวความคิดตามความเชื่อต่อไปนี้

1. เป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนและแนวคิดในการแก้ปัญหาและการคิดค้นวิธีการหาคำตอบได้มากกว่าการเรียนเป็นรายบุคคลหรือการแข่งขันเพราะการร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรมภายในกลุ่ม จะเป็นการสร้างพลังทางบวกในการคิดแก้ปัญหาที่หลากหลายแนวทางให้แก่กลุ่ม
2. การปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม จะส่งผลถึงการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา และการพัฒนาทางสังคมอีกด้วย
3. การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ช่วยเหลือกลุ่มให้ประสบผลสำเร็จ ก้าวไปสู่เป้าหมายของกลุ่มได้ จะทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงคุณค่าของตนเอง
4. การที่สมาชิกภายในกลุ่มได้ช่วยกันในลักษณะการระดมสมอง (Brainstorming) ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา จะทำให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ทั้งจะทำให้ได้คำตอบที่เหมาะสมและถูกต้องที่สุด
5. เมื่อผู้เรียนได้ช่วยกันคิดหาแนวทาง และวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายแนวทางหลายแห่งหลายมุมแล้วลงมือปฏิบัติจนได้คำตอบที่ถูกต้องแล้ว ขั้นสุดท้ายจะเป็นการเสนอปัญหาด้วยตนเอง (Posing Relate Problem) ในขั้นนี้จะส่งผลให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดริเริ่มหรือความคิดสร้างสรรค์ และสามารถรับรู้เข้าใจถึงกระบวนการแก้ปัญหาและกล้าที่จะตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาวิธีใดวิธีหนึ่งที่เหมาะสมและถูกต้อง

2.4.2 เป้าหมาย (Goal) ในการใช้รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย มีเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการขึ้นในตนเองดังต่อไปนี้

2.4.2.1 ผู้เรียนได้พัฒนาทางสติปัญญา (The Cognitive Knowledge) อันได้แก่ การมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและมีวิจารณญาณในการคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาและหาคำตอบของปัญหา

2.4.2.2 ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะทางสังคม (Social Skills) สามารถเข้าใจในกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม เข้าใจบทบาทของตนเองในการหาวิธีช่วยเหลือเกื้อกูลกันและกัน ช่วยเหลือกันเสนอแนวทางในการคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาให้กลุ่มประสบความสำเร็จ ยอมรับในความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และช่วยกันเสนอแนวทางในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และหลากหลายแนวทาง

2.4.2.3 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้สึกในด้านเห็นคุณค่าของตนเอง (Self Esteem) โดยการได้มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาและได้ช่วยอธิบายให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนให้เข้าใจยิ่งขึ้น หรือช่วยต่อเติมวิธีการคิดแก้ปัญหาให้สำเร็จในกรณีที่สมาชิกคนใดคนหนึ่ง ได้พบกับอุปสรรคในการคิด

2.4.2.4 ผู้เรียนได้พัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์) ผู้เรียนจะสามารถเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อรูปธรรม (แผนภูมิรูปภาพ สถานการณ์ ปัญหา และประโยชน์ลักษณะที่ครูเสนอต่อชั้นเรียน และได้ฝึกปฏิบัติกิจกรรม (Act) และจะพัฒนาความสามารถในการเสนอโจทย์ปัญหด้วยตนเองซึ่งถือเป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความยืดหยุ่นในความคิด เป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อีกทางหนึ่ง

2.4.2.5 ผู้เรียนมีการยอมรับในความสามารถของกันและกัน และช่วยเหลือกันเพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จ

2.4.2.6 ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อกลุ่ม หรือมีความตระหนักในตนเอง เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มในการที่จะทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จหรือเกิดความล้มเหลว โดยสมาชิกทุกคนจะต้องมีเป้าหมายของกลุ่มร่วมกัน

2.4.2.7 ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ทฤษฎีในกระบวนการการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย โดยไม่ยึดติดกับวิธีการแก้ปัญหาเพียงวิธีใดวิธีหนึ่ง

2.4.3 จุดมุ่งหมาย (Objective) ในการใช้รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการขึ้น ในตนเองดังนี้คือ

2.4.3.1 เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการร่วมมือกันคิดแบบอเนกนัย ให้เกิดกับผู้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล

2.4.3.2 เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงออกในการแก้ปัญหาอย่างอิสระและมีเหตุผล

2.4.3.3 เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และรู้คุณค่าของคณิตศาสตร์

2.4.3.4 เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเทคนิควิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลาย ๆ วิธี

2.4.3.5 เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

2.4.4 ขั้นตอนการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา
2. การคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัย
3. การประเมินคำตอบที่ดีที่สุด
4. การนำไปปฏิบัติ
5. การเสนอปัญหาด้วยตนเอง

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการดูขอบเขตของปัญหาอย่างละเอียดอาจทำได้โดยการอ่านจับใจความในประเด็นของปัญหาแล้วพิจารณาข้อความ หรือวงกลมข้อความที่ต้องการจะแก้ปัญหา เช่น โจทย์ต้องการให้หาอะไร โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้บ้าง โดยการร่วมกันระดมความคิดเพื่อให้สามารถแยกแยะข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งครูจะต้องนำอภิปรายช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติ (Concept) ที่มีอยู่ในปัญหา

2. การคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัย เมื่อได้ค้นพบข้อเท็จจริงและเข้าใจขอบเขตของปัญหาแล้ว จากนั้นจะเป็นการวางแผนในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการต่าง ๆ ในการร่วมมือกันคิด เช่น วิธีการระดมสมอง (Brainstorming) คือระดมความคิดจากกลุ่มตามหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย โดยครูจะแจกกระดาษให้ หัวหน้ากลุ่มจะเป็นผู้รวบรวมแนวความคิดจากสมาชิกทุกคนในกลุ่มและเลขากลุ่มจะเป็นผู้บันทึกแนวคิดทั้งหมด ส่วนนักเรียนคนอื่นก็จะได้รับการประสานแนวคิดจากสมาชิกในกลุ่มเมื่อแนวคิดเกิดการสะดุด ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวความคิด วิธีการแก้ปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ขึ้นสมาชิกทุกคนจะต้องประสานความคิดให้ได้แนวคิดที่หลากหลาย สำหรับนักเรียนอ่อนเมื่อเกิดการสะดุดในการคิดสมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยกันอธิบายให้เกิดแนวคิดที่สมบูรณ์สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ส่วนการตั้งคำถามของครูนั้นจะมีลักษณะที่เปิดกว้าง เช่น มีวิธีการใดบ้างที่สามารถจะแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ เป็นต้น

3. การประเมินหาคำตอบที่ดีที่สุด เมื่อได้พิจารณาแนวคิดที่หลากหลาย ต่อมาก็จะเป็นขั้นตอนการเลือกสรรหาแนวทางที่ใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยการกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือก ซึ่งจะต้องคำนึงถึง ความถูกต้อง แม่นยำ เหมาะสม หรือรวดเร็วในการหาคำตอบ เป็นต้น ส่วนแนวคิดที่พิจารณาแล้วเห็นว่าไม่เหมาะสมก็จะถูกคัดเลือกออกไป ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะได้ร่วมกันประเมินแนวคิด (Share Opinion) ส่วนแนวคิดที่เห็นว่าเหมาะสมที่จะนำมาแก้ปัญหาได้ก็จะถูกนำมาร่วมกันอภิปรายกลุ่มย่อยในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันว่าวิธีคิดนั้นเหมาะสมดีแล้ว จากนั้นจึงให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมาอภิปรายวิธีคิดของกลุ่มเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนวิธีคิดซึ่งกันและกัน (Share Strategies) ในการแก้ปัญหาแต่ละสถานการณ์

ในขั้นนี้ครูจะต้องคอยรับฟังความคิดเห็น และชี้แนะช่วยเหลือเมื่อเกิดการติดขัด และจะเป็นการบ่งชี้ว่านักเรียนมีความเข้าใจความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนหรือไม่เพียงใด

4. การนำไปปฏิบัติ เป็นการปฏิบัติตามแนวทางเลือกที่ได้ร่วมกันตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาแล้ว หรือเป็นการแก้ปัญหาในการหาคำตอบนั่นเอง

