

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

- 1.1 แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- 1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- 1.3 ความสัมพันธ์ของความสามารถในการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์
- 1.4 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

#### 2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 2.3 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 2.4 กลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 2.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
- 2.6 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

#### 3. ความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

- 3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์และ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
- 3.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
- 3.4 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 3.5 ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์
- 3.6 การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

### 3.7 อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์

### 3.8 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

## 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

### 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

## 1. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

### 1.1 แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

อเล็กซ์ ออสบอร์น (Alex Osborn, อ้างถึงใน ลักขณา สิริวัฒน์, 2549, น. 145)

กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์คือความคิดจินตนาการประยุกต์ หมายถึง จินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาที่ยู่ยากเมื่อประสบ และไม่ใช่อเป็นจินตนาการที่เลื่อนลอย เขาเป็นคนแรกที่สร้างแบบแผนกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ขึ้นมาโดยใช้ชื่อว่า Creative Problem Solving (CPS) ซึ่งเป็นกระบวนการที่กระทำโดยการนำเทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) เป็นวิธีของกระบวนการกลุ่มที่ช่วยแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ (อาพันธ์ชนิด เจนจิต, 2546, น. 19) โดยมีหลักการใหญ่ ๆ ดังนี้ คือ 1. ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดเห็นทั้งของตนเองและผู้อื่น 2. พยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างออกไป 3. พยายามหาคำตอบให้ได้มากที่สุด 4. พยายามดัดแปลงตกแต่งความคิดที่มีอยู่ หัวใจของวิธีแก้ปัญหาโดยวิธีระดมสมอง คือ การไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือการตัดสินถูกผิด ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มได้เสนอความคิดเห็นอย่างเต็มที่ หลักการนี้จะทำให้ได้มาซึ่งข้อเสนอแนะมากมายในการแก้ไขปัญหา (สุวิทย์ มูลคำ, 2550, น. 44)

อเล็กซ์ ออสบอร์น เป็นนักวิจัยคนหนึ่งซึ่งเชื่อว่าทุกคนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเองได้ เขามีความสนใจที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในด้านการศึกษาของชาวอเมริกาเป็นอย่างมาก เป็นแรงผลักดันให้ในปี 1965 เขาก่อตั้งมูลนิธิการศึกษาสร้างสรรค์เพื่อสอนและวิจัยกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ในเมืองบัฟฟาโล หลังจากการตายของอเล็กซ์ ออสบอร์น ก็มีนักการศึกษา

และสถาบันต่าง ๆ ได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ขึ้นตามลำดับ ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มาใช้ในการศึกษาตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา

## 1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

สมปอง เพชรโรจน์ (2549, น. 54) การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึงความสามารถในการคิดหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากการแก้ปัญหาโดยทั่วไป ซึ่งมีความแปลกใหม่ หลากหลายและมีความซับซ้อน เป็นกระบวนการทางความคิดที่ประกอบด้วยความคิดเอกลักษ์จากความรู้ และประสบการณ์เดิม และความคิดอเนกนัยจากความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาที่คิดค้นไว้หลาย ๆ ทาง และสามารถตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในสถานการณ์นั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

ภัทรกร แสงไชย (2551, น. 47-48) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึงความสามารถทางการคิดของแต่ละบุคคลในการแสวงหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม และมีคุณค่าเป็นประโยชน์ เป็นการศึกษาที่มีระบบ เป็นลักษณะเฉพาะภายในตัวของแต่ละบุคคลที่สามารถพัฒนาได้

อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552, น. 21) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการในการคิดหาคำตอบ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความแตกต่างจากการคิดแก้ปัญหาตามปกติ การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้คิดหาวิธีการที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ ซึ่งประกอบด้วยความคิดเอกลักษ์และอเนกนัยในรูปแบบและวิธีส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาที่คิดค้นไว้หลายทาง และสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

ธัญญรัตน์ โกมลเกียรติ (2557, น. 48) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของแต่ละบุคคลในการแสวงหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม และมีคุณค่าเป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นการผสมผสานอย่างเหมาะสมระหว่างการคิดเอกลักษ์ เป็นการศึกษาทางเดียวจากความรู้และประสบการณ์เดิม กับความคิดอเนกนัยเป็นการคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุมจากความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์นี้ เป็นทักษะที่สามารถฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นได้

สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง การคิดหาวิธีการแก้ปัญหาให้ได้ มากที่สุด และเป็นวิธีการที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับคนอื่นซึ่งเกิดจากการใช้ความคิดเอกลัษณ์จากประสบการณ์เดิม และความคิดอเนกนัยจากความคิดสร้างสรรค์มาส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม เป็นการคิดที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้

### 1.3 ความสัมพันธ์ของความสามารถในการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะเห็นได้ว่าได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ที่มาส่งเสริมกันในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ดังนั้นการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์จึงต้องมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งมีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์

Guilford (1967) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เป็นผลของความคิดที่คล้ายกัน โดยความคิดสร้างสรรค์ จะแทรกอยู่ในทุกช่วงของการคิด แต่การแก้ปัญหาจะอยู่ในช่วงสุดท้ายของความคิด ซึ่งเป็นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหา

Lumsdaine (1991, อ้างถึงใน สมปอง เพชรโรจน์, 2549, น. 52) กล่าวถึงความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานที่ทำให้คนคิดแก้ปัญหาได้ ต่างจากเครื่องคิดเลขหรือคอมพิวเตอร์ ในการช่วยปรับกระบวนการหรือวิธีแก้ปัญหาแต่ละครั้งให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์มีความยืดหยุ่น มีเหตุผลมีความเฉพาะเจาะจงกับแต่ละสภาพปัญหาทำให้การแก้ปัญหาไม่เป็นสูตรสำเร็จตายตัวหรือสำเร็จรูป ซึ่งมีชื่อเรียกว่า “การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์”

สมปอง เพชรโรจน์ (2549, น. 54) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่เกิดต่อเนื่องกัน ความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานที่ทำให้คนคิดแก้ปัญหา กล่าวคือ การใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาหรือวิธีแก้ปัญหานั้นเป็นผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการแก้ปัญหาใด ๆ นอกจากผู้แก้ปัญหานั้นจะต้องมีความสามารถในการรวบรวมความรู้ และประสบการณ์เดิมในการหาวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีความหลากหลายเหมาะสมแล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาย่างมีเหตุผล สามารถปรับใช้ได้ในสถานการณ์ที่ต่างกันออกไปและในชีวิตประจำวันได้

ภัทรพร แสงไชย (2551, น. 46) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน กล่าวคือเราใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา หรือวิธีการแก้ปัญหาส่วนหนึ่งเป็นผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาใด ๆ นั้นผู้แก้ปัญหาต้องใช้ในการคิดในการแก้ปัญหา เมื่อแก้ปัญหาได้ก็จะต้องมีความสามารถในการรวบรวมความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาวิธีการแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีความหลากหลาย และยังต้องมีการปรับใช้วิธีการได้อย่างเหมาะสมมีคุณค่าเป็นประโยชน์ มีการคิดที่เป็นระบบ แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาย่างมีเหตุผล สามารถประยุกต์ใช้ได้ สถานการณ์ที่ต่างกันออกไปได้

อรรณณ ตันสุวรรณรัตน์ (2552, น. 19) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เราใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหาส่วนหนึ่งเป็นผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นการแก้ปัญหาใด ๆ ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องมีความสามารถในการรวบรวมความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีความหลากหลายเหมาะสม แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาย่างมีเหตุผล และสามารถปรับใช้ได้ ในสถานการณ์ที่ต่างกันออกไปและใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานของการคิดแก้ปัญหา ซึ่งความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาก็จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันในทุกช่วงของการคิด โดยการแก้ปัญหาก็จะมีความคิดสร้างสรรค์จะเป็นผลผลิตของกันและกัน หากมีความสามารถในการแก้ปัญหาก็แสดงว่ามีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ในทางกลับกันหากมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์แสดงว่ามีความสามารถในการแก้ปัญหาเช่นกัน

#### 1.4 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

นักการศึกษาหลายท่าน ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์อย่างเป็นขั้นตอนไว้ดังนี้

อเล็กซ์ ออสบอร์น (Alex Osborn, 1953, 1957 cited in Scott G. Isaksen Donald J. Treffinger, 2004) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ในหนังสือ Applied Imagination เป็นหนังสือที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ซึ่งได้บรรยายถึงกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และเทคนิคการระดมสมองอย่างครอบคลุม ซึ่งประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอนได้แก่

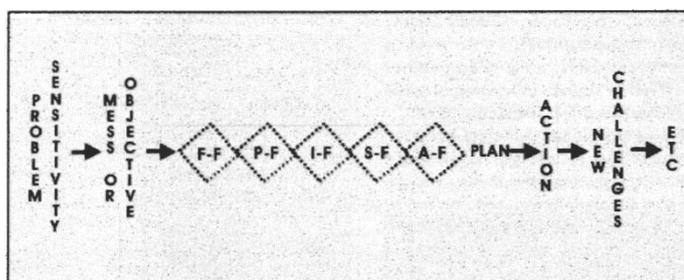
- ขั้นที่ 1 ซึ่ปัญหาที่เกิดขึ้น (Orientation) สามารถให้ทราบถึงประเด็น  
ปัญหาที่ต้องการจะใช้ความคิดสร้างสรรค์
- ขั้นที่ 2 ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้  
ในการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการแจกแจงข้อมูลเพื่อนำไปสู่การ  
ตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมในขั้นต่อไป
- ขั้นที่ 4 สมมติฐาน (Hypothesis) หาทางเลือกที่เป็นไปได้หลาย ๆ ทางโดย  
ใช้ความคิด
- ขั้นที่ 5 การฟักความคิด (Incubation) เป็นการทำให้เกิดความคิดแวบแล้ว  
กระจ่างขึ้น
- ขั้นที่ 6 การสังเคราะห์ (Syntensis) บรรจุส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน
- ขั้นที่ 7 การตรวจสอบ (verification) คัดเลือกคำตอบที่มีประสิทธิภาพ  
ที่สุด

ออสบอร์น และพาร์น (Osborn and Parnes, 1966, อ้างถึงใน สมปอง เพชรโรจน์,  
2549, น. 55) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะมีวิธีค้นหาคำตอบที่แตกต่างออกไป มีความ  
สลับซับซ้อนและค้นพบแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และเหมาะสมที่สุดในสภาพแวดล้อมขณะนั้น  
แบ่งเป็น 5 ขั้น ได้แก่

- ขั้นที่ 1 การค้นหาความจริง (F-F=Fact finding) เป็นขั้นรวบรวมข้อมูล  
เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น จากการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย ใคร อะไร เมื่อไร ที่ไหน ทำไม และอย่างไร
- ขั้นที่ 2 การค้นหาปัญหา(P-F= Problem finding) เป็นขั้นพิจารณา  
เปรียบเทียบมูลเหตุทั้งหลายของปัญหา แล้วจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเลือกมูลเหตุที่สำคัญที่สุด เป็น  
ประเด็นสำหรับค้นหาวิธีแก้ไขต่อไป
- ขั้นที่ 3 การค้นหาความคิด (I-F=Idea finding) เป็นขั้นระดมความคิดเพื่อ  
หาวิธีแก้ปัญหตามประเด็นที่ตั้งไว้ให้ได้มากที่สุด อย่างอิสระ โดยไม่มีการประเมินความเหมาะสมใน  
ขั้นนี้

ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ (S-F=Solution finding) เป็นขั้นพิจารณา  
คัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีการที่หาได้ในขั้นที่ 3 โดยใช้ความประหยัด ความรวดเร็ว  
เป็นเกณฑ์พิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 5 การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ (A-F=Acceptance finding)  
เป็นขั้นพิสูจน์ให้เห็นว่าวิธีการที่เลือกไว้แล้วนั้น นำไปใช้ได้จริง โดยแสดงรายละเอียดขั้นตอนการ  
แก้ปัญหาและผลที่เกิดขึ้น จาก 5 ขั้น แสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 2 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของออสบอร์นและพาร์นส์ (Treffinger, 2005, p. 3)

Treffinger, Isaksen and Doval (2000, p. 1-4) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา  
เชิงสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the challenge) ในขั้น  
นี้จะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนย่อยคือ

1.1 สร้างโอกาส (Constructing opportunities) เป็นการค้นหา  
โอกาสสำหรับการแก้ไขปัญหา โดยการสร้างเป้าหมายแบบกว้าง ๆ เพื่อจะนำไปสู่การแก้ไขปัญหา

1.2 สำรวจข้อมูล (Exploring data) เป็นการรวบรวมข้อเท็จจริง  
ความคิดเห็น ความพึงพอใจ ข้อยืนยัน ข้อขัดแย้ง และพิจารณาบริบทโดยรอบ จะต้องตั้งคำถาม  
เพื่อให้ได้ข้อมูลว่า ใคร ทำอะไร เมื่อไหร่ ที่ไหน อย่างไร

1.3 กำหนดกรอบปัญหา (Framing problem) เป็นขั้นที่ผู้  
แก้ปัญหาพยายามคิดออกเนกนัย โดยเฉพาะคำถามต้องถามในลักษณะเชิงบวกซึ่งจะกระตุ้นการตอบ  
เช่น แนวทางที่ควรจะเป็นคืออะไร หรือ ควรเป็นอย่างไร

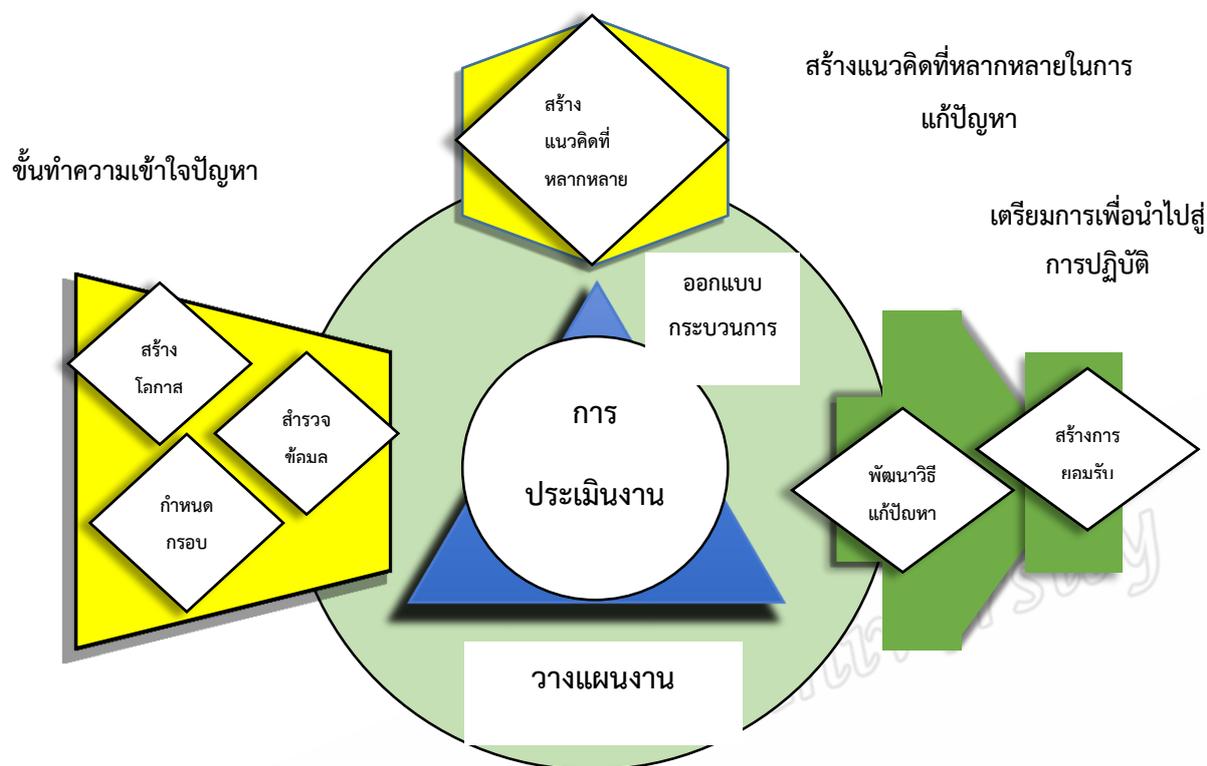
ขั้นที่ 2 สร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating ideas) ขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะต้องนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาหลายหลายวิธี เป็นการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ จะต้องให้เวลามากพอสมควร เพื่อให้ผู้แก้ปัญหาได้คิดและแสดงออกในสิ่งที่คิดว่าเป็นไปได้ จะต้องยอมรับทุกความคิดเห็น และจะต้องไม่มีการประเมินความคิดเห็นที่แสดงออกมาว่าเป็นสิ่งที่ใช้ได้หรือไม่ได้ วิธีการที่เสนอขึ้นอาจจะเป็นวิธีการที่แปลกใหม่น่าสนใจ หรืออาจจะเป็นการต่อยอดความคิดแบบเดิมก็ได้ ซึ่งในขั้นนี้จะเน้นการทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันระดมความคิด และจะได้วิธีการแก้ปัญหามากมายที่จะนำไปเลือกใช้

ขั้นที่ 3 ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for action) จะประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนย่อยคือ

3.1 การพัฒนาวิธีแก้ปัญหา (Developing Solutions) ผู้แก้ปัญหาจะต้องพิจารณาวิธีแก้ปัญหิต่าง ๆ ที่ได้เสนอไว้โดยคัดเลือก กลั่นกรองวิธีแก้ปัญหา พร้อมสามารถอธิบายว่าแต่ละวิธีการจะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ต้องหาข้อมูลอะไรเพื่อใช้ในการสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

