

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดดังนี้

1. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.4 ยุทธวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.6 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
- 2.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 2.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 2.4 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 2.5 แนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 2.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
 - 3.1 ความสัมพันธ์ของความสามารถในการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์
 - 3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
 - 3.3 แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

4. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.2 องค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือ
 - 4.3 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.4 ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
 - 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

1. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้
 ครูลิขิต และ รูดนิก (Krulik & Rudnick, 1993, p. 6) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เป็นภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณในตัวปัญหานั้น ไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาคงค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา จึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

เซฟฟีลด์ และ ครูอิกซาง (Sheffield & Cruikshank, 2000, p. 38) กล่าวว่า ปัญหาเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความงุนงง ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ไม่สามารถหาวิธีการแก้ได้ทันที หรือรู้วิธีการหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับจำนวนเท่านั้น แต่อาจเกี่ยวข้องกับปริภูมิหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, หน้า 16) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบซึ่งบุคคลต้องใช้สาระความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้คิดหาคำตอบไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้คิดหาคำตอบในบางสถานการณ์เป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับคนอื่น ๆ ก็ได้

ราตรี เกตบุตรดา (2546, หน้า 38) ได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ คำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ซึ่งเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามิคุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ผู้แก้ปัญหามิจำเป็นต้องใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์และวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.] (2551, หน้า 7) กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบโดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์ในทันที

อรวรรณ ดันสุวรรณรัตน์ (2552, หน้า 27-28) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ปัญหาหรือคำถามที่ไม่คุ้นเคย และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหามิจำเป็นต้องใช้กระบวนการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงประสบการณ์มาใช้ในการหาคำตอบ

ชญานา ใจโปร่ง (2554, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบโดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอนหรือวิธีการที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องเผชิญและต้องการค้นหาคำตอบ โดยไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องอาศัยการเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ความสามารถทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อมาใช้ในการหาคำตอบ

1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้
 บิทเทอร์ แฮทฟิลด์ และเอ็ดเวิร์ด (Bitter, Hatfield, & Edwards, 1993, p. 36) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาใน 3 ลักษณะ คือ

1. การแก้ปัญหา ในฐานะที่เป็นเป้าหมาย ซึ่งไม่เน้นกระบวนการหรือวิธีการแก้ปัญหา หรือแม้แต่รายละเอียดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แต่จะสนใจผลลัพธ์สุดท้าย
2. การแก้ปัญหา ในฐานะที่เป็นกระบวนการ ซึ่งให้ความสำคัญกับโอกาสที่นักเรียนจะได้ฝึกฝนวิธีการ ยุทธวิธีต่าง ๆ และการค้นพบเกี่ยวกับการแก้ปัญหด้วยตนเอง
3. การแก้ปัญหา ในฐานะที่เป็นทักษะ ซึ่งต้องการความตั้งใจ และความพยายามที่จะระบุประเภทและลักษณะของปัญหา หรือวิธีการในการแก้ปัญหาให้ได้

เพอร์ดิการิส (Perdikaris, 1993, p. 423) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการเตรียมการพัฒนาทักษะไปสู่แนวคิดใหม่ เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน ความสำเร็จในการแก้ปัญหะทำให้เกิดการพัฒนาคุณลักษณะที่ต้องการแก่นักเรียนได้ เช่น ความใฝ่รู้ หรือ ความอยากรู้อยากเห็น

ไอแซกสัน โดวอล และเทรฟฟิงเกอร์ (Isaksen, Dorval, & Treffinger, 2011, p. 19) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นกระบวนการในการปิดช่องว่างระหว่างสิ่งที่กำหนดกับสิ่งต้องการทราบ โดยการตอบคำถาม, ขจัดความไม่แน่ใจ หรืออธิบายบางอย่างที่ไม่เข้าใจมาก่อนหน้านี้

มยุรี บุญเยี่ยม (2545, หน้า 35) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือกระบวนการทางสมองอย่างหนึ่งที่มีความยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งผู้แก้ปัญหาคงต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์ต่าง ๆ ประมวลเข้ากับส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการหรือบรรลุจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 7) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชญากา ใจโปร่ง (2554, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาแล้วนั้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์นั้น

1.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการการแก้ปัญหานั้นเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้สำเร็จ มีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ไว้ กระบวนการแก้ปัญหาที่ได้รับการยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาดำเนินการของโพลยา (Polya, 1957, p. 5-19 อ้างอิงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, หน้า 8-10) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปข้างหน้า พิจารณาหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองก็ได้

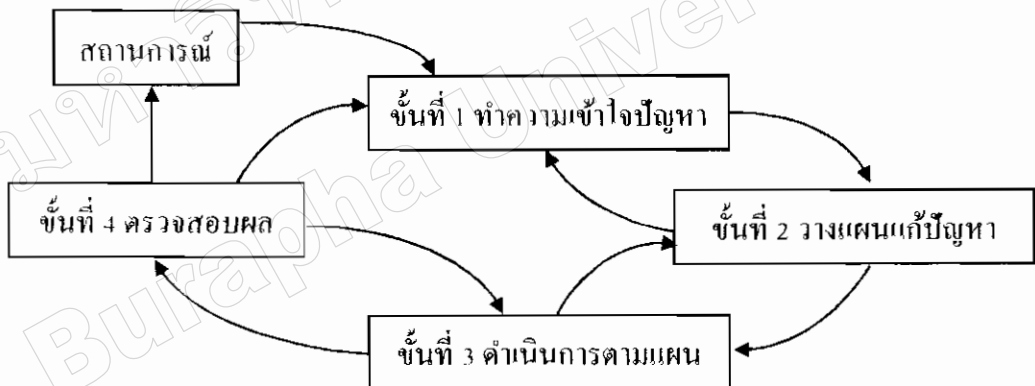
ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และทำสรุปเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้แล้ว

พิจารณาว่ามีคำตอบหรือมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบ ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้งสี่ขั้นตอนข้างต้น ได้มีการนำมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง แต่หลายคนมักมองว่ากระบวนการนี้ต้องดำเนินการที่ละขั้นเรียงตามลำดับ ไม่สามารถข้ามขั้นได้ และเป็นกระบวนการที่เน้นการได้คำตอบมากกว่ากระบวนการแก้ปัญหา ค่อมาวิลสัน (Wilson) และคณะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, หน้า 10 - 12) จึงได้เสนอแนะกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัวสามารถวนไปเวียนมาได้ โดยเมื่อเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้น วางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ สุดท้ายพิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหา ดังแผนภูมิ



ภาพที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหาของที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ

สำหรับทิศทางของลูกศรนั้น เป็นการแสดงการพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะเคลื่อนการกระทำจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรือพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าเมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นที่ 1 คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา และคิดว่ามีความเข้าใจปัญหาดีแล้ว ก็เคลื่อนการกระทำไปสู่ขั้นวางแผนแก้ปัญหา หรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่

วางไว้ในขั้นที่ 3 แต่ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ นักเรียนก็อาจย้อนกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ในขั้นที่ 2 หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ในขั้นที่ 1 ก็ได้

กาโรฟาโล และเลสเตอร์ (Garofalo & Lester, 1985, p. 171) ได้เสนอกรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา เป็นการประเมินและทำความเข้าใจปัญหา แบ่งเป็น

1. ยุทธวิธีการทำความเข้าใจ
2. การวิเคราะห์ข้อมูลและเงื่อนไข
3. ประเมินความคุ้นเคยกับงาน
4. การสร้างตัวแทนปัญหา
5. การประเมินความยากและโอกาสที่จะสำเร็จ

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการวางแผนและหาทางเลือกของการดำเนินงาน แบ่งเป็น

1. ระบุเป้าหมายย่อยและเป้าหมายสุดท้าย
2. วางแผนทั้งหมด
3. วางแผนย่อย (นำไปสู่แผนทั้งหมด)

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดพฤติกรรมเพื่อให้สอดคล้องแผนการที่วางไว้ แบ่งเป็น

1. ดำเนินการตามแผนย่อย
2. กำกับกับความก้าวหน้าในการดำเนินการตามแผนย่อยและแผนทั้งหมด
3. กำกับบางอย่างที่ควรเปลี่ยนแปลง เช่น การใช้เวลากับความถูกต้อง เป็นต้น

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ เป็นการประเมินตามการดำเนินการและผลของแผนการดำเนินการ แบ่งเป็น

1. ประเมินการกำหนดปัญหา และการวางแผนแก้ปัญหา
 - 1.1 ความถูกต้องของตัวแทนปัญหา
 - 1.2 ความถูกต้องของแผนการแก้ปัญหา
 - 1.3 ความสอดคล้องของแผนย่อยกับแผนทั้งหมด
 - 1.4 ความสอดคล้องของแผนทั้งหมดกับเป้าหมาย
2. ประเมินการดำเนินการแก้ปัญหา
 - 2.1 ความถูกต้องของการดำเนินการ

- 2.2 ความสอดคล้องของการดำเนินงานตามแผน
- 2.3 ความสอดคล้องของผลลัพธ์แต่ละขั้นตอนกับ
- 2.4 ความสอดคล้องของผลลัพธ์สุดท้ายกับเงื่อนไขของปัญหา

ครูลิก และรูดนิค (Krulik & Rudnick, 1993, pp. 5-6) เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นการอ่านและคิด คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา บันทึกคำสำคัญจากโจทย์ การทวนปัญหาด้วยคำพูดของตนเองว่าโจทย์ต้องการอะไร และ โจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้
2. ขั้นการสำรวจรายละเอียดของปัญหา คือ การจัดลำดับข้อมูลข่าวสาร พิจารณาถึงความพอเพียงของข้อมูล จัดข้อมูลโดยการวาดรูปหรือไดอะแกรม การเขียนแผนภูมิหรือตาราง
3. ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับปัญหา โดยใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เช่น การทำย้อนกลับ การคาดคะเนและการตรวจสอบ การสร้างสถานการณ์หรือการทดลอง การเขียนโครงสร้างในการจัดระบบที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา การอุปนัย และการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วน ๆ เพื่อเตรียมการแก้ปัญหา
4. ขั้นลงมือแก้ปัญหา เป็นการดำเนินการตามแผน โดยใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ทางด้าน การคำนวณหรือใช้ตรรกศาสตร์เบื้องต้น
5. ขั้นการสะท้อนกลับและการขยายผล เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ คำตอบครบถ้วนหรือไม่ น่าสนใจหรือไม่ และคำตอบที่ได้อธิบายปัญหาได้อย่างเพียงพอหรือไม่

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การทำความเข้าใจกับปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้

1.4 ยุทธวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ยุทธวิธีแก้ปัญหาคือเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหา การเรียนรู้ยุทธวิธีแก้ปัญหาคือการเพิ่มวิธีแก้ปัญหให้กับตนเอง เมื่อพบปัญหาสามารถเลือกวิธีแก้ปัญหามาให้เหมาะสมกับปัญหา สามารถแก้ปัญหาให้สำเร็จได้ง่าย

นันทชัย นวลสะอาด (2551, หน้า 2-3) ได้ศึกษายุทธวิธีแก้ปัญหของนักการศึกษาหลายท่าน แล้วสรุปยุทธวิธีแก้ปัญหที่สำคัญไว้ดังนี้

1. หารูปแบบ วิธีนี้จะค้นหาลักษณะร่วมที่สอดคล้องกันของข้อมูลที่ซ่อนอยู่ในปัญหา สร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล แล้วนำมาตรวจสอบกับข้อมูลที่เหลือให้ครบ จะสามารถทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปจากข้อมูลที่มี ทำให้เราแก้ปัญหาได้ง่าย
2. ทำเป็นรายการหรือตาราง ใช้ตารางในการรวบรวมข้อมูลเพื่อช่วยให้เห็นคำตอบ หรือใช้ตารางในการพิจารณากรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหานั้นให้ลงรายการข้อมูลทั้งหมดโดยเป็นตัวแทนของโจทย์ปัญหาและรวบรวมรายการทั้งหมดให้เป็นระบบที่ง่ายต่อความเข้าใจ เมื่อจัดการการได้ในลักษณะนี้แล้วจะพบว่ามันง่ายที่จะค้นพบความสัมพันธ์และรูปแบบของข้อมูล
3. เชื่อมโยงกับปัญหาที่คุ้นเคย เป็นการค้นหาปัญหาที่คล้ายกันซึ่งเคยแก้มาก่อนเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาใหม่ พยายามเชื่อมโยงโจทย์ปัญหาให้เหมือนกับที่เคยแก้ กรณีเหล่านี้สามารถใช้ลักษณะที่เหมือนกันอย่างที่ได้ใช้มาก่อน
4. ทำย้อนกลับ ปัญหาบางปัญหาอาจง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นพิจารณาจากคำตอบ หรือผลขั้นสุดท้ายแล้วย้อนกลับไปหาจุดตั้งต้น
5. เขียนสมการ ยุทธวิธีนี้ใช้ความรู้ทางพีชคณิตโดยสร้างสมการให้สอดคล้องกับปัญหา แล้วดำเนินการแก้สมการ
6. เค้าและตรวจสอบ ในขั้นแรกจะเดาคำตอบและใช้เหตุผลดูความเป็นไปได้แล้วตรวจสอบคำตอบ หากยังไม่ใช่คำตอบให้เดาต่อไปแล้วตรวจสอบคำตอบไปอีกเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบคำตอบ
7. วาดภาพ ยุทธวิธีนี้ให้วาดภาพโดยยึดโจทย์ปัญหาเป็นหลัก จะช่วยให้มองเห็นภาพจากปัญหาที่ยุ่งยาก หรือปัญหาที่เป็นนามธรรม ทำให้ปัญหานั้นดูง่ายขึ้น และเป็นรูปธรรมมากขึ้นเพราะเราเห็นสิ่งของเป็นรูปภาพ ช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ดีและเห็นปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น
8. ตัดข้อมูลที่ไม่ง่ายออก ปัญหาบางปัญหาให้ข้อมูลที่จำเป็น และไม่จำเป็น ผู้แก้ปัญหาจึงควรตัดข้อมูลบางส่วนที่ไม่จำเป็นออกเพื่อทำให้ข้อมูลนั้นแคบลง
9. ลงมือแก้ปัญหา เป็นการลงมือกระทำตามเงื่อนไขของข้อมูลที่ให้มาแล้วจึงจะทำให้เห็นขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ลงมือปฏิบัติกับปัญหาอย่างเป็นธรรมชาติโดยใช้คนหรือสิ่งของในลักษณะเดียวกันเหมือนกับอธิบายในโจทย์ปัญหา ยุทธวิธีนี้เป็นประโยชน์เมื่อพบว่ายากที่นี้ภาพของโจทย์ปัญหา
10. เปลี่ยนเป็นปัญหาที่ง่ายกว่า เช่น การลดจำนวนให้น้อยลง จนสามารถคำนวณได้ เมื่อค้นพบวิธีการที่จะแก้ปัญหาที่ง่ายแล้วจึงนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาใช้กับปัญหาที่มีขนาดใหญ่