5. การเสนอปัญหาด้วยตนเอง ปัญหาจากกลุ่มสมาชิกร่วมกันเสนอขึ้นมา หรือครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจโครงสร้างของปัญหาอย่างลึกซึ้ง จึงให้นักเรียนสร้างปัญหาด้วยตนเองทุกคนโดยการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ตัวเลข ข้อความหรือสร้างปัญหาจากแผนภาพ ประโยคสัญลักษณ์แล้วเลือกเอาปัญหาใดปัญหาหนึ่งที่สมาชิกเห็นว่า มีความเหมาะสมมา 1-2 ปัญหา แล้วร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้น โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาจากข้างต้น กล่าวคือเริ่มจากการกำหนดขอบเขตของปัญหาการคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัย ประเมินการหาคำตอบที่ดีที่สุดและการนำไปปฏิบัติอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งถือเป็นการสิ้นสุดกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละครั้ง

จากขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัยสามารถสรุปเป็นขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนและทักษะกระบวนการสำหรับการแก้ปัญหาได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาแบบอเนกนัย

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	กิจกรรมการแก้ปัญหา	ทักษะและกระบวนการที่นำมาใช้
1. <u>การกำหนดขอบเขตของปัญหา</u>	-กำหนดสถานการณ์ปัญหา -ตั้งขอบเขตของปัญหา -ตั้งจุดประสงค์การเรียนรู้ -ใช้คำถาม ใคร อะไร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไร -โจทย์ต้องการให้หาอะไร -โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง	-ทักษะการอ่านจับใจความ -การสังเกตขอบเขตของปัญหา -การเขียนบันทึกปัญหา -ทักษะร่วมกับการระดมสมอง -การสังเกต -การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา -การคาดคะเน, ตั้งคำถาม บอกวลี-ข้อความที่สำคัญ -วาดแผนภาพประกอบ
2. <u>การคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัย</u>	-ร่วมกันคิดวางแผนการแก้ปัญหา -เลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์แต่ละอย่าง	-การตัดสินใจ -เสนอแนวคิดต่าง ๆ (ยุทธวิธี) -การประยุกต์วิธีการหาคำตอบ -การสังเคราะห์ การคิดคำนวณ -เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม
3. <u>การประเมินการหาคำตอบที่ดีที่สุด</u>	-พิจารณาความเหมาะสมแต่ละแนวคิดกับปัญหานั้นๆ -ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา -อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดและคำตอบที่คิดได้	-การตรวจสอบ ประเมินคำตอบ -ประเมินเลือกคำตอบร่วมกัน -การยอมรับ ยกเลิกเปรียบเทียบ -การอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มให้เกิดการรับรู้และเข้าใจทุกคน -การให้เหตุผลของสมาชิก
4. <u>การนำไปใช้</u>	-ลงมือแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ	-ใช้กระบวนการที่เรียนมาแล้ว
5. <u>การเสนอปัญหาด้วยตนเอง</u>	-สร้างปัญหาจากรูปภาพ, ประโยคสัญลักษณ์ และอื่นๆ	-ประยุกต์ใช้แก้ปัญหา -ร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาภายในกลุ่มจากปัญหาที่ได้รับมอบหมาย

2.4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบร่วมมือกัน เรียนรู้แบบอเนกนัย

1. **ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน** เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน โดยการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ เริ่มจากการบอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในการสอนแต่ละครั้งจากนั้น ทบทวนความรู้เดิมที่เรียนผ่านมา โดยการยกสถานการณ์ที่เหมาะสม และเตรียมความคิดรวบยอดขั้นพื้นฐานของเนื้อหาที่จะเรียนในแต่ละชั่วโมง

2. **ขั้นเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น** ขั้นนี้จะเป็นการเสนอเนื้อหาสาระหรือสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้สื่อ แผนภูมิรูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์และสื่ออื่นๆ ที่เหมาะสมประกอบการเรียนการสอน โดยยึดหลักการที่ว่า "วิธีการแก้ปัญหาแต่ละครั้งนั้น ไม่ใช่เพียงวิธีใดวิธีหนึ่งเท่านั้นในการแก้ปัญหา" โดยครูจะต้องพยายามส่งเสริม ชี้แนะให้นักเรียนรู้จักการสำรวจ คิดค้น หาแนวทางในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลาย ๆ วิธี ซึ่งควรดำเนินกิจกรรมตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

2.1 การกำหนดขอบเขตของปัญหา

2.2 การคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัย

2.3 การประเมินค่าคำตอบที่ดีที่สุด

2.4 การนำไปปฏิบัติ

2.5 การสร้างปัญหาด้วยตนเอง

3 **สรุปบทเรียน** โดยครูร่วมกับนักเรียนสรุปแนวคิด หลักการหรือความคิดรวบยอดของกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้รับในแต่ละบทเรียน แล้วบันทึกเทคนิควิธีที่ได้ลงในสมุดหรือป้ายนิเทศตามความเหมาะสมซึ่งในแต่ละกิจกรรมนักเรียนจะมีการปรึกษาหารือกัน โดยยึดกระบวนการกลุ่ม

4. **ชั้นเรียนกลุ่มย่อย** ขั้นนี้นักเรียนจะเรียนเป็นกลุ่มแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียน 4-5 คน ที่ละตามความสามารถและเพศ กลุ่มหนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วยนักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และนักเรียนอ่อน 1 คน หน้าที่ที่กลุ่มจะต้องทำคือการทำให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยครูจะนำเสนอในรูปของบัตรกิจกรรม กำหนดสถานการณ์ในลักษณะแผนภูมิรูปภาพและสัญลักษณ์ต่างๆ แล้วให้นักเรียนแต่ละคนสร้างโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง โดยการเปลี่ยนแปลงข้อมูลตัวเลขจากสถานการณ์ปัญหาจากบัตรกิจกรรม จากนั้นจะใช้กระบวนการกลุ่มโดยสมาชิกในกลุ่มทุกคนช่วยกัน เลือกปัญหาที่แต่ละคนสร้างขึ้นที่เห็นว่ามีความเหมาะสมมา 1 ปัญหาแล้วร่วมมือกันแก้ปัญหาโดยยึดกระบวนการแก้ปัญหาที่ครูได้เสนอแล้วในขั้นที่ 2 เพื่อให้ได้คำตอบที่เห็นว่าเหมาะสมที่สุด ขั้นนี้นักเรียนในกลุ่มทุกคนจะช่วยเหลือกันในการแก้ปัญหาย่างเต็มที่ ถ้านักเรียนในกลุ่มคนใดยังไม่เข้าใจเพื่อน ๆ ในกลุ่มจะต้องอธิบายให้ฟังจนเกิดความรู้ความเข้าใจ และมีความพร้อมที่สุดที่จะทำการทดสอบย่อย

เพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกในตนเองและเกิดความตระหนักในคุณค่าของตน (Self Esteem) และเกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน

5. ขั้นตอนย่อย เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมและแก้ปัญหาร่วมกัน ได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม (2 คาบ) แล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน โดยนักเรียนแต่ละคนจะต้องทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่อนุญาตให้มีการช่วยเหลือกันเหมือนในตอนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย หรือครูสร้างสถานการณ์ที่หลากหลายรูปแบบให้เด็กแสดงกระบวนการคิดหาคำตอบ และฝึกกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ประจำวันหรือสัปดาห์ ตามความเหมาะสม เช่น กิจกรรมส่งเสริมบทเรียน ปัญหาท้าทาย เกมฝึกสมอง เป็นต้น ซึ่งทุกคนจะต้องทำคะแนนให้ดีที่สุดเพราะคะแนนของทุกคนจะต้องถูกนำมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเป็นคะแนนพัฒนาการของตนเองและของกลุ่มต่อไป

6. การประเมินผล เป็นการตรวจสอบระดับความรู้ความเข้าใจ ในเรื่องที่เรียนว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ มากน้อยเพียงใดเพื่อเป็นข้อมูลในการคิดคะแนนพัฒนาการความก้าวหน้าของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม โดยการนำคะแนนที่ได้ประเมินแล้วไปเปรียบเทียบกับคะแนนฐานที่กำหนดไว้แล้วเมื่อได้คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคลในกลุ่มแล้ว จะนำมารวมกันระหว่างสมาชิกทุกคน และคิดเป็นคะแนนพัฒนาการความก้าวหน้าของกลุ่มแล้วจัดลำดับเป็นกลุ่มเก่ง (Good Team) กลุ่มเก่งมาก (Great Team) และกลุ่มยอดเยี่ยม (Super Team) ต่อไป