3.2 สร้างการยอมรับ (Building Acceptance) โดยจะต้องมีการให้เหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญหานั้น ว่าสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติได้จริง และเป็นวิธีการแปลกใหม่

ขั้นที่ 4 วางแผนและปฏิบัติตามแนวคิด (Planning Your Approach) นำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้สู่การปฏิบัติ จะต้องมีการควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนเองคิดจะทำงานนั้นอย่างไร ทบทวนแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด พิจารณาความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนที่เลือกใช้ รวมไปถึงการประเมินความสำเร็จโดยการตรวจสอบขั้นตอนการปฏิบัติในระหว่างการแก้ปัญหาว่ามีข้อบกพร่องที่จะต้องดำเนินการแก้ไขหรือไม่ และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งแต่ละขั้นจะเป็นไปตามแผนภาพดังนี้



ภาพที่ 3 โมเดลกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 4 ชั้นของ Treffinger, Isaksen and Doval (2000, p. 3)

สมปอง เพชรโรจน์ (2549, น. 57) กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สามารถสรุปเป็นขั้น ๆ ได้ดังนี้คือ

1. การค้นหาความจริง ได้แก่ การตั้งคำถามที่ขึ้นต้นหรือลงท้ายด้วย ใคร (Who) อะไร (What) เมื่อไร (When) ที่ไหน (Where) ทำไม (Why) อย่างไร (How) พร้อมระบุคำตอบเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นมูลเหตุของกรณีศึกษา
2. การค้นหาปัญหา ได้แก่ การพิจารณาเปรียบเทียบคำถาม-คำตอบ (มูลเหตุของปัญหา) ทำการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น จัดลำดับความสำคัญของปัญหา จำแนกปัญหาใหญ่-ปัญหาย่อย เลือกประเด็นปัญหาที่สำคัญที่สุด เป็นประเด็นสำหรับค้นหาวิธีแก้ไข พร้อมระบุเหตุผล
3. การค้นหาความคิด ได้แก่ การเสนอวิธีแก้ไขที่มีความหลากหลาย แปลกใหม่และเป็นไปได้ ให้ได้มากที่สุด อย่างอิสระ โดยไม่มีการประเมินความเหมาะสม หรือถูกผิดในขั้นนี้

4. การค้นหาคำตอบ ได้แก่ การบอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธีการกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกวิธีแก้ปัญหา พร้อมให้น้ำหนัก พิจารณาคัดเลือกวิธีแก้ไขที่เหมาะสม

5. การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ ได้แก่ การแสดงรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหา พร้อมระบุผลที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนอย่างเฉพาะเจาะจง

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถสรุปกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ต้องค้นหาปัญหา ทราบปัญหาที่จะใช้ในการแก้ปัญหาโดยเกิดจากการ ค้นหาความจริง สืบหาข้อมูล และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น จากการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย ใคร อะไร เมื่อไร ที่ไหน ทำไม อย่างไร เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 สร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ใช้เทคนิคการระดมความคิด โดยผู้แก้ปัญหาช่วยกันระดมความคิด เพื่อหาวิธีแก้ปัญหามาตามประเด็นที่ตั้งไว้ด้วยการใช้ความคิดที่แปลกใหม่และหลากหลาย ให้ได้มากที่สุดอย่างอิสระ ไม่มีการประเมินความคิดเห็นที่แสดงออกมาว่าเป็นสิ่งที่ใช้ได้หรือไม่

ขั้นที่ 3 ค้นหาคำตอบ แสดงรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหา ทำการวิเคราะห์ แจกแจง จุดเด่น-จุดด้อย ของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี กำหนดเกณฑ์ กลั่นกรองวิธีแก้ปัญหา โดยใช้ความประหยัด ความรวดเร็ว เป็นเกณฑ์ สามารถอธิบายได้ว่าแต่ละวิธีจะต้องดำเนินการอย่างไรถึงจะสามารถแก้ปัญหาสำเร็จ

ขั้นที่ 4 การยอมรับ พิสูจน์หรือนำเสนอให้เห็นว่าวิธีการที่เลือกไว้แล้วนั้นนำไปใช้ได้จริง โดยจะต้องมีการให้เหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญหานั้น ว่าสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติได้จริง

ขั้นที่ 5 วางแผนปฏิบัติตามแนวคิด นำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้สู่การปฏิบัติ จะต้องมีการควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนเองคิดจะทำงานนั้นอย่างไร ทบทวนแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด พิจารณาความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนที่เลือกใช้ รวมไปถึงการประเมินความสำเร็จโดยการตรวจสอบขั้นตอนการปฏิบัติในระหว่างการแก้ปัญหาว่ามีข้อบกพร่องที่จะต้องดำเนินการแก้ไขหรือไม่ และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้

ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ข้างต้น เพื่อให้เห็นชัดและเข้าใจมากขึ้น ถึงความสัมพันธ์ของแต่ละกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ได้กล่าวมาจึงแสดงเป็น

ตารางวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และเพื่อให้ผู้สอนสามารถนำกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและเข้าใจจึงแสดงเป็นตารางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งมีรายละเอียดดังกล่าวดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ชื่อ					
ขั้น	AlexOsborn 1953,1957	Osborn and Parnes 1966	Treffinger,Isaksen and Doval 2000	สมปอง เพชร โรจน์2549	สรุป
1.	ขั้นปัญหาที่เกิดขึ้น (Orientation)	-	สร้างโอกาส (Constructing opportunities)	-	ขั้นทำความเข้าใจ
2.	ขั้นเตรียม (Preparation)	การค้นหาคำความจริง (F-F=Fact finding)	สำรวจข้อมูล (Exploring data)	การค้นหาคำ จริง	ปัญหา
3.	การวิเคราะห์ (Analysis)	การค้นหาปัญหา (P-F=Problem finding)	กำหนดกรอบปัญหา (Framing problem)	-	
4.	สมมติฐาน (Hypothesis)	การค้นหาคำความคิด (I-F=Idea finding)	สร้างแนวคิดที่ หลากหลายในการ แก้ปัญหา (Generating ideas)	การค้นหาปัญหา	สร้าง แนวคิดที่ หลากหลาย

ชื่อ					
ชั้น	AlexOsborn 1953,1957	Osborn and Parnes 1966	Treffinger,Isaksen and Doval 2000	สมปอง เพชร โรจน์2549	สรุป
5.	การฟักความคิด (Incubation)				สร้าง แนวคิดที่ หลากหลาย
6.	การสังเคราะห์ (Syntensis)	การค้นหาคำตอบ (S-F=Solution finding)	การพัฒนาวิธี แก้ปัญหา (Developing Solutions)	การค้นหาคำตอบ	ค้นหา คำตอบ
7.	การตรวจสอบ (verification)	การค้นหาคำตอบที่ เป็นที่ยอมรับ (A-F=Acceptance finding)	สร้างการยอมรับ (Building Acceptance)	การค้นหาคำตอบ ที่เป็นที่ยอมรับ	การยอมรับ
8.	-	-	วางแผนและปฏิบัติ แนวคิด (Planning Your Approach)	-	วางแผน และปฏิบัติ ตามแนวคิด

ตารางที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ขั้นตอน การเรียนรู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์
ขั้นนำ	ทบทวนความรู้เดิมที่เรียนในคาบที่แล้วเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน
ขั้นสอน	<p><u>ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา</u> เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นความสนใจผู้เรียน ด้วยการสร้างสถานการณ์ปัญหา แล้วให้ผู้เรียนค้นหาปัญหา ทราบปัญหาที่จะใช้ในการแก้ปัญหาโดยเกิดจากการ ค้นหาความจริง สืบหาข้อมูล และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น จากการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย ใคร อะไร เมื่อไร ที่ไหน ทำไม อย่างไร</p>
ขั้นสอน	<p><u>ขั้นที่ 2 สร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา</u> ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ โดยพยายามหาวิธีที่แปลกและแตกต่างออกไป ให้ได้มากที่สุด จะไม่มีการประเมินความคิดเห็นที่แสดงออกมาว่าเป็นสิ่งที่ใช้ได้หรือไม่</p> <p><u>ขั้นที่ 3 ค้นหาคำตอบ</u> ผู้สอนให้ผู้เรียนแสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีพร้อมหาคำตอบ และพิจารณาจุดเด่น จุดด้อย ความแปลกใหม่ และรวดเร็วที่สุดของวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ร่วมกันคิดไว้</p>
ขั้นสอน	<p><u>ขั้นที่ 4 การยอมรับ</u> ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริงและถูกต้อง</p> <p><u>ขั้นที่ 5 วางแผนและปฏิบัติตามแนวคิดได้</u> เมื่อผู้สอนสร้างสถานการณ์ปัญหาอื่นๆมาให้ผู้เรียนแล้วผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้สู่การปฏิบัติ จะต้องมีการควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนเองคิดจะทำงานนั้นอย่างไร ทบทวนแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด พิจารณาความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนที่เลือกใช้ รวมไปถึงการประเมินความสำเร็จโดยการตรวจสอบขั้นตอนการปฏิบัติในระหว่างการแก้ปัญหาว่ามีข้อบกพร่องที่จะต้องดำเนินการแก้ไขหรือไม่ และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้</p>

ขั้นตอน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สร้างสรรค์
ขั้นสรุป	ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และการริเริ่มค้นหาวิธีการใช้ในการแก้ปัญหา

## 2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 9) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นงานที่บุคคลเผชิญอยู่และต้องการหาคำตอบแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 ประการ คือความต้องการที่จะค้นหาคำตอบ ตอบคำถามของปัญหานั้นไม่ได้ทันทีทันใดและต้องใช้ความพยายามอย่างสม่ำเสมอ จะแก้ปัญหานั้นได้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์การแก้ปัญหาต่าง ๆ จะต้องใช้ความสามารถในวิธีการแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

มงคล วงศ์พยัคฆ์ (2546, น. 31) ได้กล่าวว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่ต้องการคำตอบ ซึ่งในการหาคำตอบจะต้องใช้เทคนิควิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เลือกตัดสินใจและลงมือแก้ปัญหา

อรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552, น. 27) ได้กล่าวว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึง สถานการณ์ปัญหาหรือคำถามที่ไม่คุ้นเคย และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีทันใด ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้กระบวนการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงประสบการณ์มาใช้ในการหาคำตอบ

ศศิธร แม้นสงวน (2556, น. 165) ได้ให้ความหมายว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบโดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการแก้ปัญหาและประสบการณ์ของตนเองในการค้นหาคำตอบ

## 2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคือหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพราะในการแก้ปัญหาคือ ผู้เรียนต้องใช้ความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎ หรือสูตร แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่มักไม่ประสบความสำเร็จ (สิริพร ทิพย์คง, 2545, น. 97) เนื่องจากขาดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Polya (1980 อ้างถึงใน สมศักดิ์ โสภณพินิจ, 2544) ได้ให้แนวคิดว่าการแก้ปัญหาคือ การหาทางที่ยังไม่ทราบมาก่อน เพื่อเอาชนะอุปสรรค ความยุ่งยากข้อขัดแย้งต่าง ๆ ไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการ ทั้งนี้จะพบว่า วิธีการจะแก้ปัญหาคือ ได้อย่างเหมาะสมนั้น ไม่สามารถจะคิดได้ในทันทีทันใด แต่จะสามารถหาวิธีการอันเหมาะสมได้เมื่อมีเวลาตามสมควร

Krulik & Rey (1980, น. 3-4 อ้างถึงใน ศศิธร แม้นสงวน, 2556, น. 166) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคือ 3 ประการ ได้แก่

1. การแก้ปัญหาคือในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem Solving as a Goal) ความสามารถในการแก้ปัญหาคือเป็นเหตุผลหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้น การแก้ปัญหาคือเป็นอิสระจากคำถามหรือปัญหาเฉพาะเจาะจงใด ๆ หรือวิธีการและเนื้อหาสาระใด ๆ

2. การแก้ปัญหาคือในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process) สิ่งที่สำคัญเมื่อแก้ปัญหาคือเป็นกระบวนการ คือ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิค เฉพาะต่าง ๆ ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาคือแบบต่าง ๆ กระบวนการแก้ปัญหาคือเหล่านี้จึงเป็นสาระสำคัญและเป็นเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาคือในฐานะที่เป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill) เมื่อการแก้ปัญหาคือถูกจัดเป็นทักษะพื้นฐาน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหา แบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาคือต่าง ๆ ที่ควรใช้ จุดเน้นอยู่ที่สาระสำคัญของการแก้ปัญหาคือที่ทุกคนต้องเรียนรู้และการเลือกปัญหาและเทคนิควิธีการแก้ปัญหาคือเหล่านั้น

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM.2000 อ้างถึงใน พงศธร มหาวิจิตร, 2550, น. 49) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือเป็นหัวใจสำคัญของคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาคือจะประสบความสำเร็จ

จำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา การกำกับตัวเองอย่างมีประสิทธิภาพและการกำหนดประโยชน์ที่ได้รับจากการสร้างและแก้ปัญหา นั้น ๆ

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 112) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ปัญหาของคน ๆ หนึ่งอาจจะไม่ใช่ปัญหาของอีกคนหนึ่ง ในการแก้ปัญหาจะต้องมีการวางแผนการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ การกำหนดสารสนเทศที่ต้องการเพิ่มเติม มีการแสดงความคิดเห็นเสนอแนะแนวทาง วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

อัมพร ม้าคนอง (2547, น. 94) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน และเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ทักษะการคิด และความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง นอกจากนี้ ยังเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหาด้วย

พงศธร มหาวิทยาลัย (2550, น. 49) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาคำตอบของปัญหาอย่างถูกต้อง เหมาะสม และรวดเร็ว โดยใช้ความรู้ต่าง ๆ ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา

ศศิธร แม้นสงวน (2556, น. 167) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหาจากประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ ค้นหาคำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องผ่านกระบวนการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะสามารถนำไปใช้ประกอบในการแก้ปัญหาทั่ว ๆ ไปได้ ซึ่งนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ต่าง กัน ดังนี้

Polya (1985 อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง, 2544) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) ต้องเข้าใจว่า โจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ สามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ ถ้ายังไม่ชัดเจนในโจทย์อาจใช้การวาดรูปและแยกแยะสถานการณ์ หรือ เงื่อนไขในโจทย์ออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจโจทย์ปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของข้อมูลต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหาอย่างชัดเจนมากขึ้น เป็นขั้นที่ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ถาม กับ ข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ถ้าหากไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ ก็ควรอาศัยหลักการของการวางแผนการแก้ปัญหาดังนี้

- โจทย์ปัญหาลักษณะนี้เคยพบมาก่อนหรือไม่ มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาที่เคยทำมาแล้วอย่างไร

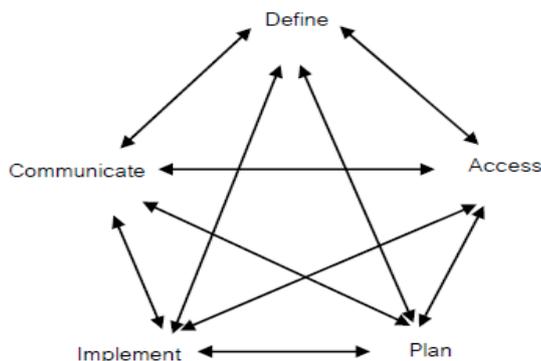
- เคยพบโจทย์ปัญหาลักษณะนี้เมื่อไร และใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา

- ถ้าอ่านโจทย์ปัญหาครั้งแรกแล้วไม่เข้าใจ ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของปัญหานี้กับปัญหาที่เคยทำมาก่อน

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) ลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาด้วยการรู้จักเลือกวิธีการคิดคำนวณ สมบัติ กฎ หรือสูตร ที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking back) เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและตรวจดูว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอื่นวิธีหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าว ๆ

The Integrated Mathematics, Science and Technology (IMAST) (2007 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคะนอง, 2553, น. 42) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน โดย DAPIC เป็นชื่อที่เกิดจากการนำตัวอักษรตัวแรกของกระบวนการแก้ปัญหาและเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน รายละเอียดของ DAPIC มีดังนี้



ภาพที่ 4 แสดงกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

Define	เป็นการทำความเข้าใจปัญหา กำหนดหรือระบุปัญหาที่จะแก้ให้มีความชัดเจน
Access	เป็นการระบุหรือเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องและที่จะใช้ในการแก้ปัญหา
Plan	เป็นการหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และวางแผนการดำเนินงาน
Implement	เป็นการนำแผนที่วางไว้มาปฏิบัติ พร้อมทั้งมีการปรับแผนให้ดีขึ้น
Communicate	เป็นการนำผลจากการดำเนินการมาวิเคราะห์ สรุป และสื่อสาร

กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน ไม่มีการกำหนดว่าต้องเริ่มต้นจากองค์ประกอบใด และไม่จำเป็นต้องทำตามเป็นลำดับขั้นตอนหรือเป็นวงจร ผู้แก้ปัญหาจะพิจารณาตามลักษณะของปัญหาว่าควรเริ่มต้นจากองค์ประกอบใด และจะใช้องค์ประกอบใดบ้าง ด้วยความยืดหยุ่นดังกล่าว กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2544) ได้สรุป กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจในปัญหา ซึ่งอาจจะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ช่วย เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง
2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้การแก้ปัญหานั้น ๆ พิจารณาถึงเหตุ และหาหนทางที่จะแก้ปัญหา
3. วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการวางโครงการ หาสูตรวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