11. พิจารณาทุกกรณีที่เป็นไปได้ ยุทธวิธีนี้จะแจ้งความเป็นไปในทั้งหมดโดยนำมาเขียนเป็นรายการ สร้างตาราง หรือสร้างแผนภาพต้นไม้
 12. เปลี่ยนมุมมองของปัญหา บางปัญหาต้องการให้เปลี่ยนสิ่งที่มีอยู่ในใจ หรือหยุดคิดชั่วคราว จากนั้นมองภาพสถานการณ์ปัญหานั้นด้วยวิธีใหม่ อาจคิดนอกกรอบโดยพยายามมองโจทย์ปัญหาในแง่คิดที่แตกต่างหรือใช้วิธีแปลกใหม่ จะทำให้มองเห็นสิ่งที่ไม่เคยเห็นมาก่อน
 13. การใช้เหตุผล เป็นการใช้ข้อมูลที่กำหนดในปัญหา ประมวลเข้ากับความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่แล้วพิจารณาลึกลงไปถึงที่เป็นไปไม่ได้ และสิ่งที่เป็นสาเหตุบังคับนำไปสู่ผลซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา
 14. แบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการพิจารณาปัญหาหรือแบ่งปัญหาออกเป็นส่วน ๆ เพื่อลดระดับความซับซ้อนลง และแก้ปัญหายากจากกรณีที่ยาก ๆ นั้นก่อน แล้วนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาคำหนดให้
 15. การสร้างแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองแทนปัญหาอาจใช้ของจริง รูปภาพ หรือใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และช่วยกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา การสร้างแบบจำลองของปัญหาจะทำให้เข้าใจโมเดลการดำเนินการที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 12-42) ได้แบ่งประเภทของยุทธวิธีในการแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้
1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้มักจะใช้ในปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต
 2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นหาแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา
 3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น
 4. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ออกก่อน แล้วค่อยค้นหา

ระบบหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจกกรณีที่เหมาะสมยุทธวิธีนี้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจกกรณีด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนด ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการเดาในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

6. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดในรูปของสมการหรือบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อหาว่าข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้ แล้วเขียนสมการหรืออสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการมักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ซึ่งได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวกและสมบัติการคูณ และเมื่อใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหา ถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางพีชคณิต

7. การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้กับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้ก็คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วน ๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลง หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคยหรือเปลี่ยนเคยแก้มาก่อนหน้านี้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา บางปัญหาเราใช้การ

ให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับ การคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนภาพหรือแผนภาพจนทำให้ บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่น ได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้ มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่า เป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง ยุทธวิธีนี้มักใช้กับ ปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่จะแสดงเป็น เท็จ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหานั้นมีหลากหลาย โจทย์ปัญหา บางปัญหาสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีได้หลายยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ทั้งนี้นักเรียนควรฝึกฝนและเรียนรู้ ถึงลักษณะของยุทธวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาย่างถูกต้อง เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของ ตนเอง

1.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามathematics

การแก้ปัญหามathematics เป็นทักษะกระบวนการอย่างหนึ่งที่ควรปลูกฝังให้นักเรียน ครูจึงควรศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามathematics โดยมีนักวิชาการและ นักการศึกษาได้เสนอแนะไว้ดังนี้

บิทเทอร์ แฮทฟิลด์ และเอ็ดเวิร์ด (Bitter, Hatfield, & Edwards, 1993, pp. 43-44) ได้เสนอ แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ไว้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจและไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน
2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหา เพื่อฝึกให้นักเรียนทำงาน ร่วมกับผู้อื่น
3. ควรฝึกให้นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ สิ่งที่โจทย์กำหนดที่สามารถนำไปใช้ในการ แก้ปัญหา และยังคงการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหานั้น ๆ
4. ควรตั้งคำถามที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจว่าปัญหานี้ต้องการอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูละเอียดความหมายของคำที่ใช้ในปัญหานั้นให้ นักเรียนทราบ
5. นำเสนอปัญหาหลากหลายรูปแบบเพื่อไม่ให้นักเรียนรู้สึกเบื่อกับปัญหาที่ซ้ำซากและ ไม่ท้าทาย

6. นำเสนอปัญหาในห้องเรียนบ่อย ๆ เพื่อให้กลายเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนการสอนในห้องเรียน จะทำให้นักเรียนไม่มองว่าเป็นสิ่งที่แยกออกมา แต่เป็นสิ่งที่ต่อเนื่อง คู่กัน และจำเป็น

7. เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างและวิเคราะห์ปัญหา มีการอภิปรายถึงสิ่งที่โจทย์ถ่วงมา และยุทธวิธีที่ไม่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้

8. ส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีเดิมหลาย ๆ ข้อ เพื่อให้เข้าใจสิ่งสำคัญของแต่ละยุทธวิธี ซึ่งแต่ละยุทธวิธีจะมีความยืดหยุ่นและสามารถประยุกต์ไปสู่สถานการณ์ที่กว้างขึ้น และยังส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาเดียวกันหลาย ๆ วิธี เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ

9. ช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะปัญหานั้น ๆ

10. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่

11. ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผล และดำเนินการแก้ปัญหา

12. ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบและทดสอบคำตอบที่ได้เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

13. ควรมีการอภิปรายถึงปัญหาที่หาทางแก้ได้ยาก

สมเดช บุญประจักษ์ (2540, หน้า 64) กล่าวว่าไว้โดยสรุปได้ว่า เป้าหมายของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหามาให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ โดยทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินแก้ปัญหา และตรวจสอบผล โดยฝึกตามขั้นตอนดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ฝึกให้ผู้เรียนอ่าน โจทย์อย่างละเอียด แล้วทำความเข้าใจ จำแนกสถานการณ์หรือข้อมูลออกเป็น ส่วน ๆ โดยมุ่งให้ผู้เรียนสามารถตอบคำถาม ต่อไปนี้ โจทย์ให้ข้อมูลอะไร มีเงื่อนไขอย่างไร โจทย์ต้องการหาอะไร โดยอาจเริ่มจากการตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ ต่อไปจึงให้ผู้เรียนฝึกทำความเข้าใจเอง

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงหรือมองหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่จำเป็นกับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้ผู้เรียนบอกความหมาย อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล และแทนข้อมูลโดยใช้วิธีต่าง ๆ เช่น ใช้แผนภาพ ตาราง หรือเทคนิคอื่น ๆ เพื่อสร้างความกระจ่างชัด และเห็นเป็นรูปธรรม แล้วจึงแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจแปลความในโจทย์ปัญหา ให้อยู่ในรูปประโยคทางคณิตศาสตร์เลย หากเข้าใจโจทย์ปัญหาดีแล้ว

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักประมาณคำตอบ โดยการคิดในใจ แล้วดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ และทักษะที่มีอยู่ก่อนแล้ว การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการตรวจสอบคำตอบของปัญหา คือ ตรวจสอบคำตอบที่ได้กับคำตอบที่ประมาณในใจ ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา

จากแนวคิดข้างต้นพอสรุปได้ว่า แนวทางที่ควรนำมาพิจารณาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ การเลือกปัญหาที่น่าสนใจหลากหลายรูปแบบและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียน การจัดบรรยากาศในห้องเรียน มีการวางแผนการแก้ปัญหาโดยการอภิปรายร่วมกัน แสดงความคิดเห็น การกำหนดเวลาในการคิดและการลงมือแก้ปัญหา กับนักเรียนให้เหมาะสม และฝึกให้นักเรียนรู้จักการคาดคะเนคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ได้

1.6 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของข้อสอบอัตนัย ซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงขั้นตอนการคิดคำนวณตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงการแก้ปัญหาจนสำเร็จ จะต้องให้คะแนนในทุกขั้นตอน แม้คำตอบสุดท้ายที่ได้จะไม่ถูกต้องทั้งหมด แต่มีบางส่วนที่ถูกต้อง ครูก็ควรจะให้คะแนนตามความสามารถของนักเรียน การให้คะแนนข้อสอบอัตนัยจึงควรมีหลักในการให้คะแนนอย่างชัดเจน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 104-106) เสนอแนวคิดว่าการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากรายการประเมิน 4 ประเด็น คือ (1) ความเข้าใจปัญหา (2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา (3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ (4) การสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมที่พิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาของผู้เรียนในภาพรวม โดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ในกรณีที่ผู้ประเมินต้องการตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในประเด็นย่อยตามกระบวนการแก้ปัญหา อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยที่มีการกำหนดระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นย่อยเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน(ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547, หน้า 22-25) ได้รวบรวมแนวทางการประเมินการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งนำเสนอเกณฑ์การให้คะแนน 3 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 การให้คะแนนตามรูปแบบของซีเทล (Sztecle)

ซีเทล (Sztecle) เสนอการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า ครูควรประเมิน
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของเด็ก โดยใช้เกณฑ์ง่าย ๆ ดังนี้

- ให้ 0 คะแนน ถ้าเด็กไม่ได้แสดงว่าคิดแก้ปัญหาได้เลย กระดาษคำตอบอาจว่าง
เปล่า ไม่มีการตอบคำถาม หรือการแสดงวิธีแก้ปัญหาเอาไว้เลย
- ให้ 1 คะแนน ถ้าเด็กพยายามตอบคำถาม แต่คำตอบที่ให้ไม่มีเหตุผล หรือตอบไม่
ตรงคำถาม
- ให้ 2 คะแนน ถ้าเด็กแสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในตัวคำถาม สามารถตอบคำถาม
ได้บ้างแต่ไม่สมบูรณ์ มีวิธีทำที่ยังสับสนอยู่
- ให้ 3 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามได้ดี สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง มีเหตุผล
พอสมควร การอ้างอิงถูกต้อง แต่วิธีทำยังขาดความสมบูรณ์ ขาด
ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ หรือมีข้อผิดพลาดบกพร่องบ้าง
- ให้ 4 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามดี ตอบคำถามและแสดงวิธีทำในการแก้ปัญหาได้
อย่างถูกต้องสมบูรณ์ มีเหตุผลและอ้างอิงถูกต้อง

แบบที่ 2 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ (Chares)

ชาร์ลส์ (Chares) เสนอการเกณฑ์การให้คะแนนอีกวิธีหนึ่งที่เรียกว่า การให้คะแนนแบบ
แยกส่วน (Analytic Scoring Scales) ในแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ซึ่งแบ่งการให้คะแนนออกเป็น
3 ตอน แต่ละตอนมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินความเข้าใจปัญหา

- ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่เข้าใจปัญหาเลย
- ให้ 1 คะแนน ถ้าเข้าใจปัญหาเพียงบางส่วนหรือเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปล
ความหมายตัวปัญหาบางส่วนผิดพลาด
- ให้ 2 คะแนน ถ้าเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้องสมบูรณ์

ตอนที่ 2 การวางแผนปัญหา

- ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่ได้มีความพยายามในการวางแผน หรือวางแผนไม่ถูกต้อง
ไม่ได้มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้เลย
- ให้ 1 คะแนน ถ้าการวางแผนมีส่วนถูกต้องอยู่บ้าง สามารถนำปัญหาบางส่วนมา
กำหนดเป็นขั้นตอน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาได้
- ให้ 2 คะแนน ถ้าสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาได้
อย่างสมบูรณ์

ตอนที่ 3 การได้คำตอบ

- ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่มีคำตอบ หรือคำตอบที่ผิด ๆ หลงทางเนื่องจากการวางแผนที่
ผิดพลาดแต่แรก
- ให้ 1 คะแนน ถ้ามีการเขียนคำตอบหรือวิธีทำที่ผิด เนื่องจากการลอก โงงหัยผิด
คำนวณผิด ทำให้ได้คำตอบที่ผิด แต่มีความเข้าใจถูกต้องอยู่บ้าง
คำตอบบางส่วนมีความถูกต้อง
- ให้ 2 คะแนน คำตอบถูกต้อง เขียนอธิบายวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์

แบบที่ 3 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ เลสเตอร์ และ โอเคฟเฟอร์ (Charies, Lester and O'defffer)

ชาร์ลส์ เลสเตอร์ และ โอเคฟเฟอร์ ได้เสนอวิธีการให้คะแนนที่เรียกว่า การให้คะแนนแบบ
ภาพรวม (Holistic Scoring Scales) โดยกำหนดการให้คะแนนเต็ม 4 คะแนน ถ้าสามารถแก้ปัญหาได้
อย่างถูกต้องมากน้อยต่าง ๆ กันจะได้คะแนนลดหลั่นกันตามส่วน ดังนี้

- | คะแนนที่ให้ | ลักษณะของวิธีการแก้ปัญหาและหาคำตอบ |
|-------------|---|
| ให้ 0 คะแนน | นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้เลย แม้จะมีรอยขีดเขียนอยู่บ้าง
ก็ไม่ได้ใกล้เคียง หรือมีคู่ทางว่าจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ |
| ให้ 1 คะแนน | ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาโจทย์ได้ถูกต้อง ได้แสดงการคิด
คำนวณที่ถูกต้องบ้างเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าเขารู้วิธีทำที่ถูกต้องแต่
ไม่สามารถทำงานสำเร็จได้ |
| ให้ 2 คะแนน | มีวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง ได้แสดงวิธีทำอย่างมีเหตุผลแต่รายละเอียด
ของการคิดคำนวณยังผิดอยู่ ส่วนใหญ่เป็นความผิดจากการเข้าใจผิด
หรือมีความบกพร่องในขั้นตอนการคำนวณ |

- ให้ 3 คะแนน สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เกือบถูกต้องสมบูรณ์ วิธีทำถูกต้องตาม ขั้นตอนต่าง ๆ แต่มีข้อผิดพลาดบกพร่องในรายละเอียดบางประการ เช่น ไม่ได้ระบุเงื่อนไขที่จำเป็นประกอบคำอธิบาย หรือวิธีทำถูกต้อง ทั้งหมดแต่คำตอบในขั้นสุดท้ายผิดพลาด
- ให้ 4 คะแนน มีความถูกต้องทั้งวิธีทำ และรายละเอียดของการคิดคำนวณ