7. คะแนนความก้าวหน้า นักเรียนทุกคนจะได้รับคะแนนฐาน ซึ่งคะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคนจะได้มาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของปีการศึกษาที่แล้ว หรือจากภาคเรียนที่ผ่านมาได้ และเมื่อเรียนจบในแต่ละหน่วยหรือบทเรียนหนึ่งแล้วนักเรียนจะได้รับการทดสอบย่อย แล้วนำคะแนนที่ได้ในแต่ละหน่วยการเรียนหรือบทเรียนมาเทียบกับคะแนนฐานที่มีอยู่แล้ว ซึ่งจะทำให้การเทียบคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้ว ดังนั้นนักเรียนจะต้องทำคะแนนให้ได้ตามสัดส่วนของเกณฑ์ที่กำหนดที่มากขึ้นจึงจะทำให้นักเรียนมีพัฒนาการก้าวหน้า

8. ทีมที่ได้รับการยกย่อง ทีมหรือกลุ่มที่จะได้รับการยกย่อง หรือได้รับรางวัลนั้นจะต้องมีคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มสูงจนถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.4.6 การเตรียมการสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบเอกเนกนัย

1. เอกสารและวัสดุการสอน ประกอบด้วย

- 1.1 บัตรคำสั่ง
- 1.2 บัตรเนื้อหา
- 1.3 บัตรกิจกรรม
- 1.4 บัตรรายงานกิจกรรมกลุ่ม
- 1.5 แบบทดสอบย่อย
- 1.6 สื่อการเรียนรู้การสอน
- 1.7 แบบฟอร์ม การรายงานผลการทดสอบย่อย และคะแนนความก้าวหน้า

2. การจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม ในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มของการจัดการเรียนการสอนวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบเอกเนกนัย ในครั้งนั้นได้ยึดเอารูปแบบของ STAD คือสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะคล่องตามความสามารถ และเพศ โดยคล่องตามความสามารถ ดังนี้คือนักเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 ดังตัวอย่างการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มต่อไปนี้

ตารางที่ 3 การจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม

ระดับผู้เรียน	ลำดับผู้เรียน	ทีมที่สังกัด
นักเรียนเก่ง	1	A
	2	B
	3	C
	4	D
นักเรียนปานกลาง	5	D
	6	C
	7	B
	8	A

ตารางที่ 3 การจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม (ต่อ)

ระดับผู้เรียน	ลำดับผู้เรียน	ทีมที่สังกัด
นักเรียนปานกลาง	9	*
	10	*
	11	A
	12	B
	13	C
	14	D
นักเรียนอ่อน	15	D
	16	C
	17	B
	18	A

จากตารางเป็นการจัดกลุ่มตามระดับความสามารถ โดยยึดตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา หรือผลการสอบปลายภาคเรียนล่าสุดจากนั้นเรียงลำดับนักเรียน แล้วคำนวณหาจำนวนกลุ่มที่ต้องการ ซึ่งในที่นี้ต้องการให้นักเรียนเข้ากลุ่มๆ ละ 4 คน ซึ่งประกอบด้วยสมาชิกดังนี้คือ

กลุ่ม A ประกอบด้วยสมาชิกลำดับที่ 1, 8, 10, 17

กลุ่ม B ประกอบด้วยสมาชิกลำดับที่ 2, 7, 11, 16

กลุ่ม C ประกอบด้วยสมาชิกลำดับที่ 3, 6, 12, 15, 9*

กลุ่ม D ประกอบด้วยสมาชิกลำดับที่ 4, 5, 13, 14 10*

เมื่อทำการสอนไปได้ประมาณ 5 - 6 สัปดาห์ กลุ่มที่จัดไว้จะต้องเปลี่ยนกลุ่มใหม่

1.3 การหาคะแนนฐานของนักเรียน คะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคน ได้มาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของปีการศึกษาที่ผ่านมาหรือผลการสอบปลายภาคเรียนที่ผ่านมา ถ้าเรียน 3 ภาคเรียน มาคิดคะแนนเฉลี่ย ตัวอย่างเช่น

เด็กหญิงสุกัญญา สอบวิชาคณิตศาสตร์ใน 2 ภาคเรียนที่ผ่านมาได้คะแนน ดังนี้

คะแนนในภาคเรียนที่ 1 ได้ 68 คะแนน

คะแนนในภาคเรียนที่ 2 ได้ 75 คะแนน

รวม 143 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยคือ $143/2 = 76$ คะแนน

คะแนนฐานจะเปลี่ยนไปทุกครึ่งหลังจากที่ทำการทดสอบย่อย ซึ่งคะแนนที่ได้ในครึ่งล่าสุดจะเป็นคะแนนฐานในครึ่งต่อไป

1.4 การคิดคะแนนความก้าวหน้า ของแต่ละบุคคลในกลุ่มในการคิดคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม จะต้องทำการคิดคะแนนพื้นฐานการของนักเรียนแต่ละคนก่อน แล้วจึงนำคะแนนพื้นฐานการของแต่ละคนในกลุ่มมาทำการคิดคะแนนเฉลี่ยเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 การคิดคะแนนความก้าวหน้า

คะแนนจากการทดสอบ	คะแนนความก้าวหน้า
ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10 คะแนน	0
ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐาน 1 - 10 คะแนน	10
ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนฐาน 0 - 10 คะแนน	20
ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10 คะแนน	30

1.5 คะแนนกลุ่ม (Team-Score)

คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละคน จะนำมาเฉลี่ยเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม และการตัดสินเพื่อรับรองระดับของกลุ่ม ซึ่งจะมีเกณฑ์กำหนดขึ้นเพื่อเทียบระดับคะแนนของกลุ่ม และการได้รับรางวัล ดังนี้

ตารางที่ 5 ตารางสรุปผลการเรียน

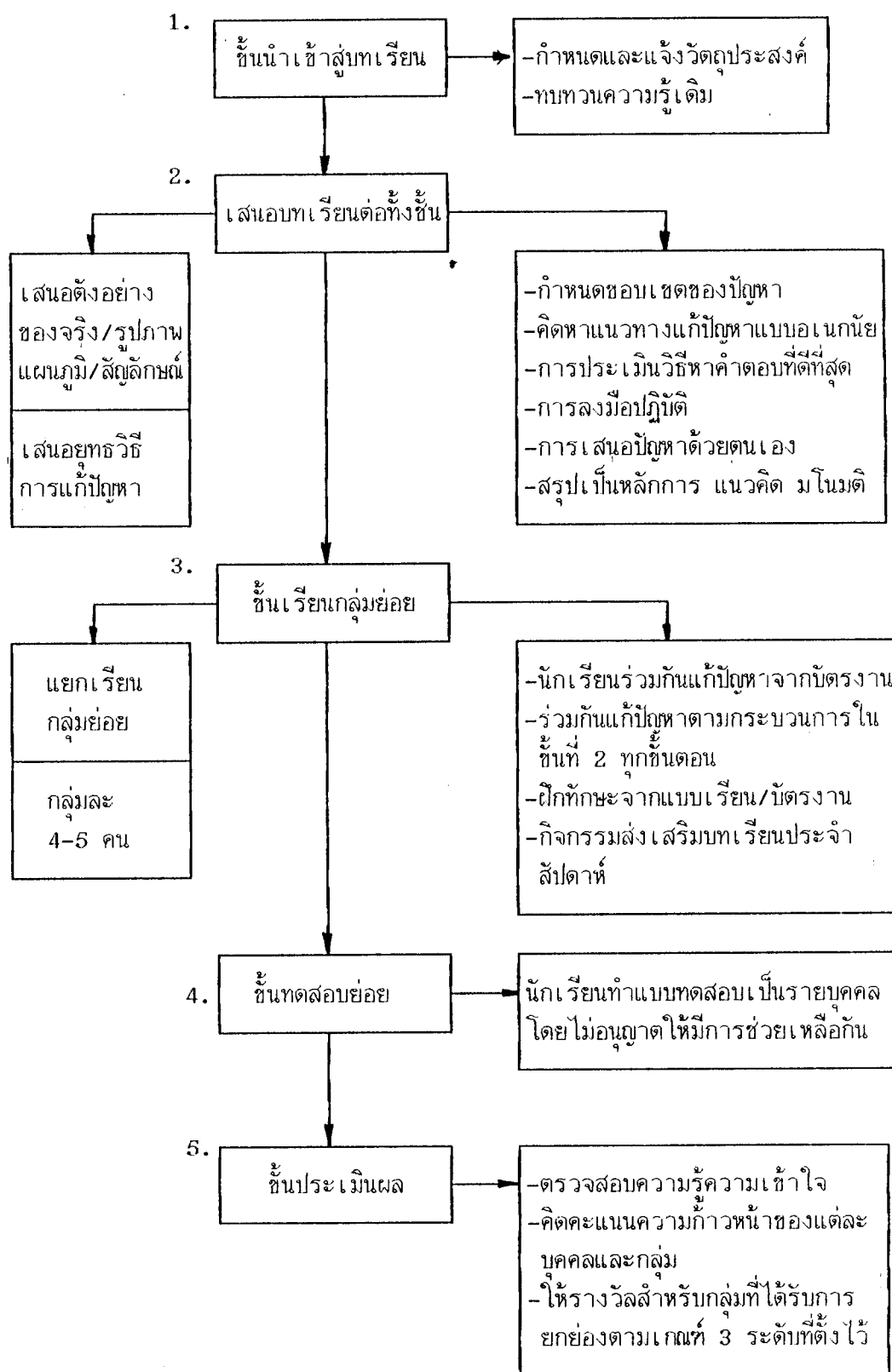
คะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยของกลุ่ม	ระดับของกลุ่ม
ได้คะแนนเฉลี่ย 15 คะแนน	กลุ่มดีเด่น
ได้คะแนนเฉลี่ย 20 คะแนน	กลุ่มเก่ง
ได้คะแนนเฉลี่ย 25 คะแนนขึ้นไป	กลุ่มยอดเยี่ยม