4. แก้ปัญหา โดยดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งอาจจะมีควมจำเป็นต้องใช้การ  
คำนวณช่วย

5. ตรวจสอบ เป็นการทบทวนเหตุผล ที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วนั้นว่ามีความ  
เหมาะสมหรือไม่เพียงใด คำนวณถูกต้องหรือไม่ คำตอบน่าเชื่อถือเพียงใด

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย  
5 ขั้นตอนหลัก คือ 1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. แสวงหาความรู้ในการแก้ปัญหา 3. การวางแผนการ  
แก้ปัญหา 4. การดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ 5. การตรวจสอบ

## 2.4 กลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แต่ละปัญหา อาจใช้วิธีที่แตกต่างกันได้หลายวิธี รวมทั้ง  
กลวิธีที่ใช้ก็อาจแตกต่างกันด้วยกลวิธีแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา  
คณิตศาสตร์ได้สำเร็จ กลวิธีแก้ปัญหามีอยู่หลากหลาย ได้มีผู้เสนอแนะกลวิธีคล้ายคลึงกัน ดังนี้

Sobel & Maletsky et al (1988 อ้างถึงในอัมพร ม้าคอง, 2553, น. 45) ได้เสนอ  
กลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การลองผิดลองถูก (Trial and error) เป็นวิธีที่ผู้เรียนมักใช้กับปัญหาที่สามารถจะ  
ทดสอบคำตอบได้ แม้จะเป็นวิธีที่ไม่แน่นอนว่าจะได้คำตอบช้าหรือเร็ว แต่ก็เป็วิธีที่ผู้เรียนสามารถทำได้  
สะดวก

2. การวาดภาพ (Picture) บางครั้งการวาดภาพประกอบก็ทำให้ผู้เรียนเข้าใจความ  
ซับซ้อนและบริบทของปัญหายง่ายขึ้น หรือทำให้ปัญหาที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น

3. การสร้างโมเดล (Model) เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การจำลองโมเดลของปัญหา  
เช่น การใช้สมการหรือกราฟสร้างโมเดล

4. การค้นหาแบบรูป (Pattern) ปัญหาบางอย่างมีแบบรูป การค้นหารูปแบบทั่วไปของ  
ปัญหาอาจทำให้พบความสัมพันธ์บางอย่าง และอาจมีประโยชน์ในการหาคำตอบ

5. การสร้างรายการ ตาราง และแผนภูมิ (List, table and chart ) การจัดระบบหรือ  
ค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ตารางหรือแผนภูมิ อาจทำให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาชัดเจนขึ้นและ  
อาจทำให้การแก้ปัญหายง่ายขึ้น

6. การทำงานย้อนกลับ (Working backward) เป็นการแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นจากคำตอบที่ต้องการแล้วมองย้อนกลับไปหาข้อมูลหรือวิธีการแก้ปัญหาก่อนหน้านี้ เพื่อจะตัดสินใจว่าจะต้องใช้ข้อมูลหรือทำงานอะไรก่อน

7. การใช้ปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า (Familiar and simpler problem) เป็นการทำให้ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เคยแก้ได้ หรือสามารถใช้วิธีแก้ปัญหาอื่นที่ง่ายกว่า

8. การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logical reasoning) เป็นการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการที่เป็นเหตุเป็นผลและไม่เกิดข้อขัดแย้ง เนื่องจากปัญหาคณิตศาสตร์บางอย่างไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณแต่ต้องใช้เหตุผลในการคิด เช่น การเปรียบเทียบปริมาตรของภาชนะ การเรียงลำดับขั้นตอนการทำงาน

สิริพร ทิพย์คง (2544) ได้กล่าวว่า เมื่อพบปัญหา แต่ละบุคคลต้องใช้ความคิดและความพยายามเลือกยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ นักแก้ปัญหาที่ดีจะมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ทันทีขณะเผชิญปัญหา ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหามีหลากหลาย ดังนี้

1. การหาแบบรูป
2. การเขียนแผนผัง หรือภาพประกอบ
3. การสร้างแบบรูป
4. การสร้างตาราง หรือกราฟ
5. การคาดเดา และตรวจสอบ
6. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
7. การเขียนเป็นประโยคคณิตศาสตร์
8. การมองปัญหาย้อนกลับ
9. การระบุข้อมูลที่ต้องการ และข้อมูลที่กำหนดให้
10. การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ หรือเปลี่ยนมุมมอง ปัญหา

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2544) รวบรวมกลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มี 15 ประการดังต่อไปนี้

1. มองภาพรวม ๆ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาในลักษณะของปัญหาทั้งหมด การมองภาพรวม ๆ เป็นการทบทวนเรื่องราวทั้งหมด ทำความเข้าใจเนื้อหา การทบทวนอาจจะทำโดยการอ่านหลาย ๆ รอบเพื่อ

จะได้ไม่หลงทางมองภาพในมุมกว้างจนกว่าจะเห็นหนทางแก้ไข ในกรณีที่เกิดไม่ออกอาจจะเปลี่ยนมุมมองเสียใหม่ ทั้งนี้จำเป็นต้องใคร่ครวญเสียก่อนที่จะกระโจนเข้าไป

2. กำหนดทางเลือกไว้หลาย ๆ ทาง การหาทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดหลาย ๆ ทาง เพื่อนำมาพิจารณาในรายละเอียดว่า ทางเลือกใดที่ดีที่สุด และเป็นไปได้มากที่สุด การกำหนดทางเลือกตามแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ได้แต่การพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกนั้นต้องกระทำอย่างรอบคอบ

3. กำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาทิ้ง เหลือไว้แต่ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา นั้น ๆ โดยเฉพาะขีดเส้นใต้เนื้อหาหรือเรื่องราวที่สำคัญจากข้อมูลที่มีอยู่ พิจารณาหนทางเลือกที่เป็นไปได้ โดยตัดหนทางเลือกที่เป็นไปไม่ได้หรือประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องทิ้งไปเสียก่อนโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ แล้วจึงค่อยพิจารณาตัดสินจากข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ประกอบกัน

4. เลือกวิธีการในการคำนวณให้เหมาะสม โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาว่าจะใช้ข้อมูลข่าวสารใด กลวิธีที่สมควรนำมาใช้คือวิธีใดจึงจะได้ผล และควรจะใช้การคำนวณ บวก ลบ คูณ หาร หาค่าราก ยกกำลัง หรือใช้ความรู้ทางสถิติ แคลคูลัส พีชคณิต กราฟ ฯลฯ อย่างไรก็ดีมาช่วยในการคำนวณ

5. ใช้การเดาแล้วทดสอบ โดยใช้เหตุผลในการพิจารณาว่าคำตอบควรจะเป็นเช่นใดในการเดาจะต้องเดาอย่างมีหลักเกณฑ์ สมเหตุสมผล ไม่ลำเอียง เมื่อเดาแล้วต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้คำตอบ การเดาจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นถ้ามีเทคนิคบางอย่างช่วย เช่น การประมาณค่า การวิเคราะห์ข้อมูล การจำลองสถานการณ์ การพิจารณากรณีแวดล้อมมาประกอบการพิจารณา

6. สร้างแบบรูป ที่เป็นรูปธรรม ซึ่งจะช่วยให้มองเห็นปัญหาในลักษณะหลายมิติ รูปแบบที่สร้างขึ้น จำลองขึ้นอาจจะเป็น คน วัตถุ สิ่งก่อสร้าง โครงสร้าง เครือข่าย เพื่อให้เกิดต้นแบบ และสามารถนำไปหาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่มีอยู่ หรือนำไปสู่คำตอบที่ต้องการได้

7. หาแผนแบบ ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ ปัญหาบางปัญหา เรื่องราวบางเรื่อง อาจจะมีลักษณะเป็นวงจร เป็นการเรียงลำดับ เป็นอนุกรมของตัวเลข เป็นรูปทรงทางเรขาคณิต เป็นค่าของสัดส่วน เป็นลักษณะของการแปลงค่า เป็นคู่ลำดับ หรือเป็นฤดูกาล เป็นต้น การหาแผนแบบได้จะทำให้สามารถไขปัญหาได้

8. จัดระบบข้อมูลใหม่ หมายถึงการจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นให้มีรูปที่ง่ายแก่การเข้าใจ เช่น ทำเป็นรายการ ทำเป็นตาราง ทำเป็นข้อสังเกต รวมข้อมูลเรื่องราวเดียวกันไว้ ตัดข้อมูลที่ฟุ่มเฟือยออกไป รวมทั้งให้บันทึกข้อมูลที่สูญหายไปซึ่งอาจจะเป็นเบาะแสให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

9. สร้างภาพประกอบ เพื่อให้สามารถมองเห็นลักษณะของตัวปัญหาได้อย่างชัดเจน จากข้อมูลที่มีอยู่ที่มีลักษณะเป็นการบรรยายความ เป็นตารางตัวเลข สามารถจะทำให้ชัดเจนขึ้นได้โดยการสร้างภาพประกอบโดยการเขียนกราฟประกอบคำอธิบาย เขียนรูปทรงเรขาคณิต สเกตซ์ภาพหลายเส้น เขียนเป็นไดอะแกรม จำทำให้มองเห็นปัญหาในลักษณะที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น

10. แยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับปัญหาเดิม แต่อยู่ในรูปลักษณะที่ง่ายขึ้น เป็นการแก้ปัญหที่ง่ายกว่า มีตัวเลขที่ซับซ้อนน้อยกว่าแต่เป็นโจทย์ปัญหา ลักษณะเดียวกันเมื่อสามารถแก้ปัญหที่เล็กกว่าได้ จะมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหายากซับซ้อนมากขึ้นได้

11. ใช้ตรรกศาสตร์ในการแก้ปัญห เป็นการแก้ปัญหโดยใช้สามัญสำนึกใช้หลักเหตุและผล บ่อยครั้งที่พบว่า การแก้ปัญหในบางครั้งผู้ที่พยายามแก้ปัญห อาจมองลึกซึ่งจนเกินไปและลืมนึกถึงความเป็นจริงตามธรรมชาติ ขาดการใช้สามัญสำนึกทำให้หาหนทางแก้ไขที่เหมาะสมไม่ได้

12. คิดย้อนหลัง การแก้ปัญหโดยเริ่มพิจารณาเหตุในบางครั้ง ไม่สามารถกระทำได้ง่ายนัก การสืบสาวจากผลย้อนหลังไปหาเหตุในบางครั้งสามารถจะแก้ปัญหได้ดีกว่า

13. ใช้สูตร ปัญหหลายปัญหามีสูตรในการแก้ บางสูตรใช้ได้กับหลายปัญหาในการแก้ปัญหคงจะต้องพิจารณาก่อนว่าสูตรใดบ้างที่มีความเกี่ยวข้องและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ให้วิเคราะห์ปัญหแล้วนำสูตรไปใช้ หลังจากนั้นจำเป็นต้องตรวจสอบทั้งความถูกต้องของสูตรและการนำสูตรไปใช้ได้อย่างถูกต้องกับเรื่องราวนั้น ๆ

14. ตั้งคำถาม คำถามที่ตั้งเหมาะสม โดยตนเองหรือโดยคนอื่น สามารถให้แง่คิดที่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหได้ คำถามที่เป็นประโยชน์เช่น ทำไม เป็นไปได้อย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะช่วยให้เกิดความกระจ่างในปัญหามากขึ้น ช่วยให้สามารถจับใจความของปัญหได้ การตั้งคำถามและหาคำตอบจะสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหได้

15. คุย อภิปราย หรือระดมความคิด เป็นยุทธวิธีอันหนึ่งที่จะทำให้ได้ความคิดหรือเห็นแนวทางในการแก้ปัญห เนื่องจากการคุย หรือการอภิปราย ทำให้เกิดการมองปัญหจากหลายมุมมองที่ต่างกันไป เกิดแนวทางในการแก้ปัญหได้จากหลายจุด มีการเติมหรือแก้ไขในจุดบกพร่องที่มองจากบางมุมไม่เห็น นอกจากนั้นยังพบว่าคำพูดบางคำทำให้สะกิดใจ หรือเป็นกุญแจให้สามารถหาหนทางแก้ปัญหได้

ดังนั้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นสามารถสรุปกลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดังนี้คือ ใช้การลองผิดลองถูก วาดภาพเป็นแบบรูป การคาดเดา ใช้ตรรกศาสตร์ในการแก้ปัญหา มองภาพรวมและแยกแยะเป็นส่วนย่อย การสร้างรายการตาราง และการเลือกวิธีการคำนวณอย่างเหมาะสม

## 2.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางที่คล้ายคลึงกันในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนดังนี้

Schroeder, Lester, and Baroody (1993, อ้างถึงใน พงศธร มหาวิทยาลัย, 2551, น. 49) ได้กล่าวว่า การสอนการแก้ปัญหามี 3 แบบ ได้แก่

1. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็นการสอนที่เน้นยุทธวิธีการแก้ปัญหาทั่วไป โดยปกติแล้วมักใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน
  2. การสอนการแก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้มักใช้กับปัญหาในชีวิตจริงและสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนสามารถประยุกต์และฝึกใช้โมเดลและทักษะที่เรารู้มาแล้ว เป็นการสอนเนื้อหาสาระหรือทักษะต่าง ๆ ก่อน แล้วจึงเสนอตัวอย่างปัญหา นักเรียนได้รับการฝึกขั้นตอนย่อย ๆ ก่อนที่จะแก้ปัญหา แนวทางนี้ไม่ได้มุ่งเพียงการเรียนรู้ขั้นตอนที่หลากหลาย แต่ยังเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความเข้าใจในบริบทที่หลากหลายด้วย
  3. การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้เช่นกัน แนวทางนี้จะใช้ปัญหาเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่ เชื่อมโยงแนวคิดพัฒนาทักษะ และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือใช้ปัญหาในการศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยการแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาเกี่ยวกับโลกที่เป็นจริง (Real World) ใช้ปัญหาในการแนะนำและทำความเข้าใจเนื้อหา บางครั้งใช้ปัญหาในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา
- Bitter (1990 อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง, 2544) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดังนี้

- ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน

- ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหาเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
- ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าโจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้าง ในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ
- ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ
- ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ
- ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาบ่อย ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน
- ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลาย ๆ ข้อโดยใช้วิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่น ๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหาในข้อนั้นได้
- ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะข้อนั้น ๆ
- ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่
- ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา
- ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและทดสอบคำตอบที่ได้ เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2551, น. 16-17) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้น
2. ตรวจสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ ในที่นี้ได้แก่ความคิดรวบยอดทักษะการคิดคำนวณ และหลักการ กฎหรือสูตรต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วและ

สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ ถ้านักเรียนมีความสามารถในเรื่องเหล่านี้ไม่เพียงพอ ครูต้องสอนเสริมหรือ ทบทวนในสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนไปแล้ว

3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิด กระตุ้นให้นักเรียนคิดว่านักเรียน จะสามารถใช้ความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ และหลักการใดในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ

4. คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน แบบฝึกหรือโจทย์ปัญหา ที่นักเรียนทำจะต้องมีหลายระดับ ทั้งยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จ ในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับนักเรียน

5. ตรวจสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้น ๆ หรือไม่ โดยครูอาจจะถาม นักเรียนว่าโจทย์ต้องการอะไร หรือโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้

6. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบโดยการประมาณ ก่อนที่จะคิดคำนวณ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง เพราะในชีวิตประจำวันของคนเรานั้น เราต้องมีการประมาณค่า เช่น การไป ซื้อของในห้างสรรพสินค้า เราต้องกะประมาณราคาของสิ่งของที่เรายกใส่ตะกร้าอย่างคร่าว ๆ ก่อนที่ เราจะไปจ่ายเงิน เพื่อตรวจสอบดูว่าเรามีเงินพอที่จะจ่ายในการซื้อสิ่งของเหล่านั้นหรือไม่

7. ช่วยนักเรียนคิดในการที่จะได้มาซึ่งความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหา ครู แนะนำให้นักเรียนวาดภาพ เขียนแผนผัง และการใช้คำถามเหล่านี้ถามนักเรียน เช่น สิ่งใดหรืออะไรที่ นักเรียนไม่ทราบจากโจทย์ สิ่งที่โจทย์ให้มานั้นเพียงพอหรือไม่ สิ่งที่ให้มาสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์ถาม อย่างไร นอกจากนี้ครูอาจจะทบทวนความคิดรวบยอดของสิ่งที่นักเรียนเรียนไปแล้วและความคิดรวบ ยอดนั้นสัมพันธ์กับโจทย์ และเน้นให้นักเรียนอ่านอย่างระมัดระวัง

8. ช่วยนักเรียนในการหาข้อมูลจากการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เช่น การถาม นักเรียนว่า นักเรียนเคยแก้โจทย์ปัญหาข้อนี้หรือโจทย์ที่มีลักษณะคล้ายข้อนี้มาก่อนหรือไม่ ลองคิดวิธีที่ นักเรียนคิดว่าจะแก้โจทย์ข้อนี้ ลองแก้โจทย์ปัญหาคู ทำตารางหรือวาดรูป ลองแยกแยะโจทย์ ปัญหาเป็นปัญหาย่อย ๆ ลองอ่านโจทย์แต่ละวรรคแล้วคิดว่าข้อความนั้นเกี่ยวข้องกับส่วนใด อย่างไร การอ่านโจทย์จะอ่านออกเสียงให้ตนเองได้ยินก็ได้ ลองแก้ปัญหาคูส่วนที่นักเรียนคิดว่าตนเองทำได้ ก่อนดู ชีตเส้นใต้สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ด้วยปากกาสีน้ำเงิน และขีดเส้นใต้สิ่งที่โจทย์ถามด้วยปากกาสีแดง