จากที่กล่าวมาข้างต้น เกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของข้อสอบอัตนัยมีหลายแบบ ครูจึงควรเลือกเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนไปปรับปรุงและ ประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาต่าง ๆ เพื่อครูจะได้มีมาตรฐานในการให้คะแนน มีเกณฑ์การให้ คะแนนที่เป็นรูปธรรม และนักเรียนก็จะได้รับความเป็นธรรมมากขึ้น

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาจำนวนมากได้สนใจเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

วอลลาจซ์ และ โคเจน (Wallach & Kogan, 1957 อ้างถึงใน อารี พันธุ์มณี, 2547, หน้า 4) อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เมื่อระลึกถึงสิ่งหนึ่งก็ได้ ก็จะเป็นสะพานช่วยให้ระลึกถึงสิ่งอื่นที่มีความสัมพันธ์กันต่อไปได้อีก

กิลฟอร์ด (Guilford, 1959 cited in Alexander, 2007, p. 18) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิดไปสู่คำตอบที่ถูกต้องหรือ คำตอบที่มากมายไม่ซ้ำกัน

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1962 อ้างถึงใน อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์, 2552, หน้า 50) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของความรู้สึกไว ต่อปัญหา หรือสิ่งที่ขาดหายไป หรือสิ่งที่ยังไม่ประสานกัน แล้วเกิดความพยายามในการสร้างแนวคิด ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานและเผยแพร่ผลที่ได้ให้ผู้อื่น ได้รับรู้และเข้าใจ อันเป็นแนวทางค้นพบ สิ่งใหม่ต่อไป

สแตมเบิร์ก (Sternberg, 1995 อ้างถึงใน ทิพวัลย์ ปัญจมะวัต, 2548, หน้า 8) ให้ความหมาย ของความคิดสร้างสรรค์ ในแง่ของผลผลิตที่สร้างสรรค์ซึ่งจะต้องเป็นสิ่งที่แตกต่างไปจากแนวโน้มน

ปกติที่ผู้อื่นคิด เป็นสิ่งที่ริเริ่มขึ้นมาใหม่ไม่อาจทำนายได้ และเป็นสิ่งที่มีความเหมาะสมกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข

ทิพวัลย์ ปัญจมะวัต (2548, หน้า 9) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดได้กว้างไกล คิดนอกกรอบ สามารถมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ มีความไวในการรับรู้ต่อปัญหา ทำให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการ ซึ่งมีลักษณะแปลกใหม่ เหมาะสมกับการแก้ปัญหา

นฤมล จันทร์สุขวงศ์ (2551, หน้า 11) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิด ที่สามารถขยายหรือปรับเปลี่ยนขอบเขตความคิดที่มีอยู่เดิมสู่ความคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดเดิมแล้วเป็นความคิดที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

ภัทรกร แสงไชย (2551, หน้า 44) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิด มีการขยายขอบเขตความคิดออกไป จากกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่ สู่ความคิดใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน เพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด ให้กับปัญหาที่เกิดขึ้น

दनัย ถนอมจิต (2553, หน้า 9) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของแต่ละบุคคล ที่มีลักษณะการคิดแบบอนกนัย (Divergent Thinking) คือ คิดอย่างริเริ่ม คิดอย่างหลากหลาย คิดอย่างยืดหยุ่น และคิดอย่างละเอียดละออ ซึ่งเป็นความคิดที่สามารถสร้างสรรค์ สิ่งแปลกใหม่ มีคุณค่าและเกิดประโยชน์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553, หน้า 187) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการจินตนาการและรวบรวมความรู้ความคิดอย่างหลากหลายและรวดเร็ว แล้วสร้างเป็นความรู้ ความคิดใหม่ของตนเอง สามารถคิดนอกกรอบได้ มีผลงานการคิด สามารถริเริ่มสร้างสรรค์ผลงานหรือสิ่งใหม่ ๆ ที่เหมาะสมและใช้งานได้

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของแต่ละบุคคลที่สามารถคิด โดยขยายความคิดออกไปจากกรอบเดิมที่มีอยู่ ไปสู่การคิดใหม่ ๆ ได้ที่หลากหลาย แตกต่างจากบุคคลอื่น ทำให้เกิดการแก้ปัญหาหรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์

2.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

กาลเลงเยอร์ และกาลเลงเยอร์ (Gallagher & Gallagher, 1994, p. 319) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิดเฉพาะบุคคลในการสร้างแนวคิดใหม่หรือผลงานใหม่ หรือผสมผสานแนวคิดหรือผลงานที่มีอยู่แล้วให้แปลกใหม่สำหรับคนนั้น ๆ

โคเฮน มานเนียน และมอร์ริสัน (Cohen, Manion, & Morrison, 2000, pp. 56-57) ได้ให้นิยามของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเขียนคำตอบที่เป็นตัวเลข กราฟ หรือแผนภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งคำตอบอยู่ในลักษณะที่มีการประยุกต์

นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2552, หน้า 47) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างซับซ้อน โดยใช้กระบวนการคิดที่แปลกใหม่ ริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองที่คิดคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลงผสมผสานความคิดเดิมกับสิ่งใหม่ และเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำแบบใคร ซึ่งอาจจะเป็นการคาดคะเนขั้นตอนวิธีหรือแก้ปัญหาใด ๆ ทางคณิตศาสตร์

दनัย ฤนอมจิตร (2553, หน้า 18) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถทางการคิดที่มีความแปลกใหม่ มีความยืดหยุ่น และมีความหลากหลาย ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้กระบวนการคิดที่กว้างไกล แปลกใหม่ หลายทิศทาง โดยการคิดดัดแปลง ประยุกต์ ผสมผสานกับความคิดเดิมทำให้เกิดสิ่งใหม่ โดยมีสถานการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้นให้มีการแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา

2.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดที่ซับซ้อน ไม่สามารถมองได้ชัดเจน จึงมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้จัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ เพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 อ้างถึงใน อรรถรรณ ต้นสุวรรณรัตน์, 2552, หน้า 54) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดเอกนัยประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้ อย่างรวดเร็ว มีปริมาณมากในเวลาจำกัด และไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องมีความสำคัญในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีแก้ไขได้หลายวิธี
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทหลายทิศทาง เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างทันทีทันใด
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น ความคิดริเริ่มเกิดจากการนำความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เป็นสิ่งใหม่
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เป็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่งหรือขยายความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น

ทอเรนซ์ (Torrance, 1973, pp. 91-95 อ้างถึงใน นันทวรรณ แก้วโชติ, 2547, หน้า 30) เป็นผู้ที่น่าสนใจและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดมาใช้ในการศึกษาวิจัยในรูปแบบของการเรียนการสอน ซึ่งได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการผลิตความคิดได้หลากหลาย เพื่อสนองตอบต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นความคิดทางภาษา หรือท่าทาง เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดนตรี และศิลปะ เป็นต้น หรืออาจจะกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นความคิดคล่องทางการเชื่อมโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลายด้าน
3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิด หรือความคิดแตกต่างไปจากคนอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในความคิด หรือการกระทำ

ขจร สีเสน (2544, หน้า 17) กล่าวว่า รูปแบบความสามารถที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วย

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดา ไม่เหมือนคนอื่นหรือแปลกกว่าคนอื่น

2. ความคิดคล่องตัว หมายถึง การมีความคิด มีวิธีหรือคำตอบในการแก้ปัญหาได้หลายทาง ตลอดจนมีความสามารถในการคิดที่รวดเร็วและต่อเนื่อง

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการมองปัญหาได้หลายด้าน และสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้สึกว่ามีความจำเป็น

4. ความคิดรอบคอบละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการขยายและตกแต่งความคิดให้สมบูรณ์เกิดเป็นภาพชัดเจนและได้ความหมาย

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำจันทน์ (2544, หน้า 74) กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วย

1. ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ปริมาณความคิดของบุคคลในการคิดหาคำตอบอย่างรวดเร็ว คล่องแคล่ว และมีปริมาณมากในเวลาจำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทหรือแบบแผนความคิดที่สามารถคิดได้หลายทางการใช้วิธีการหลาย ๆ อย่างที่แตกต่างกัน มาจัดเป็นความคิดให้มีทิศทางหลายทิศทางแตกต่างกันออกไป

3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากบุคคลอื่น เป็นความคิดที่คนอื่นคิดไม่ถึง แนวคิดแปลกใหม่ที่กล้าให้แตกต่างจากความคิดเดิมหรือความคิดเก่า

4. ความคิดรอบคอบละเอียดลออ หมายถึง ความช่างสังเกต พิถีพิถัน ประณีตบรรจง เพื่อให้การสร้างผลงานมีความแปลกใหม่เป็นพิเศษ เป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน เป็นความคิดที่นำมาขยายความคิดแรกให้ชัดเจนขึ้น เป็นการเพิ่มเติมรายละเอียดให้ความคิดบริบูรณ์ งดงาม และสาระชัดเจนขึ้น

อารี พันธุ์ณี (2547, หน้า 35-40) กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ประการสรุปได้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา หรือเป็นความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่ม หรือที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และสังคม

2. ความคิดคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด

4. ความคิดละเอียดลออ หมายถึง คุณลักษณะที่จำเป็นในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่เป็นพิเศษให้สำเร็จ

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่สอดคล้องร่วมกันมี 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

2.4 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะที่แตกต่างจากบุคคลอื่น ๆ สังเกตได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกมา นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 อ้างถึงใน อรรพรรณ ต้นสุวรรณรัตน์, 2552, หน้า 58) กล่าวถึงบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านวิธีการคิดต่าง ๆ ดังนี้

1. มีความคิดคล่อง สามารถคิดได้อย่างรวดเร็วมีปริมาณมาก และไม่ซ้ำในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องมีความสำคัญในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีการแก้ไขได้หลายวิธี
2. มีความคิดที่แปลกใหม่ (Novelty) สามารถคิดได้แตกต่างจากความคิดง่าย ๆ ขรรดมาหรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งเป็นความคิดที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น
3. มีความคิดยืดหยุ่น เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. มีความสามารถในการสังเคราะห์ (Synthesizing Ability) เป็นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ให้เกิดขึ้นจากความคิดที่ไม่เหมือนใคร
5. มีความสามารถในการวิเคราะห์ (Analyzing Ability) สามารถคิดแยกโครงสร้างออกเป็นส่วน ๆ และนำมารวบรวมประกอบให้เกิดสิ่งประติษฐ์ หรือผลงานชิ้นใหม่
6. มีการปรับเปลี่ยนหรือการให้นิยามใหม่ (Reorganization or Redefinition) สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมตามธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ หรือตีความ ขยายความ และนำข้อมูลไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น
7. มีการคิดซับซ้อน (Complexity) สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่หลากหลาย และถ่ายโยงความคิดไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. มีความสามารถในการประเมินค่า (Evaluation) การมองเห็นคุณค่าของงานที่สร้างสรรค์ขึ้นมา และสามารถประเมินค่าตนเองได้ตามความเป็นจริง

ขจรศักดิ์ สีเสน (2544, หน้า 16) กล่าวว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ บุคคลที่สามารถใช้ความคิดเชิงประยุกต์จากความคิดทั่วไปเพื่อให้ได้ผลงานใหม่ที่หลากหลาย แหวกแนว แต่เป็นประโยชน์ โดยไม่ยึดติดกับกรอบความคิด ซึ่งตรงกับหลักพระพุทธศาสนาที่เรียกว่า โยนิโสมนสิการ ซึ่งหมายถึง การรู้จักคิด คิดเป็น คิดอย่างมีเหตุผลคิดในทางที่จะเข้าถึงความเจริญของสิ่งทั้งหลาย คิดในทางที่ทำให้รู้จักใช้สิ่งทั้งหลายให้เป็นประโยชน์ ผู้ที่ใช้ชีวิตนี้จะสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้เหมาะสม

อารี พันธุ์ณี (2547, หน้า 19) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่ามีลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ลุล่วงด้วยดี
2. ไม่ชอบตามอย่างผู้อื่น โดยไม่มีเหตุผล
3. มีจิตใจจดจ่อและผูกพันกับงานและมีความอดทนอย่างทรหด
4. เป็นผู้ไม่ยอมเลิกล้มอะไรง่าย ๆ หรือเป็นนักสู้ที่ดี
5. มีความคิดค้ำหนึ่งหรือจินตนาการสูง
6. มีลักษณะความเป็นผู้นำ
7. มีลักษณะใจเกิน รื่นริง
8. ชอบรับประสบการณ์ใหม่ ๆ
9. นับถือตนเอง และเชื่อมั่นในตนเองสูง
10. มีความคิดอิสระและยืดหยุ่น
11. ยอมรับและสนใจสิ่งแปลก ๆ
12. มีความซบซ้อนในการรับรู้
13. กล้าหาญ กล้าเผชิญความจริง
14. ไม่ค่อยเคร่งครัดกับระเบียบแบบแผน
15. ไม่มียึดมั่น (Dogmatism) ในสิ่งใดสิ่งหนึ่งจนเกินไป ชอบทำงานเพื่อความสุขและความพอใจของตนเอง
16. มีอารมณ์ขัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 152-154) กล่าวถึงลักษณะของผู้มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความต้องการที่จะเรียนรู้ หรือความต้องการที่อยากรู้เพิ่มเติมจากสิ่งที่รู้แล้วหรือยังไม่รู้ เพื่อปรับปรุงความรู้เดิมหรือเพื่อให้ได้ความรู้ต่าง ๆ ให้ประเด็นที่สนใจ

2. ความไวต่อปัญหา หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการเกิดความคิดอย่างฉับพลันสืบเนื่องจากการรับรู้หรือการได้ประสบกับเหตุการณ์ในด้านต่าง ๆ

3. ความคิดแหวกแนว หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีแนวคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลโดยทั่วไปที่มีต่อประเด็นขบคิดอย่างเดียวกันในด้านต่าง ๆ

4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการชอบคิดหรือทำในสิ่งที่ยากหรือต้องใช้ความพยายามมากกว่าปกติในด้านต่าง ๆ

5. ชอบการเปลี่ยนแปลง หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการชอบคิดชอบทำในสิ่งที่แปลกใหม่และหลีกเลี่ยงการคิดและทำในสิ่งที่ซ้ำซากจำเจในด้านต่าง ๆ

6. ทำงานเพื่อความพอใจ หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการคิดหรือทำงานโดยมีความพอใจที่จะได้ใช้ความรู้ความคิดของตน เป็นแรงจูงใจมากกว่าการได้รับสินจ้างรางวัลหรือคำชมเชย