ตารางที่ 6 แบบรายงานการทดสอบย่อย และคะแนนความก้าวหน้า

กลุ่มที่ 3	ทดสอบครั้งที่ 1 วันที่ 3 ธ.ค. 2538 เรื่อง.....			ทดสอบครั้งที่ 2 วันที่..... เรื่อง.....		ทดสอบครั้งที่ 3 วันที่..... เรื่อง.....			
ชื่อสมาชิก	คะแนน ฐาน	คะแนน ทดสอบ	คะแนน ก้าวหน้า	คะแนน ฐาน	คะแนน ทดสอบ	คะแนน ก้าวหน้า	คะแนน ฐาน	คะแนน ทดสอบ	คะแนน ก้าวหน้า
สุกัญญา	80	95	20	95					
วรรณภา	75	75	10	75					
เบญจวรรณ	75	72	5	72					
นราทิพย์	76	82	15	82					
คะแนนรวม	306	324	50	324					
คะแนนเฉลี่ย	77	81	13	81					
คะแนนความ ก้าวหน้า									

2.4.7 บทบาทและพฤติกรรมของครูและนักเรียน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการแก้ไขปัญหาด้านคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย เพื่อให้เอื้อต่อการดำเนินกิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ ครูและนักเรียนควรมีบทบาทและปรับพฤติกรรมอย่างเหมาะสมต่อกิจกรรมในการร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม และสรุปเป็นตารางพฤติกรรมได้ดังตารางต่อไปนี้



รูปที่ 13 สร้างขั้นตอนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย

2.4.8 บทบาทของผู้ช่วยในการวิจัย ผู้ช่วยในการวิจัยในครั้งนี้มีบทบาทที่สำคัญดังต่อไปนี้คือ

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนทุกคนในชั้นเรียน
2. สังเกตพฤติกรรมการสอนในชั้นเรียนทุกอย่าง
3. ช่วยรวบรวมปัญหาที่พบในชั้นเรียน และวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

รู้ของนักเรียน

4. เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแผนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้/ชั่วโมง
5. สนับสนุน ส่งเสริมการจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน ให้มีบรรยากาศที่กระตุ้นการแก้ปัญหา

ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่นช่วยในการจัดทำป้ายนิเทศผลงานนักเรียน

2.4.9 บรรยากาศในการเรียนการสอน

1. นักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ช่วยเหลือแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน
2. นักเรียนจะแข่งขันกับตนเองในการนำกลุ่มไปสู่เป้าหมายให้ได้ ด้วยความสามารถ

ของแต่ละบุคคลในกลุ่มอย่างเท่าเทียมกัน

3. ครูให้การยอมรับต่อความคิดเห็นของนักเรียนต่อวิธีการคิดค้นหาคำตอบของนักเรียน โดยการ แสดงออกถึงความสนใจ เอาใจใส่ต่อนักเรียนในการแสดงออกถึงแนวคิดของนักเรียน

4. เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้แสดงออกต่อการคิดค้นหาวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนที่แปลกใหม่หรือแตกต่างจากเพื่อน

5. ส่งเสริมบรรยากาศในการร่วมมือกันแสดงความคิดเห็น อภิปรายแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาโดยการร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย

6. สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะให้ความสำคัญกับตนเองและกลุ่ม โดยช่วยกันอธิบายบทเรียนให้สมาชิกในกลุ่มที่ยัง ไม่เข้าใจจนเกิดความรู้ความเข้าใจ เพื่อเตรียมตัวทดลองย่อยซึ่งมีผลต่อการพัฒนาความก้าวหน้าของกลุ่ม

7. จัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนที่เป็นการส่งเสริมต่อการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ โดยเน้นถึงความสะดวกต่อการร่วมกิจกรรมกลุ่ม เช่นจัดที่นั่งเป็นกลุ่ม 4-5 คน จัดป้ายนิเทศ จัดมุมคณิตศาสตร์ แสดงผลงานของนักเรียน หรือแสดงรางวัลสำหรับกลุ่มที่ประสบผลสำเร็จเป็นต้น

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าการสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวความคิดที่หลากหลายนั้น จำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบหลายประการ เช่น การจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน เทคนิควิธีสอนโดยการส่งเสริมการร่วมมือช่วยเหลือกันในการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถประสานแนวความคิดที่หลากหลายเข้าด้วยกันให้เกิดความเหมาะสมในการคิดค้นหาคำตอบ รวมถึงการส่งเสริมและให้กำลังใจต่อการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนต่อกลุ่มจะสามารถพัฒนานักเรียนให้รู้จักการแก้ปัญหาได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบร่วมมือกันเรียนรู้

วิเมลียง ถิ่นปรุ (2537) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยวิธี Cooperative Mastery Learning กับวิธีสอนตามคู่มือครู ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั้นแสดงว่าการสอนแบบ Cooperative Mastery Learning ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนดีกว่าเดิม

บุญประเสริฐ ไชยศิริ (2537) ได้พัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์แบบร่วมมือกันเรียนรู้ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบร่วมมือกันเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาแบบร่วมมือกันเรียนรู้ พบว่านักเรียนทั้ง 3 ระดับมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05 นั้นแสดงว่า การสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดีกว่าการสอนตามคู่มือครูและทำให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ดีขึ้นทุกกลุ่ม

บำเพ็ญ ตาสีวังปา (2536) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เพื่อนช่วยเพื่อนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการสอนแบบเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนมีผลช่วยทำให้นักเรียนมีผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ดีขึ้น

อาภาภรณ์ หวัดสูงเนิน (2536) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่เรียน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามวิธีเรียนแบบร่วมมือมีความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่เรียน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามวิธีเรียนแบบร่วมมือ และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่เรียน โจทย์ปัญหาตามวิธีเรียนแบบปกติ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ที่เรียน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามวิธีเรียนแบบร่วมมือ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางที่เรียน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามวิธีเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ที่เรียน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามวิธีเรียนแบบร่วมมือ และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่เรียน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามวิธีเรียนแบบปกติ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

5. นักเรียนชายที่เรียน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามวิธีเรียนแบบร่วมมือ และนักเรียนชายที่เรียน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามวิธีเรียนแบบปกติ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