9. การแก้ปัญหาโจทย์ ครูอาจถามนักเรียนว่าการแก้ปัญหานั้นในแต่ละขั้นตอนที่ นักเรียนทำนั้นเชื่อถือได้หรือไม่ นักเรียนมีวิธีการอื่น ๆ ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้นได้หรือไม่ วิธีการ

ที่นักเรียนใช้แก้ปัญหา นั้นถูกต้องหรือไม่เพียงใด ตลอดจนการทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน เมื่อนักเรียนทำสำเร็จแล้ว ครูสนับสนุนให้นักเรียนตอบวิธีการที่นักเรียนคิดและทำในการแก้โจทย์นั้น ๆ

ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา นั้น ครูผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้นักเรียนวาดภาพประกอบ ลองผิดลองถูก มองเห็นภาพรวมและส่วนย่อย เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ และใช้ตรรกศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้

## 2.6 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนจะไม่ทราบว่าผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จหรือไม่ ถ้าไม่มีการวัดผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ทราบถึงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนซึ่งมีผู้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 111-114) ได้กล่าวว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียน นอกจากใช้แบบทดสอบเลือกตอบ ครูอาจให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่มีทั้งแบบเลือกตอบ แบบเติมคำตอบ และแบบแสดงวิธีทำ ตลอดจนใช้การสัมภาษณ์ และการใช้คำถามสามารถกระตุ้นให้นักเรียนคิดได้อย่างหลากหลาย

ตัวอย่างปัญหาข้อที่ 1 มานะและมั่งมี นับเงินในกระเป๋ารวมกันได้ 500 บาท ต่อมา จ่ายเงินซื้อหนังสือ และค่าอาหารกลางวัน 280 บาท แล้วแต่ละคนรับเงินเหลือไปคนละครึ่งหนึ่งของเงินเหลือทั้งหมด จงพิจารณาว่าคำถามใดต่อไปนี้ เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบ

- หนังสือราคากี่บาท
- ขนมราคาเท่าไร
- มานะและมั่งมีได้รับเงินไปคนละกี่บาท
- เงินที่เหลือจากการซื้อหนังสือและอาหารกลางวันครั้งแรก สามารถนำไป

จ่ายเป็นค่าหนังสือและอาหารกลางวันได้อีกหรือไม่

- มานะและมั่งมีจะสามารถซื้อหนังสือได้กี่เล่ม

ตัวอย่างปัญหาข้อที่ 2 คุณแม่ซื้อส้มโอ 3 ลูก ราคา 90 บาท ส้มราคาลูกละ กี่บาท จงพิจารณาคำถามต่อไปนี้ใช้วิธีการแก้ปัญหาเหมือนกับการแก้ปัญหาข้อที่ 2

ทั้งหมดก็ลูก

- ดินสอ 1 แท่ง ราคา 3 บาท ดินสอ 90 แท่ง ราคาเท่าไร
- ในขวตมีลูกแก้ว 90 ลูก ถ้าใส่ลูกแก้วในขวตอีก 3 ลูกจะมีลูกแก้วในขวต

เหลืออยู่ในตะกร้าก็ลูก

- ซื้อถุงมือ 3 คู่ คิดเป็นเงิน 90 บาท ถุงมือแต่ละคู่อะไรราคาเท่าไร
- มีมะนาว 90 ลูก ในตะกร้า แม่ค้าหยิบมะนาวที่เสียออก 3 ลูก จะมีมะนาว

สำหรับเด็กเรียนราคาตัวละ 90 บาท ถ้าซื้อเสื้อ 3 ตัว คิดเป็นเงินเท่าไร  
 สำหรับเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ควรจะมีวิธีการที่  
 มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาควรมี ดังนี้

#### 1. ความเข้าใจปัญหา

2 คะแนน สำหรับเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจ  
 เลย

#### 2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียน  
 ประโยคคณิตศาสตร์ถูก

1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่  
 คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียน  
 ประโยคสัญลักษณ์ผิด

0 คะแนน สำหรับเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

#### 3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง

0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

#### 4. การตอบ

- 2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์
- 1 คะแนน สำหรับการที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
- 0 คะแนน เมื่อไม่ระบุคำตอบ

อัมพร ม้าคนอง (2546, น. 89-93) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับการรวบรวมและวิเคราะห์ ความรู้ ประสบการณ์ และความสามารถของผู้เรียนมาใช้ การวัดและประเมินผลที่ดีจึงควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านั้นและประเด็นสำคัญอื่น ๆ ดังนี้

1. การพัฒนาทักษะการคิด (Thinking skills) เพื่อแก้ปัญหาของผู้เรียน ทักษะการคิดที่สำคัญเกี่ยวข้องกับหลายทักษะ ดังนี้

- 1.1 ทักษะการสร้างคำถามจากปัญหาหรือการทำความเข้าใจปัญหา
- 1.2 ทักษะการแยกแยะเงื่อนไขและตัวแปรในปัญหา
- 1.3 ทักษะการค้นหาและเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหา
- 1.4 ทักษะการสร้างปัญหาย่อยและเลือกกลวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม
- 1.5 ทักษะการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาย่างถูกต้อง ซึ่งรวมถึงกลวิธีการแก้ปัญหาย่อย
- 1.6 ทักษะการคำนวณคำตอบของปัญหา
- 1.7 ทักษะการประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

2. การพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการเลือกและใช้เทคนิคการแก้ปัญหา (Problem Solving Techniques) เทคนิคการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สำคัญ มีดังนี้

- 2.1 การวาดภาพและใช้แผนภาพ
- 2.2 การสร้างตารางแสดงความสัมพันธ์
- 2.3 การใช้วัตถุหรือรูปธรรม
- 2.4 การเดา ตรวจสอบ และทบทวน
- 2.5 การทำย้อนกลับ
- 2.6 การค้นหารูปแบบความสัมพันธ์
- 2.7 การสร้างรายการแสดงลำดับความสัมพันธ์
- 2.8 การสร้างสมการและเลือกการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

## 2.9 การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์

3. การพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการใช้ความรู้ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน
4. การพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการควบคุมและประเมินการคิดของตนเองและความก้าวหน้าของงานขณะแก้ปัญหา
5. การพัฒนาเจตคติที่ดีเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกับผู้อื่น
6. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ที่รวมทั้งการหาคำตอบที่ถูกต้องและกระบวนการในการได้มาซึ่งคำตอบนั้น ๆ

การวัดผลและประเมินผลที่คำนึงถึงประเด็นสำคัญที่ได้กล่าวข้างต้น นอกจากจะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติในการแก้ปัญหาแล้ว ยังนำมาซึ่งวิธีที่ผู้สอนจะใช้เพื่อประเมินว่าผู้เรียนเกิดการพัฒนาดังกล่าวหรือไม่ด้วย ซึ่งจะได้กล่าวถึงบางวิธี ดังนี้

การใช้คำถาม (Questioning) ในขณะที่ผู้เรียนแก้ปัญหา ผู้สอนอาจเดินดูผู้เรียนทำงาน และใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนใช้ความคิดก่อนตอบ คำถามนั้นควรถามให้ผู้เรียนอธิบาย เช่น หากคำตอบนี้มาได้อย่างไร ทำไมต้องใช้วิธีนี้ อธิบายได้ใหม่ว่าสองวิธีนั้นต่างกันอย่างไร ทราบได้อย่างไรว่าต้องใช้ขั้นตอนช่วย แนใจได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้มาถูกต้อง

การสังเกต (Observing) การสังเกตนักเรียนในขณะที่ทำงานเดี่ยวหรือทำงานกลุ่มจะทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถเพียงใด อย่างไรก็ตาม หากจำนวนผู้เรียนในแต่ละห้องมีจำนวนมากเกินไป ผู้สอนจะไม่สามารถจำผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ ผู้สอนจึงอาจต้องใช้การจดบันทึกช่วย วิธีง่าย ๆ ที่ผู้สอนทำได้ คือ การใช้มาตราวัดและแบบตรวจสอบการสังเกตการณ์แก้ปัญหา (Problem Solving Observation Rating Scale and Checklist)

### การรายงานของผู้เรียน (Student Report)

การให้ผู้เรียนได้เขียนรายงานเกี่ยวกับประสบการณ์การแก้ปัญหาของตนเอง จะช่วยให้ผู้สอนทราบกระบวนการคิด การทำงาน และเจตคติของผู้เรียน ก่อนให้ผู้เรียนเขียนรายงานของตนเอง ผู้สอนควรตั้งกรอบคำถามไว้ก่อนว่าจะประเมินนักเรียนเรื่องใด เพื่อให้สิ่งที่ทุกคนเขียนเป็นไปในแนวเดียวกัน และสิ่งที่ผู้สอนต้องการทราบ ตัวอย่างประเด็นที่ผู้สอนควรถามให้ผู้เรียนเขียน มีดังนี้

1. เมื่อเห็นปัญหาครั้งแรก คิดว่าจะทำอะไรก่อน

2. ควรใช้กลวิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใด และจะทราบได้อย่างไรว่า  
กลวิธีใช้เหมาะสมหรือเปล่า

3. ได้คำตอบมาได้อย่างไร

4. มีวิธีใดบ้างที่ใช้แล้วแก้ปัญหาไม่ได้ เพราะอะไร

5. ในที่สุด แก้ปัญหาได้อย่างไร

6. ทราบได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้ถูกต้อง

7. รู้สึกอย่างไรกับการแก้ปัญหานี้

การทำแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน (Written Test)

การให้ผู้เรียนเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหตามขั้นตอน จะช่วยให้ผู้สอน  
ทราบระดับความเข้าใจของผู้เรียนโดยตรง การประเมินผลข้อเขียนอาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. Analytic Scoring เป็นการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ  
แก้ปัญหา ผู้สอนต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าว่าจะให้ผู้เรียนทำกี่ขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนจะให้คะแนน  
อย่างไร ตัวอย่างการให้คะแนนในลักษณะดังกล่าว มีดังต่อไปนี้

การให้คะแนนโดยใช้ Analytic Scoring Scale

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	0 : ไม่เข้าใจปัญหาเลย 1 : เข้าใจปัญหาเป็นบางส่วน 2 : เข้าใจปัญหาทั้งหมด
ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา	0 : แผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม 1 : ใช้ข้อมูลจากปัญหาวางแผนการแก้ปัญหาถูกต้องเป็นบางส่วน 2 : แผนที่วางไว้จะให้คำตอบที่ถูกต้องได้ดำเนินการถูกต้อง
ขั้นหาคำตอบ	0 : ไม่ได้คำตอบหรือคำตอบผิด 1 : ได้คำตอบผิดจากการคำนวณผิดแต่มีบางส่วนถูกต้อง 2 : คำตอบถูกต้องสมบูรณ์

2. Focused Holistic Scoring เป็นเทคนิคการให้คะแนนการแก้ปัญหาทุก  
ขั้นตอน ไม่เพียงแต่ดูที่คำตอบ เป็นการให้คะแนนโดยอิงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับคะแนน  
คุณภาพของงานเป็นคะแนนตัวเดียวโดด ๆ ตัวอย่างการให้คะแนนดังกล่าวมีดังนี้

- 0 คะแนน - ไม่ตอบ  
 - ไม่เข้าใจปัญหา มีเพียงข้อความที่คัดลอกจากโจทย์  
 - มีเพียงคำตอบที่ผิด
- 1 คะแนน - แสดงความเข้าใจในการแก้ปัญหา แต่วิธีการไม่เหมาะสม  
 - กลวิธีที่เลือกไม่เหมาะสมและใช้จริงไม่ได้ และไม่มีกลวิธีอื่นสำรอง  
 - แสดงความพยายามในการแก้ปัญหาย่อย ๆ ของปัญหาใหญ่ ๆ แต่ทำไม่สำเร็จ
- 2 คะแนน - เข้าใจปัญหาแต่ใช้การแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง จึงได้คำตอบผิด  
 - ใช้กลวิธีการแก้ปัญหาก็เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง ทำให้ได้คำตอบผิด  
 - แก้ปัญหาย่อยได้บางส่วนแต่ไม่ได้ทั้งหมด  
 - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่เข้าใจงานที่ทำหรืออธิบายไม่ได้
- 3 คะแนน - ใช้กลวิธีแก้ปัญหาเหมาะสมแต่เข้าใจผิดในเรื่องของเงื่อนไขหรือข้อมูลบางส่วน  
 - ใช้กลวิธีที่ถูกต้องแต่ตอบผิด หรืออธิบายเหตุผลไม่ได้ หรือไม่มีคำตอบ  
 - ได้คำตอบที่ถูกต้องจากกลวิธีที่เหมาะสม แต่วิธีทำแสดงให้ดูไม่ชัดเจน
- 4 คะแนน - เข้าใจปัญหาเป็นอย่างดี เลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสม แต่คำนวณผิดพลาด  
 - เลือกและใช้กลวิธีที่เหมาะสม และได้คำตอบที่ถูกต้อง

3. General Impression Scoring เป็นเทคนิคการให้คะแนนโดยภาพรวมของงานทั้งหมดที่ผู้เรียนทำ การตรวจควรต้องกำหนดเกณฑ์ไว้ก่อน เพื่อจะได้ไม่เกิดความลำเอียงในการตรวจ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ไม่ใช่การวัดให้คะแนนเพียงคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานั้น ๆ เพียงอย่างเดียวแต่ต้องมีการวัด ให้คะแนนทุกกระบวนการของการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วัดสามารถสร้างเกณฑ์การให้คะแนนตามความเหมาะสม

### 3. ความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

#### 3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ และ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ ได้มีผู้ศึกษาและให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายท่านผู้วิจัยได้รวบรวมไว้พอสังเขปดังนี้

Guilford (1967, น. 62) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่จะคิดได้คล่องแคล่ว ยืดหยุ่น และมีความละเอียดลออ ซึ่งเป็นลักษณะของการคิดแบบอเนกนัย โดยลักษณะดังกล่าวทำให้บุคคลนั้นเป็นคนกล้าคิด ไม่กลัวถูกวิพากษ์วิจารณ์และมีอิสระในการคิดนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้สำเร็จ

Torrance (1963) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหา เพื่อสร้างรูปแบบความคิดใหม่ ที่แตกต่างไปจากลำดับการคิดอย่างปกติธรรมดาเป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดหลายแง่มุม รวมกันจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์

วนิช สุธาร์รัตน์ (2544, น. 99) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น โดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์เดิม คือ ความรู้ ข้อมูลข่าวสาร การศึกษา เหตุผล และการใช้ปัญญาในการจัดสร้างรูปแบบของความคิด อาจแสดงออกมาเป็นรูปธรรมอย่างประจักษ์ชัด หรือมีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งจะเป็พื้นฐานให้มีความคิดเชื่อมโยงจนเกิดความประจักษ์ชัด และก่อให้เกิดเป็นผลงานทางศิลปะและวิทยาการสาขาต่าง ๆ รวมทั้งผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอันเป็นประโยชน์แก่สังคม ประเทศชาติและมนุษยชาติ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545, น. 3) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ลักษณะคือ

1. ความคิดแง่บวก หมายถึง การพูดแง่บวก โดยไม่ได้มีนัยที่เกี่ยวกับความแตกต่างหรือแปลกใหม่ทั้งนี้ความคิดแง่บวกเป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกับลักษณะนิสัยมากกว่าวิธีคิด ตรงกันข้ามกับความคิดแง่ลบ ซึ่งหมายถึง ความคิดที่ไม่ดีงาม คิดไม่ดีต่อผู้อื่นหรือตนเอง คิดบั่นทอนกำลังใจ

2. การกระทำที่ไม่ทำร้ายใคร หมายถึง ใช้ในความคิดที่ไม่ทำลายล้าง การคิดและการกระทำในเชิงบวก มุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างให้ดีขึ้น ตรงข้ามกับการคิดและการกระทำในเชิงลบที่มุ่งทำลาย เป็นลักษณะการเสนอแนะที่เป็นประโยชน์และสามารถเอาไปใช้ได้

3. การคิดสร้างสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งเป็นความหมายเกี่ยวกับความหมายทั่ว ๆ ไปในภาษาอังกฤษเป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546, น. 7) ได้ให้ความหมายว่าเป็นความสามารถของสมองที่คิดไว้วางไกลหลายแง่มุม เรียกว่า ความคิดแบบบอนเนกนัย ซึ่งทำให้เกิดความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิมเป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2551, น. 172) ได้อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์ มีลักษณะดังนี้

1. เป็นสมรรถภาพทางด้านสมองในการคิดได้หลายทาง
2. มีอยู่ในบุคคลทุกคนมากน้อยต่างกันไป
3. มีผลงานหรือการกระทำที่แสดงออกเป็นลักษณะเฉพาะ

ลักขณา สิริวัฒน์ (2549, น. 137) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลที่ประกอบด้วยความคิดคล่อง ความยืดหยุ่น คิดละเอียดลออ และคิดริเริ่มผสมผสานกันจนเกิดเป็นการคิดได้ทิศทางหรือแบบบอนเนกนัย เป็นการคิดที่ทำให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ หรือเป็นการคิดที่ดัดแปลงปรับปรุง แก้ไขสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิมหรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำของเดิม และเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