7. อารมณ์ขัน หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีมุมมองที่หลากหลายและใช้มุมมองที่หลากหลายนั้นผ่อนคลายความตึงเครียดในลักษณะของความสนุกสนานหรือมีอารมณ์ขัน

ลักษณะสำคัญทั้ง 7 ประการข้างต้นสำหรับผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อาจมีมากมีน้อยในบางประการแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล ครูอาจใช้ลักษณะสำคัญทั้ง 7 ประการข้างต้นในการตรวจสอบว่านักเรียนคนใดมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ หรือจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีลักษณะสำคัญดังกล่าวข้างต้นก็ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ จะต้องชอบขบคิดสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถคิดได้หลากหลายรูปแบบ แปลกแตกต่างจากผู้อื่น มีความเป็นตัวของตัวเอง ช่างจินตนาการ มีความคิดยืดหยุ่น มีอารมณ์ขัน มีความคิดเป็นอิสระไม่ชอบทำตามผู้อื่น อยากรู้อยากเห็น ช่างสังเกต มีความอดทน มีจิตใจจดจ่อกับงานที่ทำ กล้าคิดกล้าเสี่ยงที่จะตอบคำถามที่แตกต่าง และมีการคิดเป็นลำดับขั้นตอน ทั้งนี้

ลักษณะทั้งหลายต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นอาจไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่ครูต้องส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนาให้นักเรียนมีลักษณะเหล่านี้

2.5 แนวทางการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้เสนอแนะแนวทางการส่งเสริมและพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ไว้ดังนี้

กาเลงเจอร์ และกาเลงเจอร์ (Gallagher & Gallagher, 1994, pp. 343-344) ได้เสนอแนวทางการ จัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. จัดหลักสูตร โดยเน้นการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ โน้ตสั้นมากกว่าการ เรียนรู้เนื้อหา และครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย
2. จัดให้มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำปรึกษาแก่นักเรียนในการทำงานหรือทำโครงการ ต่าง ๆ
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมได้เสนอความคิดในการจัดการเรียนการสอน
4. กระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องค้นหามากกว่าจะคิดว่าความ จริงเป็นสิ่งที่ต้องเปิดเผย
5. ครูจะต้องพัฒนาตนเองในด้านเนื้อหาและกลวิธีที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

สเตอร์มเบิร์ก และวิลเลียม (Sternberg & Williams, 1996, p. 115 อ้างถึงใน อรรถพร ตันสุวรรณรัตน์, 2552, หน้า 62) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลด้วย ตนเองไว้ สรุปได้ดังนี้

1. สร้างแรงจูงใจในการที่จะฝึกคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเอง
2. ฝึกการตั้งสมมติฐาน สันนิษฐาน หรือคาดการณ์ล่วงหน้าโดยการตั้งคำถาม
3. เข้าใจการแก้ปัญหา และพยายามแก้ปัญหาให้ได้ถูกต้องชัดเจน
4. สร้างความคิดของตนเองให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
5. ให้ความสำคัญกับการฝึกความคิดสร้างสรรค์
6. ขอมรับข้อผิดพลาด กล้าฝ่าฟันอุปสรรค และความยุ่งยาก
7. กล้าแสดงออกและนำเสนอความคิดของตนเองต่อสาธารณชน

8. กระตุ้นให้เกิดการค้นพบสิ่งใหม่ และสามารถทำประโยชน์แก่ผู้อื่นได้
9. ปรับปรุงและเสริมสร้างความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้น
10. หมั่นแสดงทรรศนะที่เป็นจินตนาการ เพื่อให้เกิดกิจกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ที่แปลก

ใหม่

พงษ์พันธ์ พงษ์โสกา (2542, หน้า 161-162) ได้กล่าวถึงวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเองไว้ ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

1. ทำสิ่งที่คุ้นเคยให้แปลก การที่จะคิดเรื่องเดียวกันกับคนอื่น และคิดให้แปลกไปจากคนอื่นได้นั้น จะต้องฝึกหัดเป็นคนช่างสงสัย และบางครั้งต้องคิดแบบเรียบง่ายบ้างอย่าคิดสลับซับซ้อนจนเกินไป เพราะสิ่งทั้งหลายที่อยู่รอบตัวเราบางครั้งก็เกิดขึ้นจากความคิดแบบพื้น ๆ ธรรมดา
2. ทำสิ่งที่แปลกให้คุ้นเคย การฝึกตนเองให้มีความคุ้นเคยกับสิ่งแปลกอยู่เป็นประจำจะทำให้เราเป็นคนที่มีความกล้าที่จะคิดโดยไม่ถูกล้อมกรอบในเรื่องความเคยชิน หรือติดอยู่กับค่านิยมที่แน่น แต่เรื่องความสำเร็จ และประเมินความล้มเหลว
3. ให้ความสำคัญการคิด สมองของคนเราต้องการทั้งเวลาและอิสรภาพ ดังนั้นในการทำอะไรก็ตามควรจะให้เวลาเพื่อไว้สำหรับสมองได้มีเวลาคิดใคร่ครวญ ไม่รีบร้อนในการตัดสินใจจนเกินไปมีสมาธิ ค่อย ๆ คิด จิตใจไม่ฟุ้งซ่าน ซึ่งจะทำให้มองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ แนวทาง
4. คิดในเชิงสมมติอยู่เสมอ การคิดในเชิงสมมตินี้สามารถทำได้โดยการตั้งคำถามกับตัวเราเสมอ ๆ ว่า “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า.....”
5. คิดอย่างคลุมเครือ การกระตุ้นให้เกิดการคิดคลุมเครือนั้น สามารถทำได้ด้วยการตั้งคำถามให้คลุมเครือเอาไว้ ความคลุมเครือในการคิดจะช่วยทำลายกำแพงที่ปิดล้อมความคิดลงได้ทำให้สามารถคิดได้กว้างขวาง และปลอดโปร่งขึ้น การกระตุ้นให้เกิดความคิดคลุมเครือ อาจทำได้โดยการตั้งคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด คือ มีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ ซึ่งจะทำให้ได้คำตอบหลาย ๆ แนวทาง
6. ไม่ยึดติดกับความถูกต้องหรือความผิดพลาด ทั้งนี้ความล้มเหลวหรือข้อผิดพลาดถือเป็นบทเรียนในการแสวงหาแนวทางใหม่ด้วยความอดทน และเพียรพยายามที่จะขจัดข้อบกพร่องให้หมดสิ้นไป
7. มีทัศนคติที่ดีต่อชีวิต การที่สมองจะปลอดโปร่ง ความคิดจะแจ่มใสจำเป็นต้องอาศัยพลังจิตที่ตีมาช่วยสนับสนุน การมีทัศนคติที่ดีจึงเป็นสิ่งสำคัญ ต้องพยายามทำตนให้เป็นคนที่มี

ความหวังอยู่เสมอ ไม่เบื่อหน่าย ท้อแท้ หรืออับจนต่อชีวิต โดยจะต้องคิดอยู่เสมอว่า “พรุ่งนี้จะต้องดีกว่าวันนี้”

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องได้รับความร่วมมือของทุกฝ่าย โดยเฉพาะครูและนักเรียน ผสมผสานกับกระบวนการเรียนการสอน เทคนิคต่าง ๆ โดยครูควรเลือกให้กิจกรรมหรืองานที่มีคุณค่า กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ใช้คำถามลักษณะต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนมีอิสระในการคิด และควรส่งเสริมด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออก

2.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองที่ซับซ้อน ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีแบบแผนหรือวิธีการที่ชัดเจน จึงได้มีการเสนอแนวคิดและสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ กัน ดังนี้

บาลกา (Balka, 1974, pp. 633-636 อ้างถึงใน กชกร รุ่งหัวไผ่, 2547, หน้า 60-69) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ โดยคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบ ผลการสำรวจพบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์มี 6 ด้าน สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการนำข้อมูลหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ มาสรุปเป็นหลักการทั่วไปหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการตรรกศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือสร้างชุดคำตอบที่หลากหลายจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธีและสามารถ

เลือกวิธีที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีเดิม หรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราวหรือทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ ในอนาคตได้อย่างถูกต้อง โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ กับเหตุการณ์ในอนาคตตามเงื่อนไขที่เป็นไปได้

5. ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ และสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อย ๆ ที่จะจงได้ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดประเด็นสำคัญของปัญหาและการคิดวิธีการหาคำตอบตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

หลังจากได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้ว บาลกาได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย ใช้สำหรับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 แล้วจึงนำแบบทดสอบดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ตรวจพิจารณา และปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Ability in Mathematics Test: CAMT)

บาลกาได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา (Minnesota Test of Creative Thinking) ไปทดสอบวัดกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคล่องตัวในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผล โดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนจากแบบวัดชาวปัญญาของทางโรงเรียนเป็นเกณฑ์ ผลจากการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังกล่าวประกอบด้วยความคิด 2 ลักษณะ คือ การคิดแบบเอกนัย ได้แก่ ด้านที่ 1, 4, 5 และ 6 และการคิดแบบอนนัย ได้แก่ ด้านที่ 2, 3 และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เชาวน์ปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

ตัวอย่าง ข้อสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบาลกาด้านที่ 3, 4 และ 5

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

ตัวอย่าง สมมติให้นักเรียนมีน้ำอยู่ 1 บาร์เรล และมีกระป๋องขนาด 7 และ 8 ถ้วยตวง อย่างละ 1 ใบ นักเรียนจะมีวิธีตวงน้ำโดยใช้กระป๋อง 2 ใบนี้ เพื่อให้ได้น้ำประมาณ 9 ถ้วยตวง ได้อย่างไร จงอธิบายขั้นตอนหรือการตวง

ด้านที่ 4 ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหา ตลอดจนจินตนาการถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง มีลูกบอล 1 ลูก ถ้านักเรียนไม่มีเครื่องช่วยในการเขียนรูปร่างคณิต นักเรียนสามารถเขียนรูปร่างคณิต เช่น เส้นตรง รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม วงกลม หรือรูปหลายเหลี่ยม บนผิวของลูกบอลได้หรือไม่ จงอธิบาย

ด้านที่ 5 ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง จากรายงานของกระทรวงเกษตร ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ครอบครัวชาวอเมริกัน ต้องใช้จ่ายในการซื้อของชำเป็นเงินโดยเฉลี่ย 30 ดอลลาร์ต่อสัปดาห์ และค่าใช้จ่ายดังกล่าวเป็นค่าวัสดุที่ใช้บรรจุของชำนั้น ๆ เป็นเงิน 9 เหรียญ โดยในแต่ละรัฐมีขยะย่อยสลาย 577 ปอนด์ และในหนึ่งปีจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยเกือบ 50 ดอลลาร์ต่อคนต่อปี โดยเฉลี่ยชาวอเมริกันทิ้งขยะ 53 ปอนด์ต่อวัน รัฐบาลสหรัฐต้องใช้งบประมาณ 4.5 พันล้านดอลลาร์ต่อปีในการกำจัดขยะและของเน่าเสียสำหรับประชากรของรัฐ จำนวน 200,000,000 คน จากข้อมูลที่กำหนดให้ข้างต้น ให้นักเรียนเขียนประโยคคำถามที่เกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เท่าที่นักเรียนสามารถทำได้ โดยสามารถใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นคำตอบ

เมนโดซา (Mendoza, 2009, pp. 15-16 อ้างถึงใน นวลทิพย์ นวพันธ์, 2552, หน้า 67) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องวัดในขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอน ไม่สามารถวัดแยกจากหลักสูตรการเรียนการสอนได้ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณาความสามารถทางการเรียนของนักเรียน และเมนโดซาได้ให้ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางให้ครูนำไปประยุกต์ใช้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง จากจำนวนและการดำเนินการที่กำหนด เพื่อให้ได้คำตอบเป็น 500 จำนวนที่กำหนด คือ

2	3	5	9					
10	15	18	25	32	40	49	84	
145	200	244	450	690	726	777	940	
1533	2345	4500	4768	4768	5300	6894	7896	8888

การดำเนินการที่กำหนดคือ + - × ÷

เงื่อนไขดังนี้

1. ในแต่ละคำตอบสามารถใช้จำนวนเต็มนั้น ๆ ได้เพียงครั้งเดียว
2. ถ้าได้คำตอบเป็น 500 พอดี ได้คะแนน 50 คะแนน
3. ถ้าได้คำตอบต่างจาก 500 อยู่ไม่เกิน 25 ได้คะแนน 20 คะแนน
4. ถ้าได้คำตอบต่างจาก 500 อยู่ไม่เกิน 50 ได้คะแนน 10 คะแนน
5. ผู้ชนะคือ ผู้ที่ทำคะแนนรวมได้ 750 คะแนนเป็นคนแรก

ตัวอย่างที่ 1

$$\left. \begin{array}{l} 8888 - 7896 = 902 \\ 902 \div 2 = 451 \\ 451 + 49 = 500 \end{array} \right\} \text{ได้ 50 คะแนน}$$

ตัวอย่างที่ 2

$$\left. \begin{array}{l} 200 \times 2 = 400 \\ 400 + 145 = 545 \\ 545 - 40 = 505 \end{array} \right\} \text{ได้ 20 คะแนน}$$

ตัวอย่างที่ 3

$$777 - 244 = 533 \left. \right\} \text{ได้ 10 คะแนน}$$

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนของเมนโดซา (Mendoza, 2009, pp. 9-13 อ้างถึงใน นวลทิพย์ นวพันธ์, 2552, หน้า 68-69) เสนอไว้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของเมน โคชา

เกณฑ์	ตัวอย่างคำตอบและตัวอย่างวิธีคิด	ระดับคะแนน
ความคิดสร้างสรรค์	<ul style="list-style-type: none"> - หาวิธีคำนวณให้ได้คำตอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้คะแนน แล้วจึงเปลี่ยนจำนวนเพียงหนึ่งจำนวนในชุดจำนวนนั้นโดยใช้การดำเนินการชุดเดิม - หาวิธีคำนวณให้ได้คำตอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้คะแนน แล้วจึงเพิ่มจำนวนบางจำนวนโดยใช้การบวกหรือการลบ เพื่อให้ได้คำตอบใหม่ซึ่งอยู่ในช่วงที่จะได้คะแนน - หาวิธีคำนวณให้ได้คำตอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้คะแนน แล้วจึงเปลี่ยนการดำเนินการย่อยในชุดของการดำเนินการซึ่งยังคงได้คำตอบเท่าเดิม 	0 คะแนน ได้คำตอบโดยมีวิธีการคิด 1 วิธี 1 คะแนน ได้คำตอบโดยมีรูปแบบในการคิด 1 รูปแบบ 2 คะแนน ได้คำตอบโดยมีรูปแบบในการคิด 2 รูปแบบ 3 คะแนน ได้คำตอบโดยมีรูปแบบในการคิดมากกว่า 2 รูปแบบ
การจัดระบบในการหาคำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> - การแสดงข้อมูลหรือขั้นตอนในการจัดระบบ - ความชัดเจนในการอธิบายวิธี 	0 คะแนน คิดโดยไม่มีระบบ 1 คะแนน หาระบบการคิดได้แต่มีข้อจำกัดมาก 2 คะแนน หาระบบการคิดได้และใช้การได้ดี 3 คะแนน หาระบบการคิดได้และใช้การได้ดีมาก
	ความถูกต้องของคำตอบ และวิธีการคิด	ไม่ให้คะแนน