6. นักเรียนหญิงที่เรียน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามวิธีเรียนแบบร่วมมือ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนหญิงที่เรียน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามวิธีเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรชัย ลิ้นแฉ่ว (2533) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องบทประยุกต์ ระหว่างวิธีพหุกลุ่มเล็กกับวิธีสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียน โดยวิธีพหุกลุ่มเล็กสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียน โดยวิธีสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม (พหุกลุ่มเล็ก) ช่วยให้นักเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้ดีกว่าการสอนตามปกติ

อุทัย เพชรช่วย (2532) ได้ศึกษาเรื่องการทดลองคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยให้กลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและปานกลาง เป็นผู้สอนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเศษส่วนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่สอน โดยกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ที่สอน โดยกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ที่ได้รับการสอน โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และสอน โดยครู ให้ผลแตกต่างกัน

อรุณี ภิรมย์รักษ์ (2534) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหา ร้อยละ ในบทประยุกต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดย วิธีอัตราส่วนกระบวนการกลุ่ม กับวิธีสอนตามปกติของ สสวท. ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีอัตราส่วนกระบวนการกลุ่ม กับวิธีสอน ตามปกติแตกต่างกัน แสดงว่า การใช้กิจกรรมกลุ่มในการจัดการเรียนการสอนส่งผลให้นักเรียน มีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น

Hooker, S.K.R. (1981) ได้ศึกษาการใช้วิธีเรียนแบบร่วมมือกับเด็กปัญญาเลิศศึกษา เฉพาะกรณีการปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ผลการวิจัยพบว่า มีการพูดการให้ข้อมูลข่าวสารยอมรับ เชื่อถือซึ่งกันและกัน มีการยอมรับเพื่อนคนอื่นมากขึ้น มีการแก้ปัญหาความขัดแย้งระหว่างร่วม กิจกรรม มีทัศนคติที่ดีต่อโรงเรียนและการเรียนแบบร่วมมือ ส่วนใหญ่มีความรู้สึกว่าได้ช่วยเหลือ และรับการช่วยเหลือ และเห็นว่าการทำงานเป็นกลุ่มดีกว่าการทำงานคนเดียว ความคิดวิธีการ และการรวบรวมความรู้ แสดงให้เห็นถึงการเรียนรู้ทฤษฎีในขั้นสูงสุดและมีเครือข่ายการเรียนรู้ ที่ละเอียดซับซ้อน ที่ทำให้นักเรียนสามารถหาวิธีที่มีประสิทธิภาพมาแก้สถานการณ์ใน โจทย์ปัญหา นั้นได้

Phelps, Erin and Domon, William (1989) ได้ศึกษาการเรียนแบบเพื่อนช่วย เพื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ และเหตุผลเชิงจิตนาการของนักเรียนเกรด 4 พบว่านักเรียนมีความ คิดเห็นเกี่ยวกับผลของการเรียนคณิตศาสตร์แบบเพื่อนช่วยเพื่อนว่า มีความจำเป็นที่ต้องใช้เหตุผล อย่างมากในการเรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีนี้ แต่ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้การจำและการลอก

Artzt, Alicet F. and Newman, Chaire M. (1990) ได้ศึกษาการเรียนรู แบบร่วมมือกันในวิชาคณิตศาสตร์ภายในกลุ่ม มีความแตกต่างระหว่างบุคคล พบว่าการร่วมมือกัน ของผู้ที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถพัฒนาทักษะและความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนรู้สึกสนุกสนานที่จะอภิปรายเนื้อหาคณิตศาสตร์กับเพื่อน ๆ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม เพื่อนช่วยให้เกิดผลดีต่อการเรียนรู้เท่ากับการสอนของครู

Catherine M. Mulrivan (1992) ได้ศึกษาการสอนโดยให้นักเรียนมีการเรียนรู้แบบร่วมมือกันภายในกลุ่มเล็กที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนเกรด 5 - 6 ในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการแก้ปัญหา และมีส่วนช่วยเหลือกันเองในการเรียนรู้เนื้อหา นักเรียนในกลุ่มเก่งมีการตอบสนองที่ดีต่อการเปลี่ยนกลุ่มในการทำงาน ส่วนนักเรียนในกลุ่มอ่อนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ดีขึ้น

Balkcom, Stephen. (1992) ได้กล่าวถึงผลการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ว่าเป็นวิธีการสอนในกลุ่มเล็ก ๆ ที่นักเรียนแต่ละคนมีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน และใช้กิจกรรมการเรียนต่าง ๆ กันเพื่อปรับปรุงความเข้าใจในเนื้อหาวิชา วิธีการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้เป็นแบบอย่างที่น่าสนใจในการสอนนักเรียนระดับชั้น 2-12 โดยรวมเอากลุ่มนักเรียนที่ 1.) ทำงานในกลุ่มตามโครงการที่เน้นการวิเคราะห์และการประเมินผล 2.) ศึกษาร่วมกันในสิ่งที่สอนมาแล้วและจะทดสอบเป็นรายบุคคลต่อมา และ 3.) เรียนเกี่ยวกับส่วนที่เฉพาะสำหรับนักเรียนระดับชั้น 3-6 และการสอนการอ่าน การเขียน และภาษาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้น 2-5 มีการติดต่อข้อมูลข่าวสารในโครงการด้วย ผลที่ได้จากการสังเกตที่รับจากการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้จากงานวิจัยมากกว่า 70 เรื่อง เป็นการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ การปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนที่มีเชื้อชาติต่างกัน และเป็นการปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนและนักเรียนอื่น ๆ

สรุป การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถได้พัฒนาความรู้ความสามารถในการเรียนอย่างเต็มที่ ทั้งการพัฒนาตนเองและสังคมสูงขึ้น โดยที่นักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน มีการพูดคุยกันในภาษาที่เป็นกันเอง ในกลุ่มย่อย ซึ่งทำให้เกิดความรู้อย่างเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าการเรียนรู้จากครูโดยตรง เพราะการเรียนในกลุ่มย่อย สมาชิกในกลุ่มจะใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และเน้นการอธิบายความรู้ที่หลากหลายแนวทางในการช่วยเหลือกันและกันภายในกลุ่ม จึงเชื่อมั่นได้ว่าวิธีการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้จะส่งผลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนให้สูงขึ้น

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์

เรณู ศิริวรรณ (2528) ได้เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับการสอนปกติ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกัน

วีระ ผังรักษ์ (2528) ได้ทำการวิจัยศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา และมัธยมศึกษาตอนต้น โดยทดลองทำกิจกรรมกลุ่มสร้างคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ทำกิจกรรมกลุ่มสร้างคุณภาพมีระดับความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นประถมศึกษา กับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีระดับความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่ทำกิจกรรมกลุ่มสร้างคุณภาพกับนักเรียนที่ทำกิจกรรมปกติมีระดับความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการร่วมกิจกรรมกลุ่มในการเรียนของนักเรียน ส่งผลต่อคุณภาพทางการเรียนและก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน

กิตติพงษ์ ตะไกรแก้ว (2538) ได้พัฒนารูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงสร้างสรรค์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณ การหาร สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงสร้างสรรค์ มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมล ชื่นทองคำ (2527) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า 1) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ต่อกันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .44 2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแตกต่างกัน 3) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ ไม่แตกต่างกัน 4) นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5) นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 6) นักเรียนชายและหญิงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 7) นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประตล เทียนศรี (2538) ได้ทำการวิจัยการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ ที่เน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกลบจำนวนซึ่งมีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากรายงานผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นว่า ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ นอกนั้ยังมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นในการพัฒนาการเรียนการสอนควรส่งเสริมการจัดกิจกรรมกลุ่มโดยการให้นักเรียนได้ระดมความคิด ช่วยเหลือกันในการแก้ปัญหาแบบหลากหลาย ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

2.6 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)