วีระ สุตสังข์ (2550, น. 49) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดและจินตนาการที่ค้นพบสิ่งใหม่ทั้งที่เป็นความคิด ทฤษฎี ปรัชญา หลักการ อันเป็นนวัตกรรมที่นำไปสู่การผลิตหรือสร้างสิ่งใหม่ ๆ ออกมา และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์ทั้งในระดับจุลภาคและมหัพภาค

สุวิทย์ มูลคำ (2550, น. 9) กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ ถือว่าเป็นกระบวนการทางความคิดที่มีความสำคัญต่อเด็ก ทำให้เด็กสามารถสร้างความคิด สร้างจินตนาการ ไม่จนต่อสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่กำหนดไว้ ความคิดสร้างสรรค์คือพลังทางความคิดที่เด็ก ๆ ทุกคนมีมาแต่กำเนิด หากได้รับการกระตุ้น การพัฒนาพลังแห่งการสร้างสรรค์จะทำให้เด็กเป็นคนมีอิสระทางความคิด มีความคิดที่ฉีกกรอบ และสามารถหาหนทางในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ได้เสมอ

สุกัญญา ศรีสืบสาย (2551, น. 7) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง เป็น การคิดที่มุ่งเสาะหาความคิดใหม่ที่มีความเป็นไปได้ โดยรวบรวมจากความคิดที่หลากหลาย และหา มุมมองใหม่ที่แตกต่างจากเดิมเพื่อสร้างสรรค์แนวทางใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

สุคนธ์ สินธพานนท์และคณะ (2552, น. 30) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล โดยนำ ประสบการณ์ ที่ผ่านมาเป็นขั้นพื้นฐานที่ทำให้เกิดความคิดใหม่ อันนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ที่แปลกใหม่ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความละเอียดลออ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, น. 111) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็น กระบวนการคิดแบบอเนกนัย ที่บูรณาการประสบการณ์ที่มีแล้วสร้างรูปแบบความคิดใหม่หรือผลิตผล ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เพื่อแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

ฉันท ชาติทอง (2554, น. 52) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง กระบวนการทางปัญญาที่สามารถขยายขอบเขตความคิดที่มีอยู่เดิมสู่ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไป จากความคิดเดิม และเป็นความคิดที่ใช้ประโยชน์ใดเหมาะสม

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น. 207) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถรวบรวมความรู้ความคิดเดิมของตนเอง สามารถคิดนอกกรอบได้ มีผลงานการคิด มี ลักษณะที่คิดในแง่บวก คิดในทางที่ดี (Positive Thinking) คิดที่เป็นประโยชน์ ไม่ทำลายล้าง (Constructive Thinking) คิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ผลงานการคิดสร้างสรรค์ จึงต้องเป็นสิ่ง ใหม่ ๆ เป็นต้นแบบ แหวกวงล้อมเดิม ๆ ไม่เหมือนใคร ใช้การได้ มีความเหมาะสม มีเหตุผลเป็นที่ยอมรับ ได้ เป็นประโยชน์และมีความคุ้มค่า สามารถใช้แก้ปัญหาได้ มีใช้จินตนาการ เพื่อฝัน

อารี พันธุ์ณี (2557, น. 7) ได้อธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์ได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะทางกระบวนการ หมายถึง ความรู้สึกไวต่อปัญหาและสามารถ แก้ไขปัญหาได้อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ และนำผลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป
2. ลักษณะของบุคคล หมายถึง บุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้น กล้าคิด กล้าแสดง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีจินตนาการ และมีความยืดหยุ่นทั้งความคิด และการกระทำ มีความสุขกับการทำงานหรือสิ่งที่ตนพอใจและไม่หวังผลจากการประเมินภายนอก

3. ลักษณะทางผลิตผล หมายถึง คุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่ขั้นต่ำที่แสดงผลที่เกิดจากความพอใจของตนที่จะแสดงออกซึ่งความคิดและการกระทำ จนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะ และค่อยคิดได้เองจนถึงระดับการคิดค้นพบทฤษฎี หลักการ และการประดิษฐ์คิดค้นต่าง ๆ

จากความหมายและแนวคิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงกระบวนการคิดที่ใช้ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการคิดสิ่งใหม่ที่แปลกใหม่ เกิดจากการริเริ่มสร้างสรรค์ จินตนาการของตนเองให้สำเร็จ และเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น

สำหรับความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้มีนักการศึกษาที่กล่าวถึงความหมายและให้คำนิยามของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Gerhard (1971, น. 157 อ้างถึงใน นัฐริตา โพธิ์เพชร, 2545, น. 29) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า “เป็นการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึงและมองเห็นผลผลิตในรูปแบบใหม่

กุลภัสสร ศิริพรรณ (2545, น. 5) ได้กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดกว้างไกล หลากทิศทาง การออกแบบ ต่อเติมหาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าทางคณิตศาสตร์ในแง่มุมต่าง ๆ อันเป็นการคิดก่อให้เกิดสิ่งใหม่ ประกอบด้วยความคิด 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม

สุรัช อินทรสังข์ (2546, น. 38) ได้กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นการมองเห็นและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยวิธีแตกต่างจากเดิม หลากหลายในมุมมอง หลากหลายแนวคิด พฤติกรรมที่เราสามารถสังเกตได้และตรวจวัดได้ลักษณะนี้เป็นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547, น. 51) ได้กล่าวว่าความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ มีความยืดหยุ่น และมีความหลากหลาย โดยมีสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา ประกอบด้วยความคิด 3 ลักษณะ

1. ความคิดคล่องตัว หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่องและได้คำตอบในปริมาณมาก ๆ ในเวลาจำกัด
2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาคำตอบได้หลายทาง หลายรูปแบบและสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้ว่ามีคำตอบ

3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาคำตอบ ที่มีความแปลกใหม่ และแตกต่างจากความคิดของผู้อื่น

อัมพร ม้าคะนอง (2553, น. 25) ได้กล่าวว่าการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นการสร้างแนวคิดที่แปลกใหม่ หาวิธีการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ง่ายกว่า สะดวกกว่า และมีประสิทธิภาพมากกว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงต้องเอื้อให้ผู้เรียนได้คิดและทำงานอย่างอิสระ โดยอาจให้งานที่สามารถทำได้หลากหลายวิธี หรือการให้คำถามหรือปัญหาปลายเปิดปลายเปิด (Open-ended problem) ซึ่งอาจเป็นการเปิดคำตอบคือมีหลากหลายคำตอบ หรือเป็นการเปิดกระบวนการคือทำได้หลากหลายวิธี

จุฑาทิพย์ อินตะ (2554, น. 7) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของนักเรียนที่แสดงออกในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ ซึ่งประกอบไปด้วยการคิด 3 ลักษณะ คือ

1. ความคล่องในการคิด หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาจากปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างรวดเร็วในปริมาณมาก ๆ ในเวลาจำกัด
2. ความคิดยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาจากปัญหาที่กำหนดให้ได้หลายวิธี หลายรูปแบบและสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้ว่ามีคำตอบ
3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา จากปัญหาที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ และไม่ซ้ำจากความคิดของคนส่วนใหญ่

### 3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

#### 3.2.1 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของออสบอร์น

ลักขณา สรีวัฒน์ (2549, น. 147-148) ได้ศึกษาและสรุปทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของออสบอร์นว่า อเล็กซ์ เอฟ. ออสบอร์น (Alex F. Osborn) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์คือ ความคิดจินตนาการประยุกต์ หมายถึง จินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นมา เพื่อแก้ปัญหาที่ยุ่ยากเมื่อมนุษย์ประสบ

และไม่ใช่เป็นจินตนาการที่เลื่อนลอย เขาได้กล่าวถึงกระบวนการคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ว่า มี 7 ขั้นตอน ได้แก่

1. ปัญหา สามารถระบุให้ทราบประเด็นปัญหาที่ต้องการจะใช้ความคิดสร้างสรรค์มาแก้ไขได้
  2. การเตรียมและรวบรวมข้อมูลเป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อมาใช้ในการแก้ปัญหา
  3. การวิเคราะห์ เป็นการแยกแยะข้อมูลเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมในขั้นต่อไป
  4. การใช้ความคิดหรือคัดเลือกเพื่อหาทางเลือกต่าง ๆ นับว่าเป็นขั้นของการพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบและหาทางเลือกที่เป็นไปได้และเหมาะสมที่สุดจากหลาย ๆ แนวทาง
  5. การฟักความคิด และการกระทำให้กระจ่าง (Incubation and Illumination) เป็นขั้นที่ทำให้การฟักความคิดว่างแล้วเกิดความคิดบางอย่างขึ้นมาแล้วทำให้ความคิดนั้นชัดเจนยิ่งขึ้น
  6. การสังเคราะห์ หรือการบรรจุชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน
  7. การประเมินผล เป็นการคัดเลือกจากคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
- ออสบอร์น ได้สร้างเทคนิคระดมสมองมาใช้ในการสอนความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นกิจกรรมกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิกอย่างน้อย 4 คน ที่มีความสามารถต่าง ๆ กัน เพื่อให้บุคคลมีความคิดหลายทิศทาง และคิดได้มากในช่วงเวลาจำกัด โดยมีหลักเกณฑ์ในการระดมความคิดดังนี้
1. การไม่วิจารณ์ตัดสินความคิด หมายถึง เมื่อมีสมาชิกในกลุ่มเสนอความคิดขึ้นมาจะไม่มีใครวิพากษ์วิจารณ์หรือตัดสินความคิดใด ๆ ทั้งสิ้น
  2. ยอมรับและให้อิสระในการเสนอความคิด หมายถึง การยอมรับฟังและให้อิสระแก่สมาชิกในกลุ่มเพื่อเสนอความคิดออกมา
  3. ส่งเสริมปริมาณความคิด หมายถึง การส่งเสริมสนับสนุนให้ได้ปริมาณความคิดมากยิ่งมากเท่าใดก็ยิ่งดี และพยายามกระตุ้นให้ทุกคนได้แสดงความคิดของตนโดยไม่มีการยับยั้งหรือถูกขัดขวางแต่อย่างใด
  4. การระดมความคิด และการปรุงแต่งความคิด หมายถึง หลังจากที่มีการระดมสมองเพื่อให้แนวคิดตามข้อ 1-3 แล้ว ให้นำความคิดทั้งหมดมาประมวลผล แล้วพิจารณาประเมิน

ตัดสินร่วมกันว่า ความคิดใดให้คุณค่ามากกว่ากัน และจัดเรียงลำดับความคิดโดยใช้เกณฑ์กำหนดตามวัตถุประสงค์ของกลุ่ม เช่น บุคลากร งบประมาณ นโยบาย เป็นต้น

สรุปแนวคิดตามทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของออสบอร์น ได้รับการตอบสนองเป็นอย่างสูงโดยมีผู้นำชุดการสอนของเขาไปใช้ในการสอนความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด และเทคนิคระดมสมองก็เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปในวงการว่าสามารถสร้างแนวคิดที่หลากหลายได้เป็นอย่างดี

### 3.2.2 ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง

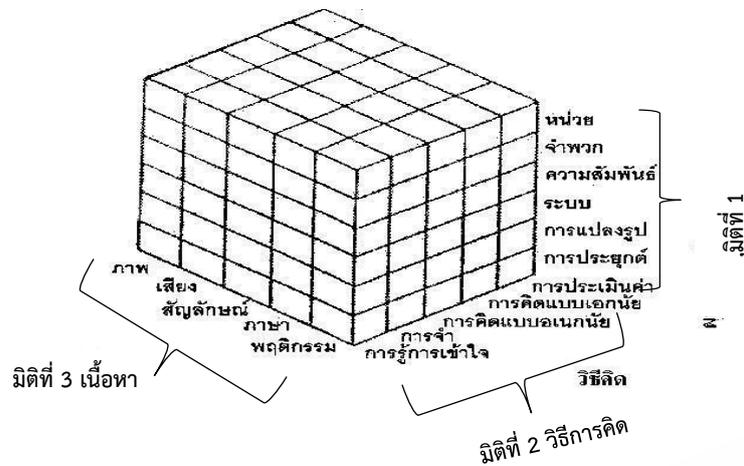
อารี พันธมณี (2557, น. 30-37) ได้กล่าวว่า การศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ก็มีแนวคิดพื้นฐานมาจากกิลฟอร์ดนักจิตวิทยาชาวอเมริกันและคณะ ได้ทำการศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ของสติปัญญาอยู่เป็นเวลา 20 ปี โดยเน้นศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุผล และการแก้ปัญหา ในที่สุดก็ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองขึ้น หรือแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect Model ที่เรียกว่า SI) ซึ่งแบบจำลองนี้ได้ครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ

ความสำคัญของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ กิลฟอร์ด ได้พัฒนาวิธีการคิดขั้น 2 ประเภทคือ

1. ความคิดรวมหรือความคิดเอกนัย (Convergent thinking) หมายถึง ความคิดที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องตามสภาพข้อมูลที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว
2. ความคิดกระจายหรือความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึง ความคิดหลายทิศทางที่สามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ตลอดจนการนำไปสู่ผลผลิตของความคิดหรือคำตอบได้หลายอย่างด้วย กิลฟอร์ดอธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์ก็คือความคิดอเนกนัยนั่นเองซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

โครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง

Guilford (1967, อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2550, น. 14) ได้อธิบายโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองในลักษณะ 3 มิติดังภาพประกอบที่แสดงข้างล่าง



ภาพที่ 5 แบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด

จากโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา กิลฟอร์ดได้แบ่งสมรรถภาพทางสมองออกเป็น 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 : เนื้อหา (Content) หมายถึง เนื้อหาข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่เป็นสื่อในการคิดที่สมองรับเข้าไปคิด แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. ภาพ (Figural เขียนย่อว่า F) หมายถึงข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรม หรือรูปที่แน่นอน ซึ่งบุคคลสามารถรับรู้ และทำให้เกิดความรู้สึกรู้สึกได้ เป็นต้น
2. สัญลักษณ์ (Symbolic เขียนย่อว่า S) หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข ตัวโน้ตทางดนตรี รวมถึงสัญญาณไฟต่าง ๆ
3. ภาษา (Semantic เขียนย่อว่า M) หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ กัน สามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้

มิติที่ 2 : วิธีการคิด (Operation) หมายถึง มิติที่แสดงลักษณะกระบวนการปฏิบัติงานหรือกระบวนการคิดของสมอง แบ่งออกตามลำดับได้ 5 ลักษณะ คือ

1. การรู้และเข้าใจ (Cognition เขียนย่อว่า C) หมายถึง ความสามารถในการตีความของสมองเมื่อเห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้เข้าใจในสิ่งนั้น และบอกได้ว่าเป็นอะไร เช่น เมื่อเห็นของเล่นสำหรับเด็กกรูปรวมทำด้วยยางผิวเรียบก็บอกได้ว่าเป็นลูกบอล เป็นต้น

2. การจำ (Memory เขียนย่อว่า M) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้และข้อมูลต่าง ๆ ไว้ได้และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ เช่น จำสูตรคูณ จำรหัสประจำตัว จำเหตุการณ์สำคัญ เป็นต้น

3. การคิดแบบเอนกนัย หรือความคิดกระจาย (Divergent Thinking เขียนย่อว่า D) หมายถึง ความสามารถในการคิดตองสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบ หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป

4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking เขียนย่อว่า N) หมายถึงความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดจากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่กำหนด และคำตอบที่ถูกต้องก็มีคำตอบเดียว

5. การประเมินค่า (Evaluation เขียนย่อว่า E) หมายถึง ความสามารถในการตีค่า ประเมินราคาของสรรพโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 3 : ผลของการคิด หมายถึง มิติที่แสดงผล (Product) ที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมอง หรือกระบวนการคิดของสมอง หลังจากที่สมองได้รับข้อมูลหรือสิ่งเร้าจากมิติที่ 1 และตอบสนองต่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้รับมิติที่ 2 แล้ว ผลที่ได้ออกเป็นมิติที่ 3 หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างว่าผลการคิดเกิดจากการทำงานของมิติที่ 1 และมิติที่ 2 แล้ว ผลที่ได้ออกเป็นมิติที่ 3 หรืออาจจะกล่าวได้อีกอย่างว่าผลของการคิดเกิดจากการทำงานของมิติที่ 1 และมิติที่ 2 นั้นเอง ซึ่งผลของการคิดแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะดังนี้

1. หน่วย (Unit เขียนย่อว่า U) หมายถึง สิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัว และแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน เสือ ภูเขาไฟ เป็นต้น

2. จำพวก (Class เขียนย่อว่า C) หมายถึง ประเภท หรือจำพวกหรือกลุ่มของหน่วยที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะร่วมกัน เช่น ประเภทผลไม้ ได้แก่ เงาะ กล้วย ลำไย ลิ้นจี่ เป็นต้น

3. ความสัมพันธ์ (Relation เขียนย่อว่า R) หมายถึง การเชื่อมโยงของผลที่ได้จากการจับคู่ที่ละ 2 อันเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจอยู่ในรูปหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ เป็นต้น

4. ระบบ (system เขียนย่อว่า S) หมายถึง การเชื่อมโยงกลุ่มสิ่งเร้าโดยอาศัยกฎเกณฑ์หรือระเบียบแบบแผนบางอย่าง เช่น 1, 3, 5, 7, 9 เป็นระบบเลขคี่ เป็นต้น

5. การแปลงรูป (Transformation เขียนย่อว่า T) หมายถึง การเปลี่ยนแปลง การปรับปรุง การให้คำนิยามใหม่ การขยายความหรือการจัดองค์ประกอบของข้อมูลที่กำหนดให้เสียใหม่ ให้มีรูปร่างต่างจากเดิมไปในรูปของข้อมูลหรือหน้าที่