โดยเมน โคชากล่าวเพิ่มเติมว่าเกณฑ์ที่เขาเสนอไว้ในแต่ละข้อ ผู้นำไปใช้ควรปรับให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน

กรมวิชาการ (2543, หน้า 55-57) ได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยหลักการเดียวกับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษาหรือศิลปะ คือ ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลาย ๆ ทาง หลาย ๆ แบบให้มากที่สุดไว้ 5 ด้านดังนี้

1. การตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ภายในเวลา 5 นาที ให้นักเรียนสร้างโจทย์คณิตศาสตร์ที่คำนวณแล้ว ได้ผลลัพธ์เท่าที่กำหนดให้

คำสั่ง ให้สร้างโจทย์คณิตศาสตร์ที่คำนวณแล้ว ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 12 หน่วย

คำตอบ สุดามีส้ม 8 ผล แม่ให้อีก 6 ผล แจกน้อง 2 ผล เหลือส้มก็ผล

2. การตั้งคำถาม

คำชี้แจง ภายในเวลา 8 นาที ให้นักเรียนตั้งคำถามย่อย ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

สถานการณ์ที่กำหนดให้ สมบัติมีรายได้เดือนละ 5,000 บาท จ่ายเป็นค่าเช่าบ้าน 1,500 บาท ค่าไฟฟ้า 200 บาท ค่าโทรศัพท์ 250 บาท ค่าอาหารส่วนตัว 50 บาท ให้น้องสาวเดือนละ 300 บาท ให้น้องชาย $\frac{2}{3}$ ของน้องสาว ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ 500 บาท ส่วนที่เหลือเก็บฝากธนาคาร

คำสั่ง ให้นักเรียนตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

คำตอบ สมบัติจ่ายค่าโทรศัพท์มากกว่าค่าไฟฟ้าเท่าไร

3. การสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ภายในเวลา 5 นาที ให้นักเรียนเติมตัวเลขลงในรูป \square ที่กำหนด ตัวเลขที่เติมให้ใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึง 9 และจะใช้ตัวเลขซ้ำกี่ครั้งก็ได้ โดยผลลัพธ์จะต้องเท่ากับที่กำหนดให้

คำตอบ $9 - 8 + 2 = 3$

1. $\square - \square + \square - \square$

2. $\square - \square + \square = \square$

3. $\square - \square + \square - \square$

4. $\square - \square + \square \square$

4. การเปรียบเทียบเชิงปริมาณ

คำชี้แจง ภายในเวลา 5 นาที ให้นักเรียนเปรียบเทียบความสูงและน้ำหนักจากข้อมูลที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด นักเรียนจะได้คะแนนดี ถ้าสามารถเปรียบเทียบได้มากแบบหลายแง่มุม โดยเฉพาะการเปรียบเทียบที่คนอื่นคาดไม่ถึง

คำสั่ง ให้นักเรียนเปรียบเทียบความสูงและน้ำหนักของนิค นุช และน้อย จากความสูงและน้ำหนักที่กำหนดให้

ในการเปรียบเทียบทุกครั้ง ข้อความที่เปรียบเทียบจะต้องกล่าวถึงคน 3 คนพร้อมความสูง และน้ำหนัก

	นิค	นุช	น้อย
ความสูง	140 ซม.	160 ซม.	150 ซม.
น้ำหนัก	60 กก.	52 กก.	65 กก.

คำตอบ นุช สูงกว่า นิค แต่น้อย ใ้ยกว่า นุช

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นั้นจะใช้หลักการพิจารณาจากความสามารถของผู้ตอบในด้านการคิดหาคำตอบได้หลายทาง หลายแบบรวมถึงมีความแปลกใหม่ให้ได้มากที่สุด จากเครื่องมือวัดจำพวกแบบทดสอบต่าง ๆ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนหลายแบบ

3. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

3.1 ความสัมพันธ์ของสามารถในการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึงสัมพันธ์ของความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 อ้างถึงใน อรรถวณิช ดันสุวรรณรัตน์, 2552, หน้า 57) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เป็นผลของความคิดที่คล้ายกัน โดยความคิดสร้างสรรค์จะแทรกอยู่ในทุกช่วงของการคิด แต่การแก้ปัญหามักจะอยู่ช่วงสุดท้ายของการคิด ซึ่งเป็นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

ลัมสแตนส์ (Lumsdaine, 1995, p. 4) กล่าวถึงความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานที่ทำให้คนคิดแก้ปัญหา ซึ่งแตกต่างไปจากการใช้เครื่องคิดเลขหรือคอมพิวเตอร์ เป็นการช่วยปรับกระบวนการหรือวิธีแก้ปัญหาแต่ละครั้งให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ มีความยืดหยุ่น มีเหตุผล มีความเฉพาะเจาะจงกับแต่ละสภาพปัญหาทำให้การแก้ปัญหาไม่เป็นสูตรสำเร็จตายตัวหรือสำเร็จรูป ซึ่งมีชื่อเรียกว่า “การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์”

สร วงสุตา ปานกุล (2545, หน้า 64) กล่าวว่า การแก้ปัญหาใด ๆ นอกจากผู้แก้ปัญหามองจะต้องมีความสามารถในการรวบรวมความรู้ และประสบการณ์เดิมในการหาวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพ

ปัญหานั้น ๆ แล้ว ยังต้องมีความสามารถในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีความหลากหลายและเหมาะสม แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล สามารถปรับใช้ได้ในสถานการณ์ที่ต่างกันออกไปและในชีวิตประจำวันได้ รวมเรียกว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กรุณา นัคราจารย์ (2548, หน้า 37) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน กล่าวคือเราใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาหรือวิธีแก้ปัญหาลักษณะหนึ่งเป็นผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการแก้ปัญหาใด ๆ นอกจากผู้แก้ปัญหาจะต้องมีความสามารถในการรวบรวมความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีความหลากหลายเหมาะสม แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล สามารถปรับใช้ได้ในสถานการณ์ที่ต่างกันออกไปและในชีวิตประจำวันได้

สมปอง เพชรโรจน์ (2549, หน้า 53) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกัน ความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานที่ทำให้คนคิดแก้ปัญหา กล่าวคือ การใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาลักษณะหนึ่งเป็นผลผลิตมาจากความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการแก้ปัญหาใด ๆ ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องมีความสามารถในการรวบรวมความรู้และประสบการณ์เดิมในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีความหลากหลายเหมาะสมแล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล สามารถปรับใช้ได้ในสถานการณ์ที่ต่างกันออกไปและในชีวิตประจำวันได้

อรวรรณ ดันสุวรรณรัตน์ (2552, หน้า 19) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน กล่าวคือเราใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาหรือวิธีแก้ปัญหาลักษณะหนึ่งเป็นผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ ในการแก้ปัญหาใด ๆ นั้นผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้การคิดในการแก้ปัญหา เมื่อแก้ปัญหาได้ก็จะต้องมีความสามารถในการรวบรวมความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาวิธีการแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีความหลากหลายและยังต้องมีการปรับใช้วิธีการได้อย่างเหมาะสมมีคุณค่าเป็นประโยชน์ มีการคิดที่เป็นระบบ แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล สามารถประยุกต์ใช้ได้ในสถานการณ์ที่ต่างกันออกไปได้

จากข้อความข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการแก้ปัญหาใด ๆ นั้นผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาลักษณะหนึ่งเป็นผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านอกจากนี้ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องมีความสามารถในการรวบรวมความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ หลากหลาย และมีความเหมาะสมแล้วสามารถนำมาปรับใช้ได้ในสถานการณ์ที่ต่างกันออกไปและในชีวิตประจำวันได้

3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาที่ผสมผสานระหว่างความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา ซึ่งนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

คูซิน (Cusin, 1996, p. 22) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่แตกต่างออกไปจากการแก้ปัญหาโดยทั่วไป และมีความสลับซับซ้อน โดยเฉพาะวิธีการในการแก้ปัญหาที่คิดค้นไว้หลาย ๆ ทางนั้นจะมีทางเลือกใดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาได้อย่างตรงจุดหรือถูกต้องที่สุดในสถานการณ์และสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ในขณะนั้นได้ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญคือ

1. พิจารณาถึงประเด็นของปัญหา
2. การวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหานั้น
3. การหาทางเลือกไว้หลายทาง
4. การเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด
5. การปฏิบัติตามทางเลือกที่ได้เลือกไว้
6. การประเมินผลลัพธ์ที่เกิดจากการเลือกทางเลือกนั้น

ศศิรัตน์ สรวิชานนท์ (2540, หน้า 29-30) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ คือ ความสามารถทางการคิดหาคำตอบหรือวิธีการ ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยความคิดเอกลักษ์ที่อาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมและเอกลักษ์จากการคิดสร้างสรรค์ที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นหุติยภูมิที่มีลักษณะเป็นกระบวนการที่ครบวงจรที่สามารถพัฒนาได้ มีความแตกต่างจากการแก้ปัญหาปกติ คือ มีการนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ นอกเหนือไปจากการหาวิธีแก้ปัญหาด้วยการรวบรวมความรู้และประสบการณ์เดิม เป็นการศึกษาที่มีขั้นตอนและลักษณะเป็นกระบวนการ

ศศิกันต์ วิบูลยศรีนทร์ (2543, หน้า 42) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการในการคิดหาคำตอบ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความแตกต่างจากการคิดแก้ปัญหาตามปกติ คือ การแสวงหาแนวคิดหรือวิธีการ ในการแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้เป็นทักษะที่สามารถฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นได้

สมปอง เพชรโรจน์ (2549, หน้า 51) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากการแก้ปัญหาโดยทั่วไป ซึ่งมีความแปลกใหม่ หลากหลาย และมีความซับซ้อน เป็นกระบวนการทางความคิดที่ประกอบด้วยความคิดเอกลักษ์จากความรู้และประสบการณ์เดิม และความคิดเอกลักษ์จากความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาที่คิดค้นไว้หลาย ๆ ทาง และสามารถตัดสินใจเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในสถานการณ์นั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

อรวรรณ ดันสุวรรณรัตน์ (2552, หน้า 19) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นกระบวนการในการคิดหาคำตอบ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความแตกต่างจากการคิดแก้ปัญหาตามปกติ การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้คิดหาวิธีการที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ ซึ่งประกอบด้วยความคิดเอกลักษ์และเอกลักษ์ในรูปแบบและวิธีการที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาที่คิดค้นไว้หลาย ๆ ทาง และสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

กล่าวโดยสรุป การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของแต่ละบุคคลในการแสวงหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม และมีคุณค่าเป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นการผสมผสานกันอย่างเหมาะสมระหว่างความคิดเอกลักษ์ เป็นความคิดทางเดียวจากความรู้และประสบการณ์เดิม กับความคิดเอกลักษ์เป็นการคิดหลายทิศทาง หลากแง่มุมจากความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์นี้เป็นทักษะที่สามารถฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นได้

3.3 แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

การศึกษาและพัฒนาารูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้มีมากกว่า 50 ปี โดยมี อเล็กซ์ ออสบอร์น (Alex Osborn) เป็นผู้สร้างแบบแผนกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หรือ CPS (Alexander, 2007, p. 59) ซึ่งเป็นเรื่องที่ได้ได้รับความสนใจกันเป็นอย่างมาก หลังจากนั้นก็มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาในทั้งในและต่างประเทศได้เสนอรูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ดังต่อไปนี้

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1962 อ้างถึงใน อรวรรณ คันสุวรรณรัตน์, 2552, หน้า 21) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่เป็นลำดับขั้นตอน 5 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-Finding) เป็นการหาข้อมูลด้วยการตั้งคำถามนำความคิดเพื่อประมวลข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของปัญหา หรือข้อเท็จจริงของสิ่งนั้น ๆ

2. การรู้ปัญหา (Problem-Finding) เป็นการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้เห็นปัญหาอย่างชัดเจน โดยการจำแนกปัญหาออกเป็นปัญหาใหญ่ ปัญหาย่อย เรียงลำดับความสำคัญของปัญหา การเลือกปัญหาที่เห็นว่าสำคัญที่สุดมาแก้ไข

3. การสืบทอดแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-Finding) เป็นการระดมสมองรวบรวมความคิดเพื่อหาคำตอบหรือวิธีในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เสนอแนวคิดหลากหลาย

4. การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-Finding) เป็นการตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล มีความเหมาะสมกับสภาพปัญหาที่สุด มีความเป็นไปได้และแปลกใหม่

5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-Finding) เป็นนำวิธีแก้ปัญหาที่เลือกไว้อย่างมีเหตุผลมาปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหา เพื่อพิสูจน์ว่าวิธีแก้ปัญหาที่เลือกสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ผลจริง และเป็นการนำไปสู่การค้นพบที่จะทำให้เกิดแนวคิดใหม่หรือสิ่งใหม่ต่อไป ที่เรียกว่า New Challenge

วอลเลส (Wallace, 1962 อ้างถึงใน สติรัชชัย ชมพูพาทย์, 2554, หน้า 22-23) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นจัดกลุ่มปัญหา และทำความเข้าใจกับปัญหา รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำ หรือข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง แล้วทำการวิเคราะห์หลายมุมมอง จากนั้นจึงคิดถึงประเด็นหลักของปัญหาอย่างแท้จริง หรือการคิดอย่างรอบคอบ

2. ขั้นฟักตัวของความคิดหรือขั้นบ่มเพาะความคิด (Incubation) เป็นขั้นที่รวบรวมความคิดและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ ปล่อยความคิดไว้เงิบ ๆ โดยทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา แต่จิตใต้สำนึกยังคงทำงานหรือคิดวิธีแก้ปัญหาอยู่ในจิตใจ โดยที่บุคคลนั้นไม่รู้ตัว อย่าเพิ่งรีบหาทางแก้ไขปัญหาย่างเร่งรัด