2.6.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

McTaggart (1988) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า หมายถึงการวิจัยที่ผู้วิจัยเข้าไปมีส่วนร่วมในกระบวนการปฏิบัติ เพื่อแสวงหาวิธีการที่ถูกต้องในการปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหาในหน่วยงานอย่างมีระบบ ยุติธรรม และเป็นที่น่าพอใจ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action-Research) ไว้ว่าเป็นการวิจัยประเภทหนึ่งที่ใช้กระบวนการปฏิบัติอย่างมีระบบ โดยผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ รวมทั้งมีการวิเคราะห์วิจารณ์ผลการปฏิบัติ จากการใช้วงจรปฏิบัติใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผนงาน การลงมือปฏิบัติจริง การสังเกตและการสะท้อนผลการปฏิบัติ การดำเนินงานอย่างต่อเนื่องจะเป็นข้อมูลที่น่าไปสู่การปรับปรุงแผนเข้าสู่วงจรใหม่ จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือพัฒนาสภาพการของสิ่งที่ได้ศึกษาอย่างมีคุณภาพ

จากบทความดังกล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยอีกประเภทหนึ่งที่มีกระบวนการปฏิบัติที่มีระบบ ในการวิจัยผู้วิจัยได้เข้าไปฝังตัวศึกษาข้อมูลและมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ แล้วทำการพัฒนาปรับปรุงเพื่อแสวงหาวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสมในการแก้ปัญหา จนกว่าจะเป็นที่น่าพอใจและมีประสิทธิภาพ

2.6.2 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research of Process)

Kemmis & McTaggart, (อ้างถึงใน ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) กล่าวว่า กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้ เป็นการวิจัยที่นำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงสภาพการเรียนรู้ การสอนจริงในโรงเรียน มีวิธีดำเนินการตามวงจรการปฏิบัติของการวิจัย ตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1. ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มต้นด้วยการสำรวจปัญหาสำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไข ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องอาจเป็นครูอื่น ๆ ที่สอนร่วมกัน นักเรียน ผู้ปกครอง และผู้บริหาร วางแผนร่วมกันสำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่ามีอย่างไร ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหา นั้นเกี่ยวข้องกับใครบ้าง วิธีการแก้ไขจะเป็นในรูปใดบ้างจะต้องปฏิบัติอย่างไร การปฏิบัติการแก้ไขจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องใดบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เนื้อหาบางหัวข้อในแบบเรียนจะต้องตัดทอนหรือขยายความเพิ่มเติม ผู้บริหารต้องรับทราบการเปลี่ยนแปลงและให้การสนับสนุน เป็นต้น ในขั้นของการวางแผน จะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งการใช้แนวคิดวิเคราะห์สภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนอย่างครอบคลุมปัญหา จะต้องใช้ตารางวิเคราะห์สภาพการณ์ทางการศึกษา เป็นแนวทางหาโครงสร้างของปัญหาอย่างมีระบบ เพื่อทบทวนแง่มุมปัญหาและยกปัญหาอย่างกว้างขวางระหว่างผู้วิจัยกับผู้ร่วมวิจัย และผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะทำให้มองเห็นปัญหาอย่างชัดเจน

ตารางที่ 7 ตารางวิเคราะห์สภาพการณ์ปัญหาทางการศึกษา

ปัญหาของ	ครูผู้สอน	นักเรียน	เนื้อหาวิชา	สภาพแวดล้อม
1. ครูผู้สอน	A	B	C	D
2. นักเรียน	E	F	G	H
3. ผู้วิจัย	I	J	K	L

- จากตารางสรุปได้ว่าการทำการวิเคราะห์สภาพการณ์ของปัญหาทางการศึกษาทำให้ทราบ ข้อมูลของปัญหาอย่างครอบคลุม ดังตัวอย่างในตาราง

ข้อมูลในช่อง A ตั้งคำถามว่า มีปัญหาอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับครูผู้สอน ในแง่ความคิดของครูผู้สอนเอง

ข้อมูลในช่อง B ตั้งคำถามว่า มีปัญหาอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน ในแง่ความคิดของครูผู้สอนเอง

ข้อมูลในช่อง C ตั้งคำถามว่า มีปัญหาอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา ในแง่ความคิดของครูผู้สอนเอง

ข้อมูลในช่อง D ตั้งคำถามว่า มีปัญหาอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนของผู้เรียน ในความคิดของครูผู้สอน

ข้อมูลในช่อง E ตั้งคำถามว่า มีปัญหาอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับครูผู้สอน ในแง่ความคิดของนักเรียน

ข้อมูลในช่อง I ตั้งคำถามว่า มีปัญหาอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับครูผู้สอน ในแง่ความคิดของผู้วิจัย

-จากแนวคิดที่วิเคราะห์ได้ นำมาวางแผนการทำการกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนในชั้นเรียน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างรอบคอบ ว่ากิจกรรมนั้น ๆ จะต้องประกอบไปด้วยอะไรบ้าง ต้องแก้ไขอย่างไร และโดยใครบ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดเป็นกิจกรรมในชั้นวางแผนงานมาดำเนินการ เมื่อลงมือปฏิบัติต้องใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ประกอบไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจากการปฏิบัติจะเป็นข้อมูลย้อนกลับว่า แผนที่ตั้งไว้อย่างดีนั้น ปฏิบัติได้จริงมากน้อยเพียงใด มีอุปสรรคอะไรบ้างจากการปฏิบัติตั้งนั้นแผนงานที่กำหนดไว้อาจจะยืดหยุ่นได้ โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณ การตัดสินใจที่เหมาะสม และมุ่งปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ขณะที่การวิจัยดำเนินตามขั้นตอนที่วางไว้ ต้องมีการสังเกตการณ์ ควบคู่ไปด้วยพร้อมจดบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่คาดหวังและไม่คาดหวัง โดยสิ่งที่สังเกตก็คือ กระบวนการของการปฏิบัติ (The Action Process) และผลของการปฏิบัติการ (The Effects of Action) การสังเกตนี้จะรวมถึงการรวบรวมผลการปฏิบัติที่เห็นด้วยตา การได้ฟัง การได้ใช้เครื่องมือ เช่นแบบทดสอบ เป็นต้น ซึ่งขณะที่การปฏิบัติการวิจัยกำลังดำเนินไปควบคู่กับการสังเกตผลการปฏิบัติควรใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาช่วยในการรวบรวมข้อมูลด้วย ซึ่งมีอยู่หลายวิธีดังนี้

2.6.3 เทคนิคการรวบรวมข้อมูลแบบต่าง ๆ

1. การจดบันทึกสะสม (Anecdotal Records) ผู้วิจัยใช้การบันทึก บรรยาย สภาพการณ์เชิงรูปธรรมที่เด็กคนหนึ่งๆ หรือกลุ่ม ได้พบในระยะเวลาอย่างต่อเนื่องกันเพื่อให้เห็น ภาพรวมของสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัยนั้น

2. การบันทึกสนาม (Field Note) เป็นการจดบันทึกเหมือนกับการใช้ระเบียบสะสม แต่การใช้บันทึกสนามจะจดตามสภาพที่เห็น โดยไม่ใช้ข้อคิดเห็นส่วนตัว หรือการแปลความ การ บันทึกโดยวิธีนี้ ครูและผู้วิจัยจะเห็นพฤติกรรมที่เกิดตามสภาพการณ์ที่เป็นจริง

3. การบันทึก/บรรยาย ถึงพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (Ecological Behavioral Description) เป็นการจดบันทึกที่พยายามให้เข้าใจลำดับขั้นของพฤติกรรมในชั้นเรียนที่กำลัง เป็นไปอยู่ และมีสิ่งเกิดขึ้นบ้าง เช่น ขณะที่บรรยายภาคในชั้นเรียนกำลังเครียด มีนักเรียน 2-3 คนส่งเสียงหัวเราะออกมา

4. การวิเคราะห์เอกสาร (Document Analysis) ศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง ที่มีอยู่เช่น คู่มือครู สมุดเตรียมสอน สมุดจดงาน และสมุดทำแบบฝึกหัดของนักเรียน บันทึกผล การเรียน รายงานประจำปีของโรงเรียน เอกสารแสดงกฎระเบียบ หรือนโยบายของโรงเรียน

5. การจดบันทึกอุกุกหรือจดหมายเหตุรายวัน (Diaries) เป็นการบันทึกส่วนบุคคล (ถ้าไม่จำเป็นต้องเป็นความลับส่วนตัว) ที่ระบุถึงหัวข้อเรื่องราวที่ตนเองสนใจอันเกี่ยวกับ สภาพการณ์เรียนการสอน นักเรียนควรได้รับการสนับสนุนให้แสดงความรู้สึก และข้อคิดเห็น ในแง่มุมของตนเองโดยการเขียนลงอุกุก