6. การประยุกต์ (Implications เขียนย่อว่า I) หมายถึง การคาดหวังหรือทำนายอะไรบางอย่างจากข้อมูลที่กำหนดให้ โดยอาศัยความเกี่ยวข้องของข้อมูลที่ศึกษา

จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือการวัดเชาวน์ปัญญาของ กิลฟอร์ดแบ่งออกเป็น 120 เซลล์ หรือ 120 องค์ประกอบโดยในแต่ละตัวจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของสามมิติ เรียงจาก เนื้อหา วิธีการคิด ผลของการคิด (Content-Operation-Product)

### 3.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่มีความเหมาะสมกับการจัดการศึกษา และสามารถนำไปปรับใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ส่วนใหญ่จะยึดตามแนวคิดของทอเรนซ์และกิลฟอร์ด ดังนี้

Torrance (1962 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, น. 111) เสนอองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ว่ามี 3 องค์ประกอบดังนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็วและสามารถสร้างคำตอบได้ในปริมาณมากในเวลาจำกัด
2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายรูปแบบ
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาและไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป

Guilford (1967, p. 145-151 อ้างถึงในสุคนธ์และคณะ, 2552, น. 32-33) จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของเขา เชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทางหรือเรียกว่าความคิดอเนกนัย ประกอบด้วยความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดละเอียดลออ ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึงความคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นและแตกต่างจากความคิดธรรมดา อาจเกิดความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วมาดัดแปลงประยุกต์เป็นสิ่งใหม่ และเป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม เช่นการสร้างเครื่องบินได้สำเร็จโดยนำแนวคิดมาจากการทำเครื่องร่อน

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความคล่องตัวในการคิด ตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือความสามารถในการคิดหาคำตอบได้รวดเร็วและได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด โดยเน้นปริมาณของความคิด ความคิดคล่องแคล่วแบ่งเป็น 4 ประเภท

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วด้านการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค สามารถนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยชน์ที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง มีความยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำ เป็นความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดให้หลายอย่าง อย่างอิสระ สามารถคิดได้หลายประเภท หลายอย่าง เช่น ประโยชน์ของภูมิปัญญาไทย มีอะไรบ้าง

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียด เพื่อขยายความคิดหลัก หรือความคิดครั้งแรกให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับการสร้างผลงานแปลกใหม่ให้สำเร็จ

Guilford and Hoepfner (1971, p. 125-143 อ้างถึงในสุคนธ์และคณะ, 2552, น. 33-34) ได้ศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพิ่มเติมว่า ความคิดสร้างสรรค์ต้องมีองค์ประกอบอย่างน้อย 8 องค์ประกอบ คือ

- 1) ความคิดริเริ่ม (Originality)
- 2) ความคิดคล่องตัว(Fluency)
- 3) ความยืดหยุ่น (Flexibility)
- 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)
- 5) ความคิดไวต่อปัญหา(Sensitivity Problem)
- 6) ความสามารถในการนิยามใหม่ (Redefinition)
- 7) ความซึมซาบ (Penetration)
- 8) ความสามารถในการทำนาย (Prediction)

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นแล้วยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้คล้ายคลึงกันดังนี้

อลสัน โรเบิร์ต ดับบลิว (2535, น. 15) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 อย่าง ได้แก่ ความคล่องกับความยืดหยุ่น

ความคล่อง หมายถึง ความสามารถในการผลิตความคิดเห็นออกมาได้เป็นจำนวนมาก เพื่อแก้ปัญหาให้ได้อย่างราบรื่นและรวดเร็ว โดยสามารถมีประจักษ์พยานให้เห็นได้เด่นชัด

ความยืดหยุ่น โดยทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาความแตกต่างที่ผิดไปจากแนวทางการแก้ไขเดิม โดยไม่เคยใช้วิธีนั้นมาก่อน

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545, น. 21) กล่าวว่า การที่เราจะกำหนดว่าสิ่งใดเกิดจากความคิดสร้างสรรค์นั้นสามารถพิจารณาได้จากองค์ประกอบสำคัญ อันได้แก่

1. ความคิดนั้นต้องเป็นสิ่งใหม่ เป็นความคิดที่แหวกวงล้อมความคิดที่มีอยู่เดิม หรือเรียกว่าเป็น ความคิดต้นแบบ ใช้การได้ และมีความเหมาะสม ลงตัวพอดีกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข

2. ความคิดนั้นต้องสามารถพัฒนาต่อได้ ไม่ได้หยุดเพียงจินตนาการเพื่อฝัน แต่สามารถนำมาพัฒนาให้เป็นจริงและใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม ตอบสนองวัตถุประสงค์ของการคิดได้เป็นอย่างดี

3. ความคิดใหม่นั้นต้องมีเหตุผล แม้ว่าความคิดใหม่นั้นจะประกอบไปด้วย ความแปลกใหม่เป็นความคิดต้นแบบ แต่ต้องผสมผสานองค์ประกอบของความมีเหตุมีผล ความเหมาะสม และคุณค่าภายใต้มาตรฐานที่ยอมรับกันทั่วไปบางประการด้วย

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น. 212-215) กล่าวว่า ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

1. คิดจินตนาการ (Imagination) เป็นความคิดในสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น และอาจเป็นไปได้ยากหรือเป็นไปได้เลย แต่อาจเกิดเป็นจริงขึ้นมาได้ หรืออย่างน้อยก็จะเป็นพื้นฐานของการเริ่มต้นในความคิดเพื่อสร้างผลงานต่าง ๆ ขึ้นมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความคิดแบบอื่น ๆ มาสานต่อความคิดจินตนาการ จึงนำไปสู่การค้นพบหรือสร้างสรรค์ผลงานใหม่

2. คิดคล่องแคล่วหรือการคิดเร็ว (Ideational Fluency) เป็นการคิดที่มี ปฏิกริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้า สามารถสังเกตเห็น รับรู้และเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ได้เร็วที่สุด เป็นการหาคำตอบได้มาก ๆ ได้จำนวนความคิดเยอะ ๆ โดยใช้เวลาน้อย ๆ

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) บางที่เรียก คิดกว้าง หรือ คิดหลากหลาย เป็นการคิดได้ไกล คิดได้หลายทิศทาง หลายแง่มุม หลายรูปแบบ ในคำถามเดียวสามารถมีคำตอบหลายอย่าง ซึ่งควรเน้นทั้งทางด้านปริมาณ และคุณภาพของความคิดจึงจะเป็นพื้นฐานในการได้ความคิดดี ๆ มีคุณภาพออกมา

4. คิดริเริ่ม (Original) เป็นความสามารถในการค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เป็นความสามารถในการคิดที่ต่างจากคนอื่น ต่างจากธรรมดา ต่างจากที่เคยเป็น เป็นความคิดที่ไม่มีใครคิดมาก่อน คนอื่นคิดไม่ถึง หรืออาจปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ต่างจากของเดิม บางที่การคิดง่าย ๆ ฝัน ๆ ที่แปลกใหม่ ก็อาจเป็นความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณค่า

5. คิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง การฝึกมองเห็นรายละเอียดที่นำมาเพิ่มเติมเสริมแต่งความคิดครั้งแรกให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทั้งต่อเติมเสริมแต่งและตัดสิ่งที่ไม่เหมาะสมไม่ถูกต้องออกไป

6. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง การรวม การผสมผสาน การนำเอา  
สิ่ง เดิม ๆ มาประยุกต์และมาผสมผสานให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น จะประกอบ  
ไปด้วย 4 องค์ประกอบด้วยกันคือ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นและความคิด  
ละเอียดลออ แต่สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาคำประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพียง 3  
องค์ประกอบคือ ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความคิดยืดหยุ่น เท่านั้น ทั้งนี้เพราะความคิด  
ละเอียดลออนั้นได้สอดแทรกอยู่กับองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านอยู่แล้ว

### 3.4 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง วิธีคิดหรือกระบวนการทำงานของ  
สมองอย่างเป็นขั้นตอน และสามารถคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ (อารี พันธุ์มณี, 2557, น. 8) สำหรับ  
กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักจิตวิทยาและนักการศึกษาแต่ละท่านได้กล่าวไว้  
ดังนี้

Torrance (1964 อ้างถึงในอัมพร ม้าคะนอง, 2553, น. 65) ได้กล่าวถึงกระบวนการ  
เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเริ่มต้น เป็นขั้นของการเริ่มต้นคิด ซึ่งมักจะต้องมีการรวบรวมข้อมูล  
สารสนเทศ และแนวคิดต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจในปัญหาหรือสถานการณ์
2. ขั้นคิดไตร่ตรอง เป็นขั้นที่ต้องใช้ความคิดอย่างหลากหลาย โดยมีการ  
เชื่อมโยงทั้งระหว่างข้อมูลระหว่างกระบวนการ และระหว่างข้อมูลกับกระบวนการ
3. ขั้นเกิดความคิดแปลกใหม่ เป็นขั้นที่มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่คิด  
ซึ่งเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ไม่เหมือนกับที่มีคนคิดไว้
4. ขั้นปรับปรุง เป็นขั้นการปรับความคิดที่เกิดในขั้นที่ 3 ให้เหมาะสมกับ  
บริบทและเงื่อนไขของปัญหา

ฮาดามาร์ด (Hadamard, 1945, อ้างถึงใน นวลน้อย เจริญผล, 2548, น. 19-20) เป็น  
นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ทำการศึกษาคำความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และอธิบายกระบวนการ

คิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยทฤษฎีจิตวิเคราะห์และทฤษฎีการสัมพันธ์เชื่อมโยง เข้าด้วยกัน ได้  
กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหาและบุคคลมีการ  
กระทำต่อปัญหานั้นในระดับที่รู้ตัว (Conscious) อย่างเป็นระบบ (Systematic) โดยวิธีการเชิงตรรก  
(Logical Approach) ซึ่งความพยายามในระดับที่รู้ตัวนี้ จะเป็นการกระตุ้นในแนวทางทั่ว ๆ ไป ในการ  
แก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการขั้นความคิดฟักตัว (Incubation) ต่อไป

2. ขั้นความคิดฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว  
(Unconscious Thinking Processes) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการรวมกันของความคิดต่าง ๆ แบบสุ่มและ  
มีเพียงความคิดที่ดีเท่านั้นที่จะขึ้นสู่ระดับความมีสติรู้ตัว (Consciousness)

3. ขั้นรู้แจ้ง (Illumination) เป็นขั้นที่เกิดจุดวิกฤติ (Critical Point หรือ  
Point of Illumination หรือ point of insight) (Wilson) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (ขั้น  
ตรวจสอบ เสนอผลงานและการนำไปใช้

4. ขั้นตรวจสอบ เสนอผลงานและการนำไปใช้เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการ  
เกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเกิดในระดับรู้ตัวทั้งหมด

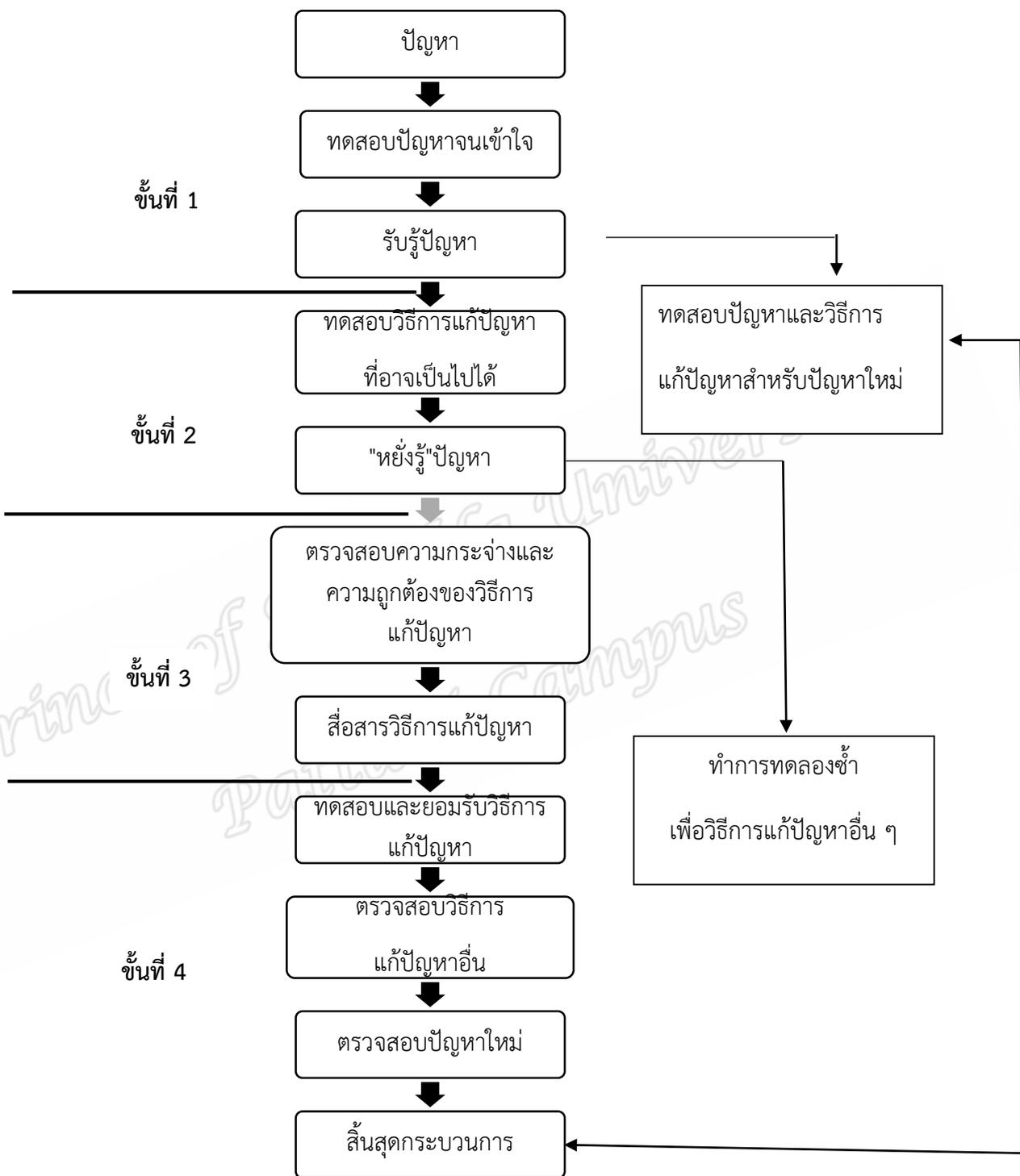
ในการตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้องนั้น วิธีการหนึ่งที่ทำได้คือ การ  
พูดสื่อสาร ซึ่งกระทำได้ 2 ลักษณะ คือการพูดสื่อสารกับตนเอง และการพูดสื่อสารกับผู้อื่น

ในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ขั้นรู้แจ้ง เป็นขั้นที่สำคัญที่เกิดจุดวิกฤติขึ้น ซึ่ง  
เป็นการใช้จุดวิกฤตินี้แบ่งแยกขั้นเตรียม และขั้นความคิดฟักตัว ออกจากขั้นตรวจสอบ

Wilson (1978, อ้างถึงในนวนน้อย เจริญผล, 2548, น. 20) ได้กล่าวว่าจุดวิกฤติ อาจ  
พิจารณาได้ว่าเป็นตัวชี้ถึงกระบวนการ 3 ประการ คือ การรับรู้ การหยั่งรู้ และการพูดสื่อสาร ซึ่งโพลยา  
ได้ใช้กระบวนการ 3 ประการของจุดวิกฤติ ดังกล่าวแบ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์เป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา
2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผล

สามารถแสดงเป็นภาพประกอบของโพลยาที่แสดงกระบวนการคิดสร้างสรรค์  
ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้



ภาพที่ 6 แสดงกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของโพลยา

(Wilson, 1978, p. 425 อ้างถึงใน นวลน้อย เจริญผล, 2548, น. 21)

ขจรศักดิ์ สีเสน (2544, น. 17) กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มี 4 ขั้น คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) ผู้มีความคิดสร้างสรรค์ มีความรู้ ู้ปัญหาและความคิดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ
2. ขั้นฟัก (Incubation) ผู้มีความคิดสร้างสรรค์ มีคิดใคร่ครวญถึงปัญหาทั้งในขณะที่รู้ตัวและไม่รู้ตัว
3. ขั้นรู้แจ้ง (illumination) ความคิดเข้ารูปเข้ารอยอย่างกะทันหัน หาวิธีการแก้ปัญหาได้แล้ว
4. ขั้นตรวจสอบ (Verification) ตรวจสอบว่าวิธีแก้ปัญหานั้นได้ผลจริงหรือไม่

ดังนั้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จึงเป็นขั้นตอนของกระบวนการคิดที่จะทำไปสู่วิธีการแก้ปัญหามากหลาย ซึ่งประกอบด้วย ขั้นทำความเข้าใจปัญหา วางแผนในการหาวิธีการแก้ปัญห ดำเนินการแก้ปัญห และตรวจสอบ