3. ขั้นความคิดกระจ่างชัดหรือขั้นประกายความคิด (Illumination) เป็นขั้นเรียบเรียงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันมองเห็นทางแก้ปัญหาได้

4. ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นตรวจสอบความคิดผลที่ได้และความเหมาะสมของการแก้ปัญหา

ออสบอร์น และพาร์เนส (Osborn & Parnes, 1966 cited in Alexander, 2007, pp.60-61) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่แตกต่างกันออกไป มีความสลับซับซ้อน และทำให้ค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเหมาะสมที่สุดในสภาพแวดล้อมในขณะนั้น แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การค้นหาความจริง เป็นขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย ใคร อะไร เมื่อไร ที่ไหน ทำไม และอย่างไร
2. การค้นหาปัญหา เป็นขั้นพิจารณาเปรียบเทียบมูลเหตุทั้งหลายของปัญหา แล้วจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเลือกมูลเหตุที่สำคัญที่สุดเป็นประเด็นสำหรับค้นหาวิธีแก้ไขต่อไป
3. การค้นหาแนวคิด เป็นขั้นระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาตามประเด็นที่ตั้งไว้ให้ได้มากที่สุด อย่างอิสระ โดยไม่มีการประเมินความเหมาะสมในขั้นนี้
4. การค้นหาคำตอบ เป็นขั้นพิจารณาเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีการที่หามาได้ในขั้นที่ 3 โดยใช้ความประหยัด ความรวดเร็ว เป็นเกณฑ์การเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด
5. การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ เป็นขั้นพิสูจน์ให้เห็นว่า สามารถนำวิธีการที่เลือกไว้แล้วนั้น นำไปใช้ได้จริง โดยการแสดงรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหา และผลที่เกิดขึ้น

มิลเลท (Millet, 2009, Online) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ภายในองค์กรเพื่อสร้างผลผลิตทางนวัตกรรมไว้ดังนี้

1. ระบุปัญหาในบริบทเดิมที่มีอยู่
2. กำหนดเป้าหมายที่ต้องการ
3. เสริมทักษะทางความคิดให้แก่ผู้ร่วมคิด
4. พัฒนาเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกแนวคิด
5. มุ่งเน้นการถ่ายทอดแนวคิด

ไอแซกซัน โดวอล และเทรฟฟิงเกอร์ (Isaksen, Dorval, & Treffinger, 2011, pp. 30-36) พัฒนากระบวนการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สรุปได้ดังนี้

1. การเข้าใจความท้าทาย (Understanding the Challenges) เป็นขั้นตอนในการมุ่งที่จะทำให้การแก้ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ประกอบด้วยการตรวจสอบ ชี้แจงและกำหนดเป้าหมาย โอกาสหรือ

ความท้าทายต่อการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้มั่นใจว่าการแก้ปัญหานั้นถูกต้อง โดยอาจใช้เพียงขั้นตอนเดียว หรือทั้งหมดดังต่อไปนี้

1.1 การสร้างโอกาส (Constructing Opportunity) เป็นการจัดการกับปัญหาโดยการหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยมุ่งที่จะระบุหรือเลือกสิ่งที่จะทำให้เกิดข้อสรุปและสิ่งที่จะทำให้เกิดโอกาสที่ดีในการแก้ปัญหาคือ

1.2 การสำรวจข้อมูล (Exploring Data) เป็นการทำความเข้าใจในรายละเอียดของปัญหาหรือสถานการณ์ โดยการรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็น และมุมมองต่าง ๆ จากแหล่งข้อมูล สถานการณ์หรือปัญหาที่มีอยู่ ทำให้เข้าใจประเด็นที่เป็นปัญหาได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.3 การวางกรอบของปัญหา (Framing Problem) เป็นการสร้างแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเป็นการเตรียมการก่อนำแนวคิดความคิดในการแก้ปัญหาด้วยการกระตุ้นความคิดใหม่ ๆ และหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

2. การสร้างความคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Idea) เป็นการคิดหาแนวทางที่หลากหลายและแปลกใหม่ในการแก้ปัญหา ค้นหาแนวคิดที่น่าสนใจและเป็นไปได้ที่จะสามารถนำไปพัฒนาหรือใช้ในการแก้ปัญหา

3. การเตรียมการแก้ปัญหาสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) เป็นการเปลี่ยนจากแนวคิดที่น่าสนใจและเป็นไปได้ไปสู่การปฏิบัติ โดยการเตรียมการแก้ไขจะนำไปสู่ความสำเร็จได้ โดยอาจใช้เพียงขั้นตอนเดียว หรือทั้งหมดดังต่อไปนี้

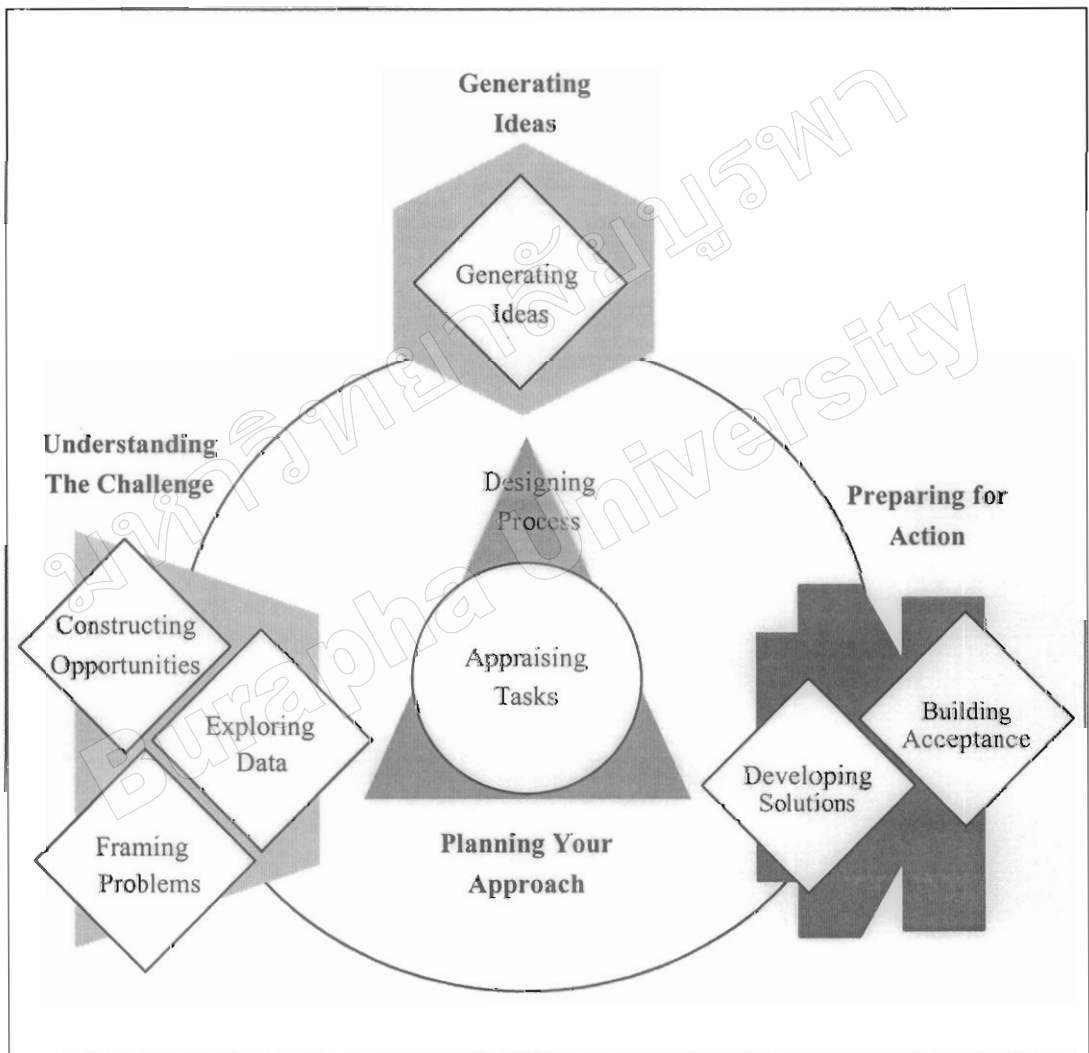
3.1 การพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา (Developing Solution) เป็นการวิเคราะห์ จัดเกล้า และปรับปรุงการวิธีแก้ปัญหา ในบางครั้งขั้นตอนนี้เป็น การวิเคราะห์วิธีการต่าง ๆ เพื่อหาเกณฑ์ในการเลือกการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

3.2 การสร้างการยอมรับ (Building Acceptance) เป็นการพิจารณาสิ่งที่สนับสนุน และอุปสรรคที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวิเคราะห์ ประเมินผลลัพธ์ และจัดเกล้าวิธีการแก้ปัญหานั้น

4. การวางแผนการปฏิบัติ (Planning the Approach) เป็นการพิจารณาแนวคิดการแก้ปัญหาไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติโดยใช้ขั้นตอนดังนี้

4.1 การประเมินงาน (Appraising Tasks) เป็นการประเมินข้อมูลหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ภายใต้วามสัมพันธ์ ข้อจำกัด และเงื่อนไขที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

4.2 การออกแบบกระบวนการแก้ปัญหา (Design Process) เป็นการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาจากการวางแผนการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยการพิจารณารายละเอียดของกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และจัดสรรบุคคลให้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับความต้องการและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์



ภาพที่ 2 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Isaksen, Dorval, & Treffinger, 2011, p. 11)

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554, หน้า 26-28) ได้สังเคราะห์แนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ และได้สรุปเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเข้าถึงปัญหา คือ การทำความเข้าใจ รับรู้ปัญหาและความท้าทาย วางเป้าหมายในการแก้ปัญหาให้ชัดเจน สืบหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูล กำหนดกรอบของปัญหา ประกอบด้วย 1) เห็นความสำคัญ คือ ระบุและอธิบายความสำคัญของปัญหาทั้งในความคิดของตนเองและผู้อื่น รวมถึงมีความคิดที่เหมาะสมต่อปัญหา 2) การสำรวจข้อมูล คือ การสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์อย่างรอบด้าน 3) การระบุปัญหา คือ การตัดสินใจว่าปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดนั้น ปัญหาใดคือปัญหาที่แท้จริงที่ต้องนำมาแก้ไข และมีความคิดที่เหมาะสมต่อการแก้ปัญหา

2. การคิดวิธีการแก้ปัญหา คือ การใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการหาวิธีแก้ปัญหาให้มากที่สุด โดยไม่มีการตัดสินว่าเป็นความคิดที่ผิดหรือถูก ยึดปริมาณของความคิดว่าเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการแก้ปัญหารวมถึงการสร้างวิธีการแก้ปัญหาใหม่จากรูปแบบเดิมที่มี

3. การเลือกและเตรียมการ คือ การประเมินวิธีการแก้ปัญหาด้วยเกณฑ์ที่สร้างขึ้นจนได้วิธีที่ดีที่สุด จากนั้นจึงพิจารณาสิ่งสนับสนุนและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหาและการวางแผนใหม่โดยมีขั้นตอนได้แก่ 1) การเลือกวิธีการแก้ปัญหา โดยการสร้างเกณฑ์คัดเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ทำการประเมินวิธีการแก้ปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหา 2) การคาดการณ์ผลกระทบ เป็นการระบุถึงสนับสนุนและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหา ระบุทรัพยากรที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การวางแผนการแก้ปัญหา คือ การประกันความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหาคงตรวจสอบ ติดตาม ปรับปรุงกิจกรรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหาโดยใช้ความสามารถและข้อจำกัดของบุคคล บริบท เงื่อนไข ทรัพยากร และอุปสรรค ซึ่งมีขั้นตอนคือ 1) การประเมินทรัพยากร คือการระบุแนวทางและทรัพยากรที่ต้องการในการแก้ปัญหา 2) การออกแบบกระบวนการ เป็นกรวางแผนขั้นตอนและกิจกรรมการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มพร้อมทั้งระบุขั้นตอนการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพ

5. การลงมือปฏิบัติ คือ การนำแผนที่วางไว้ไปปฏิบัติจริง การกำกับและติดตามการแก้ปัญหา เปรียบเทียบกับผลลัพธ์หรือเป้าหมายที่วางไว้ มีการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมแก้ปัญหาเมื่อเป็นไปตามที่วางแผนไว้ก็ให้การเสริมแรงตนเอง ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย 1) การลงมือปฏิบัติเป็นการลงมือปฏิบัติตามแผน สังเกต สะท้อน และปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา 2) การเผชิญปัญหา คือ

การจัดการกับความรูสึกของตนเองระหว่างการแก้ปัญหาประกอบด้วย การสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของตน เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การควบคุมตน และเสริมแรงตนเอง

จากแนวคิดเรื่องกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาที่ยกตัวอย่างมาแล้วข้างต้น แม้ว่าลำดับขั้นตอนของนักการศึกษาแต่ละท่านจะไม่เหมือนกันทั้งหมด แต่หากวิเคราะห์แนวคิดแล้วจะเห็นได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีลำดับขั้นตอนหลัก ๆ คือ พบปัญหา คิดวิเคราะห์ ค้นหาวิธีการ เลือกวิธีการ แล้วทดสอบว่าใช้ได้หรือไม่ จากนั้นยอมรับข้อค้นพบและนำข้อค้นพบไปใช้ต่อไป ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ตามแนวคิดของไอแซคซัน โดวาล และเทรฟฟิงเกอร์ (Isaksen Dorval and Treffinger, 2011, pp. 30-36) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใหม่ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