6. การจดบันทึกลงกระดานซึ่งเห็นรายการ (Item Sampling Cards) เป็นการ บันทึกเหมือนอุกุก แต่เน้นเฉพาะเรื่องในช่วงเวลาหนึ่ง ครู หรือนักเรียนควรจดบันทึกเป็น รายการ วันละหนึ่งเรื่องลงในกระดานซึ่งแต่ละใบแยกกัน

7. การใช้เอกสารทางราชการ (Portfolio) เช่นรายงานการประชุมของโรงเรียน ของหมวดวิชา ข่าวของทางราชการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำลังดำเนินการอยู่ บทความหรือการ วิเคราะห์ปัญหาทางการศึกษาของหนังสือพิมพ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน

8. การใช้แบบสอบถาม (Questionnaires) ใช้แบบสอบถามศึกษาข้อมูลเชิงความคิดเห็น แบบปลายเปิด หรือใช้แบบปลายปิดมีตัวเลือกให้ตอบ จะให้ได้ข้อมูลที่เป็นรายละเอียดครบถ้วน เพียงพอ ผู้วิจัยต้องกำหนดหัวข้อของเรื่องที่จะถามให้รัดกุมและครอบคลุม

9. การสัมภาษณ์ (Interviews) เทคนิคการสัมภาษณ์ให้ใช้คำถามที่ชัดเจนกว่าการรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ดำเนินการได้ 3 ลักษณะ คือแบบไม่ได้วางแผน (Unplanned) คือการสนทนาแบบไม่เป็นทางการระหว่างครูกับครู หรือครูกับนักเรียน แบบวางแผน แต่ไม่มีโครงสร้าง (Planned but Unstructured) เปิดโอกาสให้คู่สนทนาเลือกหัวข้อที่สนใจจะพูด ผู้สัมภาษณ์จะใช้คำถามอื่นๆ ประกอบ เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนเข้าประเด็น และแบบสุดท้ายคือ แบบมีโครงสร้าง (Structured) คือการสัมภาษณ์ที่เป็นไปตามชุดของคำถามที่ได้เตรียมการไว้แล้ว

10. การใช้สังคมมิติ (Sociometric Methods) เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงสังคมในกลุ่มนักเรียน โดยใช้คำถามว่า เขาชอบที่จะทำงาน หรือไม่ทำงานกับใคร เขาชอบที่จะส่งสรรค์ หรือไม่ส่งสรรค์กับใคร แล้วนำชื่อที่ถูกระบุไว้มาโยนหาความสัมพันธ์ว่าใครเป็นที่นิยมของกลุ่ม หรือใครถูกกลุ่มเพิกเฉย

11. การให้แบบตรวจสอบปฏิสัมพันธ์ และแบบสำรวจรายการ (Interaction Schedules and Checklists) เพื่อความสะดวกและเชื่อถือได้ในการสังเกตพฤติกรรมระหว่างครูและนักเรียน ผู้วิจัยอาจสร้างรายการแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน แล้วใช้ประกอบการสังเกตโดยการ (check) พฤติกรรมที่เกิดขึ้นไปตามรายการที่มีอยู่ เช่นการใช้คำถามของครู โอกาสในการตอบคำถามของนักเรียน เป็นต้น

12. การใช้เครื่องบันทึกเสียง (Tape Recording) เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างละเอียดลึกซึ้งในการเรียนการสอนเป็นกลุ่มเล็ก หรือในการสนทนาตัวต่อตัว

13. การให้วีดิทัศน์ (Video - Recording) บันทึกภาพและเสียงลงในวีดิทัศน์ เพื่อให้เห็นภาพของกิจกรรมทั้งชั้น หรือเลือกบันทึกรายการประเด็นที่สนใจ จะมีประโยชน์มากในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ภายหลัง

14. การใช้แบบทดสอบ (Test) ใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดจุดเด่น-จุดด้อย ในเนื้อหาวิชาของผู้เรียน เป็นต้น เป็นการรวบรวมข้อมูลทางด้านความสามารถทางสมองของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการปัญหาหรือสิ่งที่ เป็นข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มผู้เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมของ โรงเรียนและของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการถกปัญหา-อภิปรายปัญหา การประเมินโดยกลุ่มจะทำให้ได้แนวทางของการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม และเป็นพื้นฐานข้อมูลที่จะนำไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนการปฏิบัติต่อไป

หลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ต้องตระหนักอยู่เสมอคือ กลุ่มของบุคคลที่เกี่ยวข้อง มีความสำคัญต่อกระบวนการดำเนินการวิจัยและจะต้องใช้วงจรการวิจัยใน 4 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนการปฏิบัติ เพื่อนำมาปรับปรุงแผนงาน แล้วดำเนินการกิจกรรมที่ปรับปรุงใหม่ ซึ่งวงจรของ 4 ขั้นตอนจะมีลักษณะการดำเนินการเป็นบันไดเวียน (Spiral) กระทำซ้ำตามวงจรจนกว่าจะได้ผลปฏิบัติตามจุดมุ่งหมาย

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ใช้วิธีการของการวิจัยเชิงคุณภาพ คือการแจกแจงข้อค้นพบที่สำคัญในเชิงอธิบายความ ซึ่งจะนำมาสู่การสรุปเป็นผลงานวิจัย และแสดงให้เห็นแนวทาง หรือรูปแบบการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพเพื่อแก้ไขปัญหาในเรื่องราวของสิ่งที่ศึกษาดังนั้นการนำหลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการดำเนินการวิจัยในชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้วิจัยวิเคราะห์ วิเคราะห์ เพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการเรียนการสอนจะเป็นการพัฒนาในทางสร้างสรรค์ในแนวทางของการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.4 สรุปแนวคิดและหลักการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้สรุปหลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

1. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นความพยายามที่จะปรับปรุงการศึกษา โดยการเปลี่ยนแปลงการศึกษา และเรียนรู้ลำดับขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงนั้น
2. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการทำงานของกลุ่ม และใช้การปรึกษาหารือร่วมมือกันทำงาน (Collaboration) ให้เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยการปฏิบัติตามแนวทางที่กลุ่มกำหนด
3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการใช้การสะท้อนการปฏิบัติ (Reflection) โดยประเมินตรวจสอบในทุก ๆ ขั้นตอนเพื่อปรับปรุงการฝึกหรือการปฏิบัติให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย
4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีระบบ (Systemation-Learning Process) โดยบุคคลที่เกี่ยวข้องนำความคิดที่เป็นนามธรรม มาสร้างเป็นข้อสมมติฐานทดลองฝึกปฏิบัติ และประเมินผลการฝึกปฏิบัติซึ่งเป็นการทดสอบ (Test) ว่าสมมติฐานของแนวคิดนั้น ถูกหรือผิด
5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเริ่มจากจุดเล็ก ๆ (Start Small) โดยอาจเริ่มจากครูหรือผู้วิจัยคนเดียว ที่พยายามเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงบางอย่างทางการศึกษาให้ดีขึ้น ซึ่งขณะปฏิบัติการอยู่นั้น ต้องปรึกษา รับฟังความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้อง

6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการสร้างความรู้ใหม่ ที่ให้แนวทางปฏิบัติเชิงรูปธรรม จากการบันทึก (Records) พัฒนาการของกิจกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เห็นกระบวนการเข้าสู่ปัญหา การแก้ปัญหา การปรับปรุง และได้ผลสรุปที่สมเหตุ สมผล ในขณะที่เดียวกันสามารถนำปรากฏการณ์ที่ศึกษามาประมวลเป็นข้อมูล เชิงทฤษฎีได้