### 3.5 ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์

ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้มีผู้กล่าวไว้อย่างน่าสนใจหลายท่าน ดังนี้ Garrison (1954, อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2551, น. 173-174) ได้อธิบายถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เป็นคนที่มีความสนใจในปัญหา ยอมรับการเปลี่ยนแปลงไม่กลัวว่าปัญหาจะเกิดขึ้น แต่กล้าที่จะเผชิญปัญหา กระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาลดจนหาทางปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพัฒนาอยู่เสมอ
2. เป็นคนที่มีความสนใจกว้างขวาง ทนต่อเหตุการณ์รอบด้านต้องการเอาใจใส่ในการศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ เพิ่มเติมอยู่เสมอพร้อมทั้งยอมรับข้อคิดเห็นจากข้อเขียนที่มีสารประโยชน์ และนำข้อมูลเหล่านั้นมาประกอบใช้พิจารณาปรับปรุงพัฒนางานของตน
3. เป็นคนที่ชอบคิดหาทางแก้ปัญหาไว้หลาย ๆ ทาง เตรียมทางเลือกสำหรับแก้ปัญหาไว้มากกว่าหนึ่งวิธีเสมอ ทั้งนี้เพื่อจะช่วยให้มีความคล่องตัว และประสบผลสำเร็จมาก

ขึ้น เพราะการเตรียมทางแก้ไขหลาย ๆ ทางย่อมสะดวกในการเลือกใช้ให้เหมาะกับสถานการณ์ได้ และยังเป็นการประหยัดเวลาและเพิ่มกำลังใจในการแก้ปัญหาด้วย

4. เป็นคนที่มีสุขภาพสมบูรณ์ ร่างกายและจิตใจแข็งแรง สุขภาพกายดี สุขภาพจิตดี มีความสนใจต่อสิ่งใหม่ ช่างซักช่างถาม จดจำได้ดี สามารถนำข้อมูลที่จดจำได้มาใช้ ประโยชน์ได้ดี ทำให้งานดำเนินไปด้วยดี

5. เป็นคนที่ยอมรับและเชื่อในบรรยากาศและสภาพแวดล้อม ว่ามีผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นการจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม จะจัดสิ่งรบกวนและอุปสรรค และทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

Guilford (1967, p.79 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, น. 115) สรุปว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีลักษณะสำคัญ 5 ประการ คือ มีความรู้สึกไวต่อปัญหา มีความคล่องในการคิด มีความคิดริเริ่ม มีความยืดหยุ่นในการคิดและมีแรงจูงใจ

กรมวิชาการ (2535, น. 15) ได้กล่าวว่าบุคคลสร้างสรรค์มีลักษณะดังนี้

1. เป็นตัวของตัวเองมีความคิดอิสระ ไม่ชอบตามอย่างใคร ไม่ยอมคล้อยตามความคิดเห็นของคนอื่นอย่างง่ายดาย กล้าคิด กล้าแสดงออก ชอบแสดงความเห็น ชอบคลุกคลีในสังคม ถือตัวเองเป็นศูนย์กลาง

2. รักที่จะก้าวไปข้างหน้า เต็มใจทำงานหนัก อุทิศเวลาให้งาน มีความมานะบากบั่นที่จะทำงานยากและซับซ้อนให้สำเร็จจนได้ เปิดรับประสบการณ์อย่างไม่หลีกเลี่ยง มีประสบการณ์อย่างกว้างขวาง มีความเต็มใจเสี่ยง อยากรู้อยากเห็น ตื่นตัวที่จะรับรู้ตลอดเวลา กระตือรือร้น ขยันหมั่นเพียร มีแรงจูงใจสูง มี Self Concept สูง

3. ไวต่อปัญหา รับรู้เร็วและง่าย มองการณ์ไกล มีความสามารถในการคิดหลายแง่หลายมุม มีความสามารถในการแก้ปัญหา ใช้ความคิดได้อย่างคล่องแคล่ว มีความยืดหยุ่นพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงวิธีเก่ามาสู่แนวใหม่หรือวิธีการใหม่ ช่างสงสัยและมีนิสัยที่จะคิดหาคำตอบ

4. มีความสามารถในการใช้สมาธิ มีความในการพินิจพิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน

5. มีความคิดริเริ่ม ชอบคิด ชอบทำสิ่งที่ซับซ้อนและแปลกใหม่ ชอบความยุ่งยากซับซ้อนและสามารถใช้คำถามซักถามสิ่งที่ต้องการจะรู้

6. ยอมรับในสิ่งที่ไม่แน่นอนและสิ่งที่เป็นข้อขัดแย้ง อดทนต่อสิ่งที่ยังไม่แน่ชัด ไม่พลาดกลัวต่อสิ่งที่ยังไม่ทราบ สิ่งทีลึกลับและน่าสงสัย กลับรู้สึกพึงพอใจและตื่นเต้นที่จะเผชิญกับสิ่งเหล่านั้น

7. มีความอดทนต่อความไม่เป็นระเบียบ ไม่ชอบทำตามระเบียบหรือกฎเกณฑ์ ไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอและไม่ชอบถูกบังคับ

8. มีอารมณ์ขัน ชอบคิดเล่นไปเรื่อย ๆ มีจินตนาการ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, น. 115) ได้สรุปว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีลักษณะของคนที่ตั้งตัวอยู่เสมอ มีความรู้ลึกไวก่อปัญหา มีสมาธิ ช่างพินิจพิเคราะห์ เปิดรับประสบการณ์ต่าง ๆ จากผู้อื่น คิดแตกต่างจากผู้อื่น มีความคล่องในการคิด มีความคิดริเริ่ม มีความยืดหยุ่นในการคิดและมีแรงจูงใจ มีความเป็นผู้นำ ช่างสังเกต ชอบสำรวจค้นคว้าทดลอง ชอบซักถามโดยใช้คำถามแปลก ๆ มีความเป็นอิสระไม่วิตกกังวล มีความเชื่อมั่นในตัวเองสูง มีผลงานที่ไม่ซ้ำแบบใคร

อารี พันธมณี (2557, น. 19-20) ได้กล่าวถึงลักษณะบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้ มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ลุล่วงด้วยดี มีจิตใจจดจ่อและผูกพันกับงานและมีความอดทนอย่างทรหด เป็นผู้ไม่ยอมเลิกล้มอะไรง่าย ๆ หรือเป็นนักสู้ที่ดี มีความคิดคำนึงหรือจินตนาการสูง มีลักษณะความเป็นผู้นำ มีลักษณะขี้เล่น รื่นเริง ชอบรับประสบการณ์ใหม่ ๆ นับถือตนเองและเชื่อมั่นในตนเองสูง มีความคิดอิสระและยืดหยุ่น ยอมรับและสนใจสิ่งที่แปลก ๆ มีความซบซึ้งในการรับรู้ กล่าวหาญ กล่าวเผชิญความจริง ไม่ค่อยเคร่งครัดกับระเบียบแบบแผน ไม่ยึดมั่นในสิ่งหนึ่งจนเกินไป ชอบทำงานเพื่อความสุขและความพอใจของตนเอง มีอารมณ์ขัน

ดังนั้นจึงสามารถสรุปลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้ว่าเป็นบุคคลที่มีความคิดอิสระ ไม่ชอบทำตามกฎระเบียบ ชอบที่จะริเริ่มเรียนรู้ในสิ่งที่แปลกใหม่อยู่เสมอ มีความสนใจในปัญหา ชอบซักถามและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง อดทนต่องานโดยไม่ล้มเลิกอะไรง่าย ๆ มีความสามารถในการใช้สมาธิในการพินิจพิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน และเป็นคนร่าเริงมีสุขภาพร่างกายและจิตใจแข็งแรง

### 3.6 การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

Torrance (1959, อ้างถึงใน อารี พันธุ์มณี, 2557, น. 102-104) ได้เสนอหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายประการ ซึ่งเขาเน้นตัวครูกับนักเรียนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นสำคัญ ดังนี้

1. การส่งเสริมให้เด็กถามและให้ความสนใจต่อคำถามที่แปลก ๆ ของเด็ก และเขายังเห็นว่าพ่อแม่หรือครูไม่ควรมุ่งที่คำตอบที่ถูกแต่เพียงอย่างเดียว เพราะในการแก้ปัญหาแม้จะใช้วิธีเดาหรือเสี่ยงบ้างก็ควรจะยอม แต่ควรจะกระตุ้นให้เด็กได้วิเคราะห์ ค้นหา เพื่อพิสูจน์การเดา โดยให้การสังเกตและประสบการณ์ของเด็กเอง
2. ตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลก ๆ ของเด็กด้วยใจเป็นกลาง เมื่อเด็กแสดงความคิดเห็นในเรื่องใด แม้จะเป็นความคิดที่ยังไม่เคยได้ยินมาก่อน ผู้ใหญ่ก็ไม่ควรตัดสินและลิดรอนความคิดนั้น แต่รับฟังไว้ก่อน
3. กระตุ้นหรือรื้อฟื้นต่อคำถามที่แปลก ๆ ของเด็กด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวาหรือชี้แนะให้เด็กหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง
4. แสดงให้เด็กเห็นความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เช่น จากภาพที่ได้กวาดอาจนำไปเป็นลวดลายถ้วยชาม ภาพขณะ เป็นภาพปฏิทิน บัตร ส.ค.ส. เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดความภูมิใจและมีกำลังใจที่จะคิดสร้างสรรค์ต่อไป
5. กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้ออกาสและเตรียมการให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูอาจจะเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ลดการอธิบายและบรรยายลงบ้าง แต่เพิ่มการให้นักเรียนมีส่วนร่วมริเริ่มกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอโดยไม่ต้องใช้วิธีขู่ด้วยคะแนน หรือการสอบ การตรวจสอบ เป็นต้น
7. พิจารณากว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเด็กจะต้องใช้เวลาพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป
8. ส่งเสริมให้เด็กใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อเด็กมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

กรมวิชาการ (2535, น. 16-17) กล่าวว่า การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อาจทำได้ ทั้งทางตรง โดยการสอนและฝึกอบรม หรือในทางอ้อม โดยการจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ หลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในทางอ้อมมีดังนี้

1. ยอมรับคุณค่าและความสามารถของคนอื่นอย่างไม่มีเงื่อนไข
2. แสดงและเน้นให้เห็นว่าความคิดของเขามีคุณค่า และสามารถนำไปใช้ให้ เกิดประโยชน์
3. ให้ความเข้าใจ และเห็นใจในตัวเขา และความรู้สึกของเขา
4. อย่าพยายามกำหนดแบบเพื่อให้ทุกคนมีความคิดและบุคลิกภาพเดียวกัน
5. อย่าสนับสนุน หรือให้รางวัลเฉพาะงานที่มีผู้ทดลองทำเป็นที่ยอมรับแล้ว ควรให้ผลงานที่แปลกใหม่มีโอกาสได้รับรางวัลและคำชมเชยบ้าง
6. ส่งเสริมให้ใช้จินตนาการของตนเอง โดยยกย่องชมเชยเมื่อมีจินตนาการ ที่แปลกและมีคุณค่า
7. กระตุ้นและส่งเสริมให้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ
8. ส่งเสริมให้ถามและให้ความสนใจแก่การถาม รวมทั้งชี้แนะแหล่งคำตอบ
9. ตั้งใจและเอาใจใส่ความคิดแปลก ๆ ของเขาด้วยใจที่เป็นกลาง
10. พึงระลึกเสมอว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้เวลาและค่อย เป็นค่อยไป

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2555, น. 68) ได้กล่าวว่า การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำได้หลายทาง ทั้งทางตรงและทางอ้อม วิธีการส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำได้ ดังนี้

1. จัดบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกอิสระ ไม่ถูกควบคุมด้วย ระเบียบวินัย นักเรียนสามารถแสดงความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ ของตนเอง เมื่อนักเรียนมีอิสระในการ คิด การตัดสินใจ ย่อมทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
2. ส่งเสริมให้นักเรียนถาม และให้ความสนใจต่อคำถามแปลก ๆ ของ นักเรียน ด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวา ครูไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว เพราะในการ แก้ปัญหานั้นแม้นักเรียนจะใช้วิธีการเดาบ้างควรยอมรับ และควรกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ค้นหา

และพิสูจน์คำตอบโดยการใช้วิธีชี้แนะให้นักเรียนหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการคิดวิเคราะห์ซึ่งจะนำไปสู่การคิดสร้างสรรค์

3. ส่งเสริมให้นักเรียนตอบคำถามชนิดปลายเปิดที่มีความหมาย ไม่มีคำตอบที่แน่นอนตายตัว คำถามลักษณะนี้จะสนับสนุนให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้หาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มากขึ้น

4. สนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้มากขึ้น โดยให้ข้อมูลข่าวสารที่จะกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้นด้วยตนเอง ชื่นชมนักเรียนที่พยายามเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการท้าทายแก่นักเรียนและเป็นส่วนผลักดันให้นักเรียนริเริ่มในกิจกรรมเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ และคิดหาวิธีการแปลกใหม่ที่จะทำให้บรรลุผลการเรียนรู้ตามเป้าหมาย

5. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเองและยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกกว่าคนอื่น ซึ่งเป็นการแสดงออกถึงการมีความริเริ่มสร้างสรรค์ หรือชื่นชมผลงานของนักเรียนที่มีพัฒนาการชิ้นงานที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ต่อสังคม

6. ส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์ โดยช่วยให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ในรูปแบบที่แปลกใหม่จากเดิม ส่งเสริมให้คิดแก้ปัญหาใหม่ ๆ และมีความกล้าเสี่ยงทางสติปัญญา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น. 235-236) ได้กล่าวว่า เด็กที่ประสบความสำเร็จในการคิดสร้างสรรค์ เกิดจากการเตรียมความพร้อมของผู้ปกครองและการส่งเสริมของครู ทั้งการทำตนเป็นแบบอย่างและการสร้างบรรยากาศโดยการ

1. เปิดโอกาสให้เด็กได้เลือกและตัดสินใจในสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง
2. ผู้ใหญ่ต้องไว้วางใจและยอมรับการตัดสินใจของเด็ก ให้เด็กดูแลรับผิดชอบสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง
3. สนับสนุนให้กำลังใจเด็กทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ไม่ควรเข้าไปทำหรือช่วยเหลือทุกอย่าง ควรเสนอแนะและให้กำลังใจเมื่อดูเด็กทำผิดพลาดหรือไม่ประสบความสำเร็จ
4. ยกย่อง ชมเชยเด็กเสมอ ทั้งต่อหน้าและลับหลัง เมื่อดูเด็กประสบความสำเร็จ พยายามจัดกิจกรรมที่ง่ายขึ้นเพื่อให้เด็กประสบความสำเร็จ
5. เมื่อดูเด็กเกิดคำถาม หรือพบข้อสงสัย จะส่งเสริมให้เด็กค้นพบแสวงหาคำตอบด้วยตนเองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ตนเอง พ่อแม่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุน

6. สนับสนุนให้เด็กค้นพบและแสวงหาคำตอบในสิ่งที่ตนเองต้องการและสนใจเพื่อหาทางเลือกใหม่ ๆ ผู้ใหญ่ควรจัดประสบการณ์ให้เด็กอย่างหลากหลาย เพื่อค้นหาความสามารถพิเศษที่ซ่อนอยู่ในตัวของเด็ก อันจะพัฒนาให้เขาพัฒนาให้เขาไปสู่ศักยภาพสูงสุดตามความต้องการและความสนใจ

7. ฝึกฝนให้เด็กทำงาน สร้างผลงาน หาประสบการณ์จากการทำงาน เพื่อช่วยสร้างทัศนคติที่ดีต่อการทำงาน และสร้างผลงาน

8. กระตุ้นให้เด็กกระตือรือร้น กระฉับกระเฉง ด้วยวิธีการอย่างหลากหลาย และขจัดความเฉื่อยชา เกียจคร้านของเด็ก

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนมีส่วนอย่างมากที่จะทำให้นักเรียนเป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ โดยที่ผู้ใหญ่ควรให้ความสนใจต่อคำถามที่แปลก ๆ ของเด็ก ทำให้เด็กรู้สึกว่าคุณค่าของเขา มีคุณค่า นำไปใช้ประโยชน์ได้ และควรมีการส่งเสริมให้ใช้จินตนาการของตนเอง มีการกระตุ้นให้เด็กมีการเรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเองอยู่เสมอ นอกจากนั้นแล้วบรรยากาศในห้องเรียนก็ควรทำให้นักเรียนรู้สึกอยากเรียนรู้ มีความเป็นอิสระ ไม่ถูกควบคุมด้วยระเบียบวินัยมากเกินไป

### 3.7 อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์

นักการศึกษา และนักจิตวิทยาหลายท่านได้มองถึงอุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์ที่ทำให้เราพัฒนาไม่ได้ดีเท่าที่ควร ไว้ดังนี้

Rawlinson (1971, อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2535, น. 17) ได้ศึกษาและรวบรวมอุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 6 ประการดังนี้

1. การต้องการคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว (The one right answer) บุคคลทั่ว ๆ ไปหรือแม้แต่ผู้ที่ชอบวิเคราะห์ จะพยายามหาคำตอบซึ่งถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และจะมีความพอใจเมื่อได้พบคำตอบนั้นแล้ว แต่ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์เมื่อพบคำตอบแล้วเขาจะหาคำตอบหรือผลเพิ่มเติมที่นอกเหนือจากคำตอบที่ถูกต้องนั้น

2. การจำกัดความคิดตนเอง (The self-imposed barrier) บุคคลทั่ว ๆ ไป จะคิดในขอบเขตที่จำกัด ซึ่งในบางปัญหาก็จะไม่สามารถหาคำตอบได้ แต่ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ จะคิดเกินขอบเขตไม่อยู่ในวงจำกัด และเขาจะพบวิธีแก้ปัญหานั้นที่สุด