4. การเรียนรู้แบบร่วมมือ

4.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

สมเดช บุญประจักษ์ (2540, หน้า 54) ได้สรุปความหมายของการเรียนแบบร่วมมือไว้ว่า การเรียนแบบร่วมมือ เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบหนึ่งที่กำหนดให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละประมาณ 4 คน แบบคละความสามารถ ประกอบด้วยเด็กเรียนเก่ง 1 คน เด็กเรียนปานกลาง 2 คน และเด็กเรียนอ่อน 1 คน โดยที่สมาชิกทุกคนมีเป้าหมายในการเรียนร่วมกัน คือ เกิดการเรียนรู้หรือประสบความสำเร็จร่วมกัน เมื่อกลุ่มได้รับปัญหาทุกคนในกลุ่มจะอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แสดงเหตุผลโต้ตอบกันหรือสนับสนุนความคิดเห็นกัน และให้เป็นหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มที่จะช่วยสมาชิกให้เข้าใจในงาน ให้ทุกคนสามารถอธิบายสิ่งที่ทำ และให้เหตุผลได้อย่างชัดเจน มีการมอบหมายหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2541, หน้า 38) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน โดยที่แต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งโดยการแลกเปลี่ยนความคิด การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ รวมทั้งการเป็นกำลังใจแก่กันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่าสมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองเท่านั้น แต่จะต้องร่วมรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อน สมาชิกทุกคนในกลุ่ม เพราะว่า ความสำเร็จของแต่ละบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545, หน้า 134) กล่าวว่า ivo การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้โดยที่แบ่งกลุ่ม ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งเป็นลักษณะการรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างที่ ชัดเจน มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบ ความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ชานนท์ ศรีผ่องงาม (2549, หน้า 11) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้และทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วย สมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน ประกอบด้วยเด็กเรียนเก่ง 1 คน เด็กเรียนปานกลาง 2 คน และเด็ก เรียนอ่อน 1 คน โดยสมาชิกภายในกลุ่มจะมีการแลกเปลี่ยนความคิด แสดงเหตุผลโต้ตอบปัญหาที่ เกิดขึ้น มีการสนับสนุนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันระหว่างงานของตนเองและ งานของกลุ่ม เพราะว่าความสำเร็จของแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม

จิรากร ตำรัง (2551, หน้า 27) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ivo เป็นวิธีสอน แบบหนึ่ง โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบบละความสามารถ โดยสมาชิกในกลุ่ม ivo ให้กำลังใจและช่วยเหลือกันในการทำงาน มีความรับผิดชอบร่วมกัน ทำให้ทุกคนในกลุ่มได้บรรลุตาม จุดประสงค์ในการเรียนรู้ซึ่งเป็นการแข่งขันกับตนเองและกลุ่มอื่นอย่างสร้างสรรค์

เบญจพร ปั้นพลังกุล (2551, หน้า 13) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ivo เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ซึ่งสมาชิกในกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับ ความสามารถแตกต่างกัน 4-5 คน ทำงานร่วมกันเป็นทีม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือกันภายใน กลุ่ม ร่วมมือกันทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

จากความหมายการเรียนรู้แบบร่วมมือข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นรูปแบบ การเรียนที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้และทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดย แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน ประกอบด้วยเด็กเรียนเก่ง 1 คน เด็กเรียน ปานกลาง 2 คน และเด็กเรียนอ่อน 1 คน โดยสมาชิกภายในกลุ่มจะมีการแลกเปลี่ยนความคิด แสดง เหตุผลโต้ตอบกัน มีการสนับสนุนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกัน เพื่อให้เกิด ความสำเร็จภายในกลุ่ม

4.2 องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จอห์นสัน และ จอห์นสัน (Johnson & Johnson. 1987. pp. 23 – 24 อ้างถึงใน ธีรวัฒน์ ผิวขม, 2554, หน้า 12) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ด้วยกัน 5 ประการ ได้แก่

1. การพึ่งพาอาศัยกันและกันทางบวก (Positive Interdependence) นักเรียนต้องตระหนักว่างานที่ทำด้วยกันเป็นงานกลุ่ม การทำงานจะบรรลุจุดประสงค์หรือประสบความสำเร็จหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องช่วยเหลือกัน และต้องระลึกอยู่เสมอว่าทุกคนต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของกลุ่ม ดังนั้นผลงานของกลุ่มคือ ผลสำเร็จของนักเรียนแต่ละคนและผลงานของนักเรียนแต่ละคนก็เป็นผลสำเร็จของกลุ่มด้วย ซึ่งความสำเร็จนี้จะขึ้นอยู่กับความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกทุกคน

2. การติดต่อปฏิสัมพันธ์โดยตรง (Face - to - Face Interaction) การปฏิสัมพันธ์จะเกิดขึ้นเมื่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยเหลือกัน และให้กำลังใจซึ่งกันและกัน มีการสนับสนุนผลงานของสมาชิก การอธิบายขยายบทความในบทเรียนที่เรียนมาให้แก่เพื่อนในกลุ่มเข้าใจร่วมกัน มีการสรุปเรื่องการให้เหตุผลต่างๆ ตลอดจนมีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เปิดโอกาสให้สมาชิกได้เสนอแนวความคิดใหม่ๆ เพื่อเลือกสิ่งที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด

3. การรับผิดชอบต่อตนเอง (Individual Accountability and Personal Responsibility) การเรียนแบบร่วมมือเน้นให้ความสำคัญเกี่ยวกับความสามารถ และความรู้ที่แต่ละคนจะได้รับกล่าวคือ การเรียนแบบร่วมมือถือว่าการเรียนจะประสบความสำเร็จ เมื่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าใจบทเรียนตรงกันหรือได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่ม ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของแต่ละกลุ่มที่จะต้องคอยตรวจสอบดูว่า สมาชิกทุกคนเข้าใจบทเรียนหรือไม่ และครูจะทำการทดสอบโดยใช้วิธีสุ่มตัวแทนจากแต่ละกลุ่ม

4. ทักษะในการสัมพันธ์กับทักษะการทำงานร่วมกันในกลุ่มขนาดเล็ก (Interpersonal and Small Group Skill) นักเรียนทุกคนต้องสามารถที่จะทำงานร่วมกันเข้ากันได้ทุกคน และสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยได้ เพื่อให้งานของกลุ่มบรรลุจุดมุ่งหมาย และมีประสิทธิภาพครูต้องฝึกให้นักเรียนทำความรู้จัก และไว้วางใจกัน พูดย่อความหมายกันได้ชัดเจน ยอมรับความคิดเห็น และให้การสนับสนุนซึ่งกันและกัน

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2541, หน้า 38 - 45) กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีดังนี้

1. การพึ่งพาอาศัยกันและกันทางบวก สมาชิกทุกคนมีหน้าที่ และความรับผิดชอบเท่าเทียมกันหมด สมาชิกแต่ละคนรู้หน้าที่ของตนเองว่าต้องทำกิจกรรมใดบ้างในการเรียนครั้งนั้นๆ และต้องรับผิดชอบต่อกิจกรรมนั้นๆ เสมอ สมาชิกทุกคนตระหนักดีว่าความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับสมาชิกภายในกลุ่ม

2. การติดต่อปฏิสัมพันธ์โดยตรง การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือนี้ นักเรียนจะนั่งด้วยกันเป็นกลุ่มหันหน้าเข้าหากันเพื่อจะได้ซักถาม ตอบคำถามอธิบาย ได้ตอบ ชั่งกันและกัน ให้สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน ขอมรับเหตุผลของผู้อื่น ได้เถียงกันด้วยเหตุผล รู้จักสนับสนุนและชมเชยผู้อื่น เป็นการฝึกทักษะพื้นฐานในการอยู่ร่วมกันในสังคม

3. การรับผิดชอบต่อตนเอง สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมีหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบ และจะต้องทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถเสมอ เช่น

3.1 สมาชิกต้องตอบคำถาม และอธิบายให้แก่เพื่อนสมาชิกด้วยกัน ด้วยความเต็มใจเสมอ

3.2 สมาชิกแต่ละคนจะต้องสนับสนุน คอยให้กำลังใจแก่เพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

3.3 สมาชิกแต่ละคนรู้ว่า ผลงานของกลุ่มจะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขึ้นอยู่กับความร่วมมือและความรับผิดชอบของสมาชิกทุกคน

4. ทักษะทางสังคม (Social Skills) นักเรียนบางคนไม่มีทักษะในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เนื่องจากไม่ได้รับการพัฒนาในเรื่องนี้มาก่อน อาจจะมีปัญหาบ้าง ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ดังนั้นก่อนที่จะใช้การสอนแบบนี้ครูควรวางพื้นฐานนักเรียนให้มีทักษะในการทำงานกลุ่ม ดังนี้

4.1 ทักษะการจัดกลุ่ม ฝึกการจัดกลุ่มอย่างรวดเร็วและทำงานกลุ่มโดยไม่รบกวนกลุ่มอื่น

4.2 ทักษะการทำงานกลุ่ม เป็นทักษะเกี่ยวกับการทำงานในกลุ่มให้เกิดผลดี มีทักษะเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความคิด การแสดงความคิดเห็น อธิบาย ได้ตอบ แบ่งปันอุปกรณ์และสร้างบรรยากาศที่ดีในการทำงานร่วมกัน

4.3 ทักษะการสร้างความรู้ เป็นทักษะที่ใช้ในการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ เป็นการกระตุ้นให้เกิดความคิดตามลำดับขั้นอย่างมีเหตุผล

5. กระบวนการกลุ่ม หลังจากที่ทำงารร่วมกันเป็นกลุ่มได้ระยะหนึ่ง สมาชิกแต่ละคนจะประเมินการทำงานของตนเองและผลงานกลุ่ม เพื่อที่จะรู้ถึงข้อบกพร่อง และสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข และวางเป้าหมายในการทำงานกลุ่มครั้งต่อไปให้ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือมีองค์ประกอบดังนี้

1. การพึ่งพาอาศัยกันและกันทางบวก มีการแบ่งปันเนื้อหาเพื่อต่อกันในกลุ่ม คอยให้การช่วยเหลือกันและพึ่งพาอาศัยกัน เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของกลุ่ม
2. การติดต่อปฏิสัมพันธ์โดยตรง มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และยอมรับความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม
3. การรับผิดชอบต่ตนเอง มีความรับผิดชอบกับงานที่ได้รับมอบหมายต่อตนเองและกลุ่ม เพื่อความสำเร็จของเป้าหมายของกลุ่ม
4. ทักษะทางสังคม มีการใช้ทักษะจากการเรียนรู้และประสบการณ์มาใช้ในการทำงานของกลุ่มร่วมกัน เพื่อแก้ไขปัญหาาร่วมกัน
5. กระบวนการกลุ่ม มีการทำงานร่วมกันอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อให้งานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4.3 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

สวิตซ์ มูลค้ำ และอรัทัย มูลค้ำ (2546, หน้า 158-160) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีดังนี้

1. ขั้นเตรียม ประกอบด้วย
 - 1.1 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้นักเรียนทราบทั้งด้านวิชาการและด้านสังคม
 - 1.2 จัดขนาดของกลุ่ม ซึ่งขนาดของกลุ่มจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นการจัดขนาดของกลุ่มผู้สอนจะต้องจัดให้เหมาะสมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และเวลาที่ใช้
 - 1.3 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม มีการจัดผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน เช่น เพศ ความสามารถ วัฒนธรรม ฯลฯ อยู่ในกลุ่มเดียวกันและควรมีการสลับเปลี่ยนกลุ่มของผู้เรียนอยู่เสมอ ทั้งนี้ต้องรอให้การปฏิบัติงานของกลุ่มเดิมร่วมกันจนบรรลุความสำเร็จก่อน
 - 1.4 จัดชั้นเรียน ควรจัดสภาพชั้นเรียนที่จะส่งผลต่อปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนมากที่สุด

1.5 จัดเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่จำเป็นไว้ให้พร้อม

2. ชั้นเริ่มบทเรียน ประกอบด้วย

2.1 จัดกิจกรรมที่จะสร้างความสัมพันธ์กันในทางบวก ตลอดถึงความตระหนักในการทำงานร่วมกัน

2.2 อธิบายภาระงาน ผู้สอนอธิบายภาระงานที่จะต้องทำให้ชัดเจน ซึ่งอาจเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของบทเรียนเดิมกับบทเรียนใหม่จะเป็นสิ่งที่ดีมาก

2.3 สร้างและทำความเข้าใจในการประเมินความสำเร็จของผลงาน เช่น มีการกำหนดเกณฑ์และวิธีการตัดสินร่วมกัน

2.4 เสริมสร้างความรับผิดชอบให้สมาชิก เช่น กำหนดการตรวจสอบการทำงานของสมาชิกเป็นช่วงๆ หรืออาจใช้วิธีการสุ่มตรวจ ตลอดจนการตรวจสอบกระบวนการทำงานในกลุ่ม เป็นต้น

2.5 ร่วมกันกำหนดพฤติกรรมทางสังคมที่พึงปรารถนา เพื่อส่งเสริมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมเหล่านั้นออกมา

3. ขั้นดูแลกำกับการเรียนรู้ ผู้สอนมีหน้าที่จะต้องดูแลผู้เรียนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

3.1 สังเกตพฤติกรรม ความก้าวหน้าของผู้เรียน รวมทั้งเป็นผู้กระตุ้นและช่วยเหลือผู้เรียน

3.2 มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ พยายามค้นหาทักษะและความสามารถด้านต่างๆ ของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกให้มากที่สุด รวมทั้งสอนทักษะต่างๆ ที่จำเป็นให้แก่ผู้เรียน

3.3 ร่วมกันสรุปผลการเรียนรู้

4. ขั้นการประเมินกระบวนการทำงานและผลงาน ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินกระบวนการทำงานและผลงานทั้ง 2 ด้าน ดังนี้

4.1 การประเมินผลงานด้านวิชาการ ได้แก่ ความก้าวหน้า ความสำเร็จในการเรียนซึ่งจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระความรู้ที่ผู้เรียน ได้รับ อาจใช้วิธีการถามตอบ การอภิปราย หรือการทดสอบย่อย เป็นต้น

4.2 การประเมินผลงานด้านสังคม เป็นการประเมินทักษะทางสังคมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติ และมีความก้าวหน้า อาจใช้วิธีการทดสอบ ค่าประสมการณ์ หรืออภิปรายร่วมกัน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีดังนี้

1. ขั้นเตรียม ครูแนะนำทักษะในการเรียนรู้ร่วมกัน แบ่งกลุ่มย่อย แจกเรื่องกติกากลุ่ม กิจกรรมกลุ่ม แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ จัดชั้นเรียนและเตรียมสื่อที่ใช้ในกิจกรรม
2. ขั้นเริ่มบทเรียน ครูสอนถึงเนื้อหาสาระหรือบทเรียน พร้อมทั้งมอบหมายงานกลุ่ม
3. ขั้นดูแลกำกับการเรียนรู้ ครูให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่ม โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกให้มากที่สุด แล้วให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้
4. ขั้นการประเมินกระบวนการทำงานและผลงาน ครูตรวจสอบผลงานจากการทำกิจกรรมกลุ่มและการทดสอบรายบุคคล พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการทำกิจกรรมกลุ่ม

4.4 ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2541, หน้า 44-45) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