ตารางที่ 8 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ขั้นตอนการวิจัย	บทบาทของผู้วิจัย	บทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการวิจัย
1. <u>ขั้นวางแผนการปฏิบัติ</u> (Plan)	-สำรวจสภาพปัญหาที่สำคัญ -วิเคราะห์ปัญหาที่พบ -ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง -สรุปรูปแบบแนวทางแก้ปัญหา -สร้างเครื่องมือ	-รวบรวมข้อมูลที่เป็นปัญหา -สนับสนุนข้อมูล -ร่วมศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง -เสนอแนะข้อบกพร่อง -สนับสนุนงบประมาณ -เสริมด้านเนื้อหา-สื่อ
2. <u>ขั้นปฏิบัติการ</u> (ACT)	-ลงมือปฏิบัติตามแผน	-สังเกตพฤติกรรมนักเรียน
3. <u>ขั้นการสังเกต</u> (Observe)	-สังเกตพฤติกรรมนักเรียน -บันทึกเหตุการณ์ -การสัมภาษณ์ -วัดเจตคติ และวัดผลสัมฤทธิ์	-บันทึกพฤติกรรมนักเรียน -บันทึกเหตุการณ์ทั่วไป -บันทึกการสัมภาษณ์ -ช่วยแจกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
4. <u>ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ</u> (Reflect)	-วิเคราะห์ผลจากการปฏิบัติ -วิจารณ์ผลที่ได้ปฏิบัติ	-เสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต -ชี้ข้อดี-ข้อเสียที่ได้จากการวิจัย -ร่วมเสนอแนะแนวทางการปฏิบัติ
5. <u>ปรับปรุงแก้ไข</u>	-อภิปรายผลการปฏิบัติการวิจัย ในครั้งต่อไป -เสนอแนะแนวทางครั้งต่อไป -วางแผนแก้ปัญหาที่เหมาะสม	-ให้ข้อมูลการวิจัยเชิงคุณภาพ -ชี้ข้อบกพร่องจากการปฏิบัติ
6. <u>เริ่มวงจรใหม่ (1-4)</u>	-ปฏิบัติตามวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน	-ร่วมดำเนินการในทุกขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.7 รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วยขั้นตอนการปฏิบัติ 5 ขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขั้นกำหนดแผนการปฏิบัติ (Plan)

1.1 ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย (คณะครูที่เกี่ยวข้อง) ได้ร่วมกันศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านสว่างมรรคา โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ครูผู้สอน ผู้บริหาร นักเรียนและผู้ปกครอง รวมทั้งการสังเกตพฤติกรรมกรรมการสอนของครู พฤติกรรมการเรียนรู้และการตอบสนองของนักเรียน เพื่อรวบรวมข้อมูลในการหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงของการจัดการเรียนการสอน

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับหลักการสอน และรูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาพัฒนาปรับปรุงประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในการวิจัยครั้งนี้ โดยยึดหลักการและทฤษฎีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1.3.1 แผนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย (Cooperative Divergent Thinking on Problem Solving)

1.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.3.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านความคิดสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1.3.4 แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

1.3.5 แบบสัมภาษณ์นักเรียน

2. ขั้นการปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย แผนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 บทที่ 7 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน และบทที่ 13 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา บทประยุกต์ สร้างแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด และวิเคราะห์หลักสูตรเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ เสร็จแล้วก็ลงมือปฏิบัติตามแผน

3. ขั้นสังเกต (Observe)

3.1 สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะทำการสอน โดยผู้ร่วมในการวิจัย

3.2 บันทึกเหตุการณ์ขณะทำการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึก

3.3 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.4 วัดความสามารถทางด้านความคิดสร้างสรรค์การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.5 สัมภาษณ์ผู้เรียนภายหลังการสอนและการสอบได้สิ้นสุดลง เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์และประเมินผล

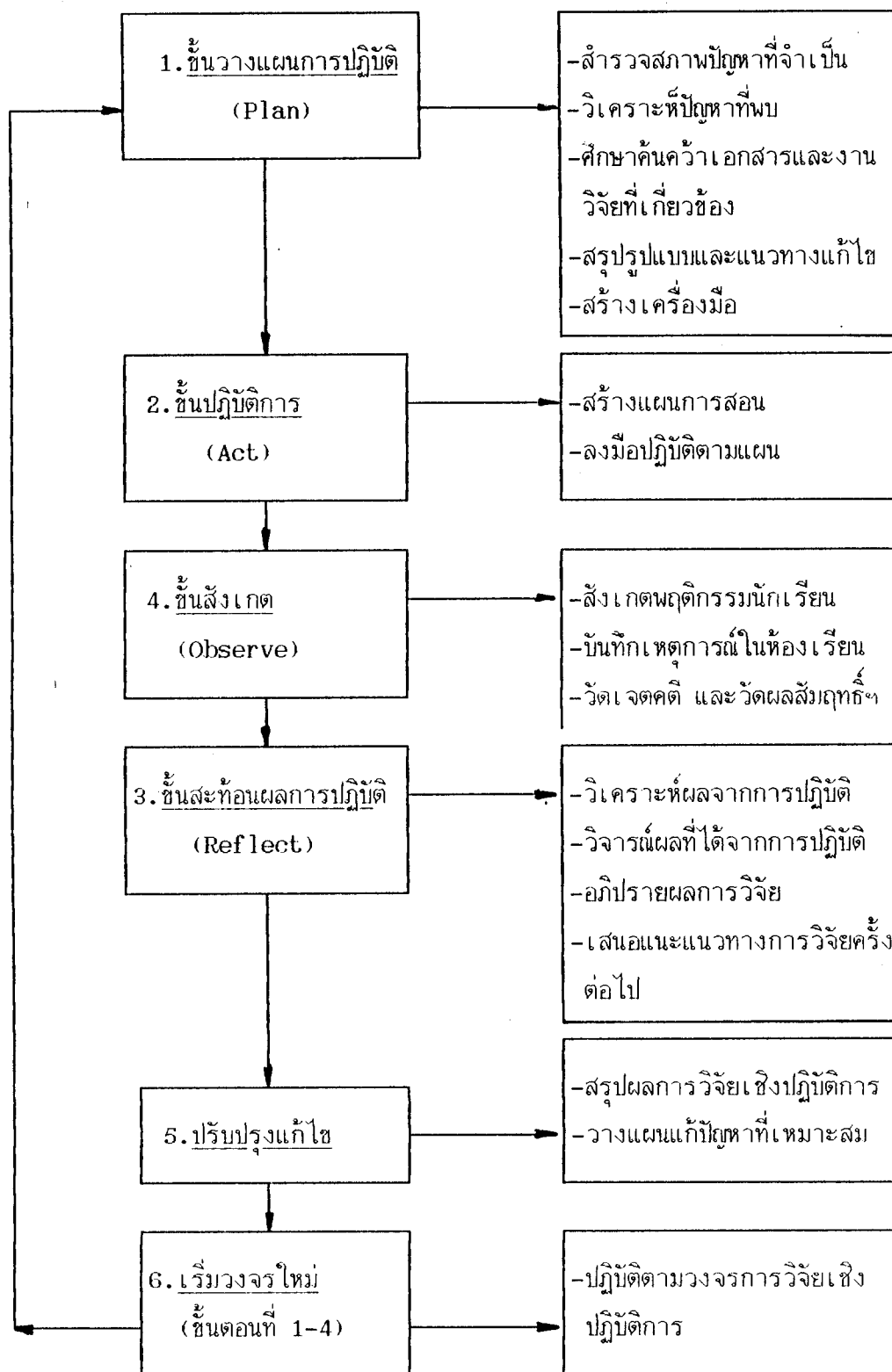
4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

4.1 นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยการบันทึกของผู้วิจัย และผู้ร่วมวิจัยภายหลังจากการที่สัมภาษณ์ผู้เรียน แล้วร่วมกันวิเคราะห์วิจารณ์สาเหตุของปัญหาาร่วมกัน ระหว่างผู้ร่วมวิจัยและผู้วิจัยกับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อนำข้อเสนอแนะไปเป็นแนวทาง ในการปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

4.2 นำข้อมูลที่สรุปแล้วมาปรับปรุงพัฒนาเป็นแผนการสอนในครั้งต่อไป ทั้งแผนการสอนเก่าที่สอนมาแล้ว และแผนการสอนที่จะใช้สอนในครั้งต่อไป

5. ขั้นสรุปผลการวิจัย นำผลที่ได้จากการปฏิบัติทั้งหมด ที่ผ่านการวิเคราะห์วิจารณ์จากผู้ร่วมวิจัย และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ หรือผู้เชี่ยวชาญมาสรุปและปรับปรุงรูปแบบการสอนและแผนการสอนใหม่ และในขั้นสุดท้ายจะได้รูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ ที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และพัฒนาความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

สรุป รูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้แบบอเนกนัย โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังตารางต่อไปนี้



รูปที่ 14 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