1. ช่วยเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี นักเรียนในกลุ่มช่วยเหลือหรือแลกเปลี่ยนและให้ความร่วมมือซึ่งกันและกันในบรรยากาศที่เป็นกันเองและเปิดเผย
2. ก่อให้เกิดการเรียนรู้ในกลุ่มย่อย การแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มจะแบ่งโอกาสให้ผู้เรียนได้พูดคุย อภิปราย ชักถาม จนเกิดความเข้าใจชัดเจน คนที่เรียนเก่งสามารถช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่าให้ตามเพื่อนให้ทัน
3. ช่วยลดปัญหาวินัยในชั้นเรียน ผู้เรียนจะให้กำลังใจยอมรับและร่วมมือและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะรับผิดชอบในความสำเร็จของกลุ่มจึงจำเป็นต้องร่วมมือกัน พัฒนาเสริมสร้างพฤติกรรมที่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นในกลุ่ม
4. ช่วยยกระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของทั้งห้องเรียน เมื่อผู้เรียนเก่งจะช่วยเหลือผู้เรียนอ่อน เขาจะเรียนรู้ความคิดรวบยอดของสิ่งที่กำลังเรียน ได้ชัดเจนขึ้นขณะที่ผู้เรียนอ่อนสามารถเรียนรู้จากเพื่อนที่ใช้ภาษาใกล้เคียงกันได้ยิ่งยกว่าที่เรียนจากครู
5. ส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้ศึกษาค้นคว้าทำงานและแก้ปัญหาด้วยตนเอง และมีอิสระที่จะเลือกวิธีการเรียนรู้ของตน
6. ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการเรียนแบบร่วมมือ จะมีทักษะในการบริหารจัดการการเป็นผู้นำ การแก้ปัญหา มนุษย์สัมพันธ์และการสื่อสารความหมาย
7. การเรียนแบบร่วมมือช่วยเตรียมผู้เรียนให้ออกไปใช้ชีวิตในโลกของความเป็นจริงซึ่งเป็นโลกที่ต้องอาศัยความร่วมมือมากกว่าการแข่งขัน

ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545, หน้า 161) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ

1. ช่วยพัฒนาความคิด ความเชื่อมั่นของผู้เรียน
2. ส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกันและทักษะทางด้านสังคม
3. ทำให้ผู้เรียนมีวิสัยทัศน์หรือมุมมองกว้างขวาง
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
5. ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

จิรัชญา ทิษัตติ (2550, หน้า 28) ได้กล่าวว่า ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีดังนี้

1. ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และความรู้ที่แน่นคงทนกว่า
2. รู้จักใช้เหตุผลมากขึ้น มีความเข้าใจเรื่องลึกซึ้ง และมีความคิดสร้างสรรค์มากกว่า
3. มีแรงจูงใจทั้งภายในและภายนอกในการเรียนรู้มากขึ้น
4. สนใจทำงานและลดความไม่เป็นระเบียบของห้องเรียน ได้ เพราะทุกคนทำงานร่วมกัน
5. ได้แนวคิดและความสามารถจากเพื่อนมากขึ้น
6. ยอมรับความแตกต่างระหว่างเพื่อนในด้านต่างๆ เช่น ลักษณะนิสัย เพศ ความ สามารถระดับของสังคม และความแตกต่างอื่น ๆ ซึ่งวิธีนี้ช่วยให้เข้าใจกันดีขึ้น
7. มีการช่วยเหลือสนับสนุนกันในด้านต่าง ๆ
8. มีสุขภาพจิต การปรับตัว และการทำงานในสภาพที่เป็นธรรมชาติดี
9. ใช้ความสามารถของตนเองให้กับเพื่อนอย่างเต็มที่
10. มีทักษะด้านสังคมเพิ่มขึ้น

สรุปว่า การเรียนแบบร่วมมือ ช่วยให้นักเรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ช่วยส่งเสริมทักษะทางสังคมฝึกการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน มีความรับผิดชอบต่องานในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายของกลุ่ม และมีส่วนร่วมในกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดการยอมรับตนเองอันจะส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งต่าง ๆ รอบข้าง และยังช่วยให้นักเรียนที่เก่งหรืออ่อน มีผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉลี่ยของนักเรียนสูงขึ้น

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เวอร์กอลิม (Virgolim, 2005) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชาวบราซิล และความสามารถพิเศษของนักเรียน ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชาวบราซิลที่มีความสามารถพิเศษ จำนวน 100 คน โดยผู้วิจัยได้ศึกษาจากคะแนนของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ของราเวน (Raven's Standard Progressive Matrices: SPM) และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์จากการวาดภาพของอุบันและเจลลิน (Urban and Jellen's Test for Creative Thinking - Drawing Production: TCT - DP) ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ว่า คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์กับคะแนนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กัน และจากการสังเกตของครูและนักเรียน พบว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการคิดที่แตกต่างกัน และจากการสังเกตบทบาทในการแก้ปัญหา กล่าวได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถพิเศษที่เกิดขึ้นตามมา

เลียคิน และเลฟ (Leikin & Lev, 2007, pp. 161-168) ได้ทำการศึกษาลักษณะ โจทย์ที่ทำการวัดประเมินความคิดสร้างสรรค์ โดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่มตามลักษณะ คือ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ นักเรียนเก่ง (ที่ไม่ใช่ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ) และนักเรียนกลุ่มปกติ โดยผู้วิจัยได้ทำการวัดความคิดสร้างสรรค์ทั้งหมด 3 ด้าน คือ ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดคล่องในการแก้ปัญหา โจทย์ 2 ประเภท คือ โจทย์แบบธรรมดาที่นักเรียนคุ้นเคยที่พบทั่วไปในตำราเรียน หรือหนังสือแบบฝึกหัด และ โจทย์ปัญหาแบบพิเศษซึ่งเป็นโจทย์ที่นักเรียนไม่คุ้นเคยที่น่าสนใจและท้าทายความคิด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเก่งและนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีความสามารถแตกต่างกันในการใช้ความคิดสร้างสรรค์แก้ปัญหา โจทย์แบบพิเศษที่มีวิธีคิดอย่างหลากหลาย แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้มีความสามารถไม่แตกต่างกันในการแก้ปัญหา โจทย์แบบธรรมดา และนักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้มีความสามารถในการใช้ความคิดสร้างสรรค์แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญ ภายใต้สมมติฐาน กล่าวคือ โจทย์ปัญหาที่มีวิธีคิดอย่างหลากหลายประเภท โจทย์ปัญหาแบบพิเศษมีประสิทธิภาพในการวัดประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

อูมาพร รังสิยานนท์ (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และคิดแก้ปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกความคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาคือ นักเรียนมีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน

อัสสัมชัญ แผนกประถม จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และคิดแก้ปัญหาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการใช้ชุดฝึกความคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กชกร รุ่งหัวฝ้าย (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ดำเนินการทดลองสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รุจิอาภา รุจิยาปนนท์ (2550, หน้า 51-55) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาลวัดแหลมสุวรรณาราม จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 16 คน ซึ่งเป็นนักเรียนอาสาสมัคร ผลการศึกษาค้นพบว่า หลังการทดลองนักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้น ไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ปานจิต รัตนพล (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังจากการเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีอยุธยา จังหวัดชุมพร จำนวน 110 คน ผลการวิจัยพบว่า ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ 50% และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนด้านความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทาง

คณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลาง มีความคิดสร้างสรรค์ไม่สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ และส่งเสริมให้นักเรียนได้แสวงหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดในเชิงสร้างสรรค์ได้

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

อเล็กซานเดอร์ (Alexander, 2007) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาผลของการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รุ่น 6.1 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจในการเรียน กลุ่มตัวอย่างการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ลงเรียนวิชาเกษตรกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเบื้องต้น โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดเป็นแบบทดสอบจำนวน 40 ข้อ ส่วนด้านความคิดสร้างสรรค์ ใช้การวัดก่อนและหลังการทดลอง (Pretest and Posttest) โดยใช้แบบวัดมาตรฐานด้านความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ และด้านความพึงพอใจในการเรียน ใช้การวัดก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง (Pretest, Mid Test and Posttest) โดยใช้แบบวัดความพึงพอใจที่พัฒนาขึ้นโดยเบรชเชอร์ (Brashears) โดยวัดด้านความกระจ่างชัด (Clarity) ด้านการถ่ายทอด (Delivery) และด้านเนื้อหา (Content) ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเน้นกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความรู้ความเข้าใจสูงขึ้นไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้วิจัยได้อภิปรายผลไว้ว่าอาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนน้อยเกินไป

เจียง ไก เหวิน (CHENG Kai Wen, 2011, pp. 106-118) ได้ทำการศึกษาการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มาใช้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือบน Web-Based ในวิชาบัญชี โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาแผนกการจัดการ โรงแรมหลักสูตร 4 ปี จำนวน 3 ห้องเรียน แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ ห้องเรียนแรกเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาใช้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือบน Web-Based ส่วนห้องเรียนที่สองเป็นกลุ่มทดลองที่ 2 ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือบน Web-Based และอีกห้องเรียนเป็นกลุ่มควบคุมใช้การเรียนแบบปกติ ผลการทดสอบหลังเรียนของทั้ง 3 กลุ่มปรากฏว่า คะแนนของทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มทดลองที่ 1 มีคะแนนหลังเรียน

มากกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทีเซง และคณะ (Tseng et al., 2013, pp. 87-102) ได้ทำการศึกษาการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการส่งเสริมประสิทธิภาพในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping: CMPING) ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นปีที่ 3 จำนวน 42 คน ที่เลือกวิชาเทคโนโลยี วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมระดับนาโน (Nano - Environmental Engineering Technology) ในไต้หวัน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มของนักเรียนที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์ จะประสบความสำเร็จในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ เป็นผลมาจากมีการสร้างความคิดรวบยอดและเข้าใจในหัวข้อหลักที่เกิดจากการบูรณาการความรู้เดิมและความรู้ใหม่ขึ้นมา ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะช่วยให้สร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีและยกระดับการเรียนรู้ให้ดีขึ้น นอกจากนี้ การให้นักเรียนทำงานร่วมกันจะช่วยให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่สร้างสรรค์และส่งเสริมการสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่มีคุณภาพอีกด้วย ส่วนกลุ่มของนักเรียนที่เรียนแบบท่องจำสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้รองลงมา เป็นผลมาจากการเพิ่มความรู้ใหม่ขึ้นมาโดยไม่มีกระบวนการความรู้เดิมและความรู้ใหม่ ทำให้นำไปแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ลดลง ส่วนกลุ่มของนักเรียนที่ไม่ได้รับการเรียน จะมีความรู้เดิมแต่ไม่ได้รับความรู้ใหม่จึงทำให้การสร้างแผนผังความคิดไม่ประสบผลสำเร็จ

อาพันธ์ชนิต เจนจิต (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความสามารถสอบผ่านเกณฑ์ 75 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และมีพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนที่ประกอบด้วยความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความคิดละเอียดลออ อยู่ในระดับดีทุกด้าน

สมปอง เพชร โรจน์ (2549, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาและนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพและเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการวิจัยพบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวควรมี 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นเรียนซึ่งประกอบด้วย 5 กิจกรรม คือ การค้นหาความจริง การค้นหาปัญหา การค้นหาคำตอบ และการค้นหาคำตอบที่ยอมรับ และ 3) ขั้นสรุป เมื่อนำความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญไปสร้าง

รูปแบบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แล้วทดลองใช้ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการสอนในระดับมาก

นฤมล จันทร์สุขวงศ์ (2551, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาแผนกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และคุณภาพผลงาน และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และคุณภาพผลงานของนักเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มทดลองเป็นนักเรียนที่ปฏิบัติตามกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบเป็นนักเรียนที่ปฏิบัติตามกิจกรรมโครงการปกติ กลุ่มละ 19 คน ผลการวิจัยพบว่า แผนกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นแผนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบการนำเสนอได้อย่างหลากหลาย สร้างสรรค์ และน่าสนใจ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และคุณภาพผลงาน สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และศึกษาพฤติกรรมและกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงและดีขึ้น และมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ผ่านมา สรุปได้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จอห์น เอ รอส (John A. Ross, 1995 อ้างถึงใน จินตนา เล็กล้วน, 2541, หน้า 34) ได้ศึกษาผลย้อนกลับของนักเรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์กับการเรียนแบบปกติในวิชาคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มทดลองเป็นนักเรียนระดับ 7 จำนวน 18 คน ที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ ทำการทดลองสอนเป็นเวลา 4 เดือน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์มีผลย้อนกลับในด้านการให้ความช่วยเหลือกันในกลุ่ม เกิดทักษะกระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาให้ตนเองและเพื่อนเพิ่มขึ้น และส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในตนเองอีกด้วย

ไมเคิล โจน เมียร์ส (Michael Jon Mears, 1996 อ้างถึงใน ปัทมา ศรีขาว, 2540, หน้า 34) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพีชคณิตในระดับวิทยาลัย โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมซึ่งเรียนแบบบรรยาย และกลุ่มทดลอง ซึ่งเรียนผสมระหว่างแบบบรรยายกับการเรียนแบบร่วมมือ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียน

ปัทมา ศรีขาว (2540, หน้า 59) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้การเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นปีที่ 1 คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยสยาม จำนวน 142 คน ทำการสอนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องแคลคูลัสเบื้องต้น ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ จำนวน 18 คาบ โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ กับการเรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สมเดช บุญประจักร (2540, หน้า 95-96) ได้ทำการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนพระนารายณ์และโรงเรียนคงคาวิทยา จำนวน 154 คน โดยสุ่มเป็นกลุ่มทดลองโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน จำนวน 75 คน และกลุ่มควบคุมโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน จำนวน 79 คน กลุ่มทดลองดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนแบบร่วมมือ กลุ่มควบคุมดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนตามปกติ เพื่อศึกษาพัฒนาการของศักยภาพทางคณิตศาสตร์ 3 ประการ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร ผลการวิจัยพบว่า แผนการสอนที่แสดงกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง

กระบวนการและผลลัพธ์โดยเฉลี่ย (E_1 / E_2) มีประสิทธิภาพ 66.31 / 59.12 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวัง คือ 70 / 70 ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร หลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จินตนา เก็กถ้วน (2541, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล และสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนแบบปกติและไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีเรียนกับระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล และสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

อัญชญา โพธิ์พลากร (2545, บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและอัตราส่วนตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนหลังการใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดเห็นของนักเรียนหลังการใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมืออยู่ในระดับ เห็นด้วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01