3. ความเคยชิน (Conformity) บุคคลทั่ว ๆ ไป จะคิดเท่าที่เห็นปรากฏตามความเคยชินหรือประสบการณ์ที่ตนมีมา แต่ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดในแง่มุมต่าง ๆ นอกเหนือจากที่เป็นอยู่ เช่น อาจจะมีสิ่ง ๆ หนึ่งในหลายมิติ ในขณะที่คนทั่ว ๆ ไป มองเห็นเพียงมิติเดียว เป็นต้น

4. การไม่สนใจในสิ่งที่ท้าทายความคิด (Failing to challenge the obvious) มีการกระทำบางอย่างที่ท้าทายความสนใจและความคิด ซึ่งถ้าพิจารณาแล้วก็ไม่น่าเป็นไปได้ แต่ก็อาจเป็นไปได้ คนทั่วไปจะไม่สนใจทำสิ่งเหล่านี้ แต่ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะพยายามทำสิ่งนั้นให้เป็นจริงขึ้นมาให้ได้

5. การประเมินผลความคิดเร็วเกินไป (Evaluating ideas too quickly) นักวิเคราะห์หรือคนทั่วไปมักจะประเมินผลความคิดของเขาเกือบทันทีเมื่อเริ่มใช้ความคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ เช่น อาจประเมินว่าความคิดของตนเป็นความคดโกง ๆ หรืออาจเป็นไปได้ ซึ่งจะทำให้ความคิดนั้น ๆ ไม่ได้ถูกนำมาใช้เลย การประเมินยังไม่ควรมีบทบาท ในขณะที่คนเรากำลังใช้ความคิดสร้างสรรค์ควรระวังรอพิจารณาความคิดที่เกิดขึ้นไว้ก่อน เพราะความคิดนั้นอาจจะเป็นก้าวหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์

6. ความกลัวจะถูกมองว่าโง่ (The fear of looking a fool) บุคคลทั่วไปจะไม่พยายามแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา ด้วยกลัวจะถูกมองว่าโง่ แต่ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะไม่คิดเช่นนี้ เขาจะกล้าแสดงความคิดเห็นออกมาให้มากที่สุดที่จะทำได้ โดยไม่จำเป็นต้องคำนึงคุณภาพของความคิดเหล่านั้น

สุวิทย์ มูลคำ (2550, น. 28) ได้ศึกษาและสรุปอุปสรรคความคิดสร้างสรรค์ไว้ 9 ประการดังนี้

1. อุปสรรคการรับรู้ คือไม่สามารถมองปัญหาที่แท้จริงได้และฟังแล้วไม่วิเคราะห์ขาดข้อมูลที่น่าไปใช้ประกอบการคิด

2. อุปสรรคเชิงกลยุทธ์ คือคิดหาคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียวและขาดทักษะกระบวนการคิดอื่นที่จะนำมาสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์

3. อุปสรรคทางความเชื่อ โดยมีความเชื่อผิด ๆ ไม่กล้าถามเมื่อสงสัยและเชื่อโหราศาสตร์

4. อุปสรรคทางสังคมและวัฒนธรรม เน้นชื่นชมความสำเร็จและประณามความล้มเหลว ไม่ทนต่อความวิจารณ์คำปฏิเสธหรือต่อต้านจากสังคม การเอาอย่างกันหรือทำตามกัน เน้นบทบาทและความแตกต่างระหว่างเพศมากเกินไป กฎเกณฑ์ทางสังคมกำหนดให้อยู่ในกรอบระเบียบทำให้สกัดกั้นความท้าทายการคิดค้น

5. อุปสรรคจากผู้ใหญ่ อบรมสั่งสอนให้เชื่อฟังไม่ชอบให้ถาม

6. ความมีอัตตา สรุปลความคิดเร็วเกินไป ไม่เปิดใจกว้างรับสิ่งใหม่ ยึดความคิดของตนเองเป็นหลัก มีอคติหรือความลำเอียง

7. อุปสรรคทางอารมณ์ บรรยากาศเคร่งเครียดเอาจริงเอาจังมากเกินไป ปลอบให้อารมณ์ความรู้สึกต่าง ๆ อยู่เหนือเหตุผล

8. อุปสรรคจากความกลัว กลัวเป็นคนฉลาดหรือโง่ไม่เหมือนชาวบ้าน กลัวผิดหรือล้มเหลวพ่ายแพ้

9. อุปสรรคจากความเฉื่อยชา ไม่สนใจสิ่งท้าทายหรือเสี่ยง ไม่ทันการหรือไม่ทันสมัย อืดอาดล่าช้า

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2551, น. 176 ) ได้ศึกษาและสรุปอุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความเคยชิน (Habit) เป็นความติดแน่นอยู่กับวิธีการเดิม ทำให้ยากต่อการเปลี่ยนแปลง ทำให้ทำงานด้วยวิธีเก่าและไม่คิดวิธีใหม่เพราะทำจนเคยชิน

2. ความกลัว (Fear) ความกลัวการพ่ายแพ้ กลัวเสียหน้า ทำให้เกิดความลังเลที่จะใช้วิธีการใหม่ ๆ

3. อคติ (Fear) เพราะหมกมุ่นอยู่กับความคิดเดิม ไม่ยอมเปลี่ยนอคตินั้น ทำให้เราทำอะไรบางอย่างโดยไร้เหตุผล เราต้องยอมรับว่าเราอคติและพยายามเอาชนะอคตินั้น

4. ความเฉื่อยชา (Inertia) ทำให้บุคคลทำงานไปเรื่อย ๆ เข้าลักษณะเข้าชามเย็นชาม โดยไม่มีความกระตือรือร้นที่จะคิดวิธีทำงานให้เกิดความแปลกใหม่

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น. 239-240) ได้กล่าวว่า อุปสรรคในตัวคนที่สกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์ คือ

1. อคติ คนเรายังมีอายุมากขึ้น ยิ่งมีอคติเพิ่มขึ้น เพราะความที่เรารู้มาก มีประสบการณ์มาก ทำให้เรามีความคิดแบบเก่าเดิม ๆ ที่เราเคยคิดเคยเชื่อ ทำให้ไม่ยอมมองเห็นสิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม และทำให้เราไม่ยอมรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ความคิดเช่นนี้เป็นสิ่งกีดขวางการมองเห็นของคน

2. การยึดติด ไม่ยืดหยุ่น ติดยึดกับโครงสร้าง หน้าที่ บทบาทเดิม ๆ ของสิ่งต่าง ๆ ว่าเคยทำ เคยเป็นอย่างไร ก็ต้องเป็นอย่างนั้น

3. ความรู้สึกอับจนหนทาง เนื่องจากเป็นเพราะคิดว่าฉันไม่มีความรู้ ฉันไม่ได้ร่ำเรียนมา และฉันไม่รู้จะไปปรึกษาใคร หรือขอความช่วยเหลือใคร เป็นความรู้สึกว่า ถ้าไม่มีเครื่องมือ ความรู้ ความสามารถหรือวัสดุอุปกรณ์แล้ว ก็ไม่มีความสามารถที่จะทำอะไรได้ จึงไม่ควรเสี่ยงหรือลองทำให้เสียเวลา แต่แท้จริงแล้วยังมีแนวทางในการแสวงหาความรู้อีกมาก

4. การปิดกั้นทางความคิดเชิงจิตวิทยา เช่นความน่าเกลียด ความน่ากลัว ความขยะแขยง ความอาย กลัวเสียศักดิ์ศรี ความหยิ่งทะนง สิ่งเหล่านี้ทำให้เราไม่สามารถทำบางสิ่งบางอย่างเพียงเพราะเรารู้สึกว่าไม่น่าจะดีหรือถูกต้อง จึงจำเป็นต้องฝึกเพื่อพัฒนาลดความรู้สึกเหล่านั้นให้มากขึ้น

อารี พันธมณี (2557, น. 154-160) อธิบายว่า นอกจากการส่งเสริมแล้ว ก็ต้องขจัดอุปสรรคให้หมดไปด้วย จึงจะทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

1. การไม่ชอบให้ซักถาม หมายถึง การที่ผู้ใหญ่ไม่ชอบและไม่สนับสนุนให้เด็กเป็นช่างซักช่างถามหรือยับยั้งการถามและรู้สึกรำคาญและไม่พอใจการที่เด็กถามบ่อย ๆ โดยเฉพาะเด็กบางคนชอบถามคำถามแปลก ๆ

2. การเอาอย่างเอากันหรือการทำตามอย่างกัน หมายถึง การกระทำที่ชอบเอาอย่างกัน คิดตามกัน คิดในสิ่งที่ไม่เคยมี เสียนแบบของเดิม ไม่กล้าคิดและกระทำที่แตกต่างจากคนอื่นหรือของเดิม บางครั้งอาจจะกล้าคิดแต่ไม่กล้าแสดง เพราะกลัวถูกหัวเราะเยาะ กลัวสังคมไม่ยอมรับการกระทำของตน

3. การเน้นบทบาทและความแตกต่างทางเพศมากเกินไป หมายถึง การที่สังคมได้กำหนดบทบาทของเพศชายเพศหญิงอย่างเคร่งครัดทำให้ทั้งสองเพศไม่กล้าล่วงล้ำในเส้นที่ขีดกำหนดไว้ ทั้งที่ตนมีความสามารถ

4. วัฒนธรรมที่เน้นความสำเร็จและประณามความล้มเหลว หมายถึง การที่สังคมมีค่านิยมต่อความสำเร็จมากเกินไป เมื่อมีการทำอะไรแล้วก็ต้องการให้เกิดความสำเร็จเพียงอย่างเดียว ความล้มเหลวเป็นสิ่งที่ไม่ยอมรับและทำให้อับอาย ดังนั้นจึงทำให้เด็กไม่กล้าทดลองของใหม่เพราะกลัวความล้มเหลวและผลที่ได้จากสังคม คือการดูถูกดูแคลนลักษณะเหล่านี้จึงเป็นเหตุให้เกิดความหวาดกลัว ไม่กล้าทดลอง ความคิดความสนใจของตนหรือวิทยาการใหม่ ๆ

5. บรรยากาศที่เคร่งเครียดและเอาจริงเอาจังมากเกินไป หมายความว่า การกระทำและความคิดทุกอย่างจะต้องอยู่ในระเบียบแบบแผนอย่างเคร่งเครียด จะคลาดเคลื่อนหรือเบี่ยงเบนไปแม้แต่เล็กน้อยก็ถือว่าเป็นความผิดอันยิ่งใหญ่และไม่สามารถอภัยให้ได้ ยึดค้ำกล่าวที่ว่าอย่างเคร่งครัด

6. ความกลัว หมายถึง ความไม่กล้าคิดไม่กล้าแสดง และไม่กล้ากระทำการใดใหม่ ๆ เพราะกลัวการถูกหัวเราะเยาะ กลัวการถูกตำหนิตีเตือนและกล่าวหาว่าเซย์ บ๊อง ไม่เข้าท่าอยากดัง และกลัวการถูกลงโทษ

7. ความเคยชิน หมายถึง การยอมรับหรือการติดอยู่กับรูปแบบหรือการกระทำเดิมที่เคยทำเป็นประจำโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงใหม่

8. ความมีอคติหรือความลำเอียง หมายถึง ความเชื่อและคิดตามทัศนคติของตน ลำเอียงและยึดมั่นกับความเข้าใจของตนโดยไม่ยอมรับรู้อะไรใหม่ ทำให้เกิดทัศนคติที่คับแคบไม่ยอมเชื่อถือแนวทางอื่น ๆ ที่เป็นไปได้

9. ความเฉื่อยชา หมายถึง ความอืดอาด เชื่องช้า และความล่าช้าในการริเริ่มทั้งความคิดและการกระทำ

10. ความเกียจคร้าน ความเกียจคร้านเป็นอุปสรรคของงานทุกชนิด ซึ่งหมายรวมถึงลักษณะที่ทำให้ผ่านไป ชอบแต่ความสะดวกสบายเท่านั้น ไม่รับผิดชอบ ไม่หวังผลในงานที่เกิดขึ้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์เกิดจากความกลัว ความเฉื่อยชา ความเชื่อผิด ๆ ทางวัฒนธรรม ความเกียจคร้านและ บรรยากาศที่เคร่งเครียดเกินไป

### 3.8 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองที่ซับซ้อนไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน จึงมีการเสนอแนวทางการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

Balaka (1975, p. 1 อ้างถึงใน อรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์, 2552, น. 66) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยทำการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบ ผลการสำรวจพบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจงได้

ซึ่ง Balaka (1974 , p. 634-636 อ้างถึงในอรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์, 2552, น. 66-67) ได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ เช่น กรณีที่ต้องการวัดความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์คณิตศาสตร์ เช่น สมมติให้มีถังน้ำ 2 ใบ ถังน้ำใสใบที่ 3 ให้ได้น้ำ 9 ลิตร นักเรียนจะมีวิธีการตวงน้ำอย่างไร และกรณีที่ต้องการวัดความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น เช่น สมมติว่าไม่ให้นักเรียนเขียนข้อความ หรือวาดรูปใด ๆ ลงบนกระดาษหรือกระดานดำ ให้คาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น โดยให้นักเรียนนึกถึงลูกบอลลูกใหญ่ ๆ หรือลูกโลกในวิชาภูมิศาสตร์ บอกผลทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นหรือสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด ถ้านักเรียนวาดภาพ

เรขาคณิตลงบนลูกบอล ตัวอย่างเช่น ถ้าเราเริ่มวาดเส้นลูกบอลตรงไปในขั้นสุดท้ายเส้นตรงนั้นจะกลับมาที่จุดเริ่มต้น เป็นต้น

กรมวิชาการ (2535, น. 48-51) ได้กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก็อาศัยหลักการเดียวกับทางด้านภาษาหรือศิลปะ คือให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลาย ๆ ทาง หลาย ๆ แบบให้มากที่สุด ประกอบด้วยแบบต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง แต่งอายุ 10 ปี คำอายุ 8 ปี สุดอายุ 3 ปี

คำตอบ 1. แต่งแก่กว่าคำก็ปี

2. คำอายุแก่กว่าสุดาก็ปี

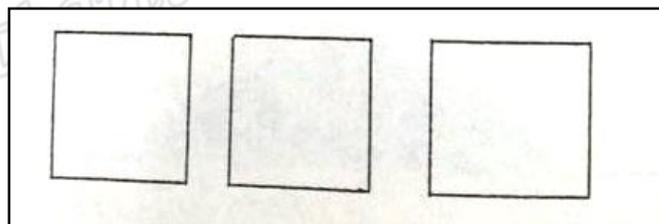
3. แต่งและคำอายุรวมกันก็ปี

4. ถ้าแต่งอายุ 12 ปี คำอายุก็ปี

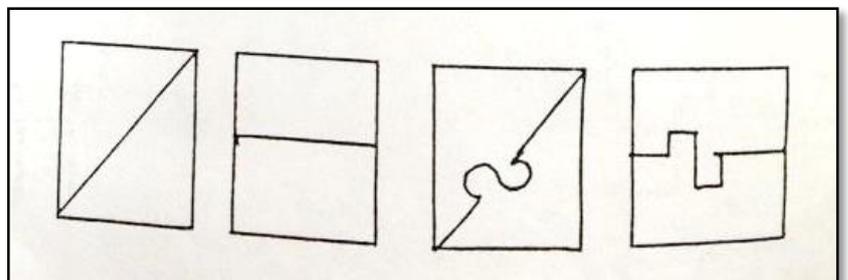
ฯลฯ

2. แบบแบ่งครึ่งรูป โดยให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูป ในลักษณะหลาย ๆ แบบแตกต่างกัน ให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง



คำตอบ



ภาพที่ 7 แบบแบ่งครึ่งรูป โดยให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูป ในลักษณะหลาย ๆ แบบแตกต่างกัน ให้ได้มากที่สุด

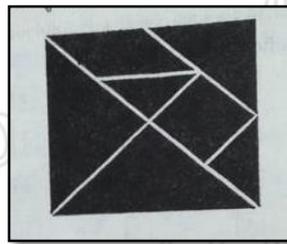
3. แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูป  $\square$  ที่กำหนดตัวเลข ที่เติมให้ใช้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และจะใช้ตัวเลขห้าทีครั้งก็ได้ โดยผลลัพธ์จะต้องเท่ากับที่กำหนดให้ จงพยายามคิดให้รอบคอบให้ได้วิธีการมากที่สุดเท่าที่จะมากได้

ตัวอย่าง  $\square + \square - \square = \square$

คำตอบ 1.  $4 + 2 - 4 = 2$       2.  $3 + 1 - 2 = 2$       3.  $8 + 1 - 7 = 2$

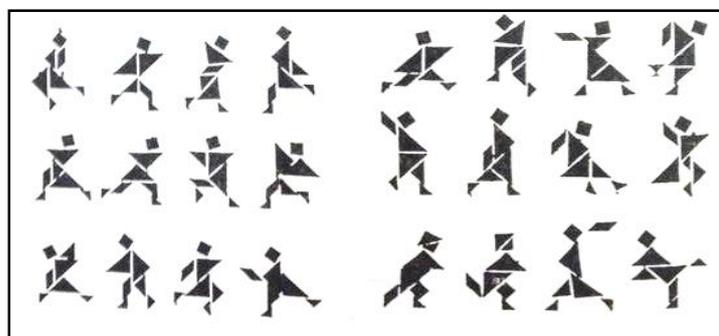
4. แบบสร้างรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดให้จำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุดในเวลาที่กำหนด

5. แบบประกอบภาพ Tangrams เป็นการสร้างสรรค์เก่าของจีน ซึ่งรู้จักกันในชื่อว่า Ch'i chiso pan ประกอบด้วย 7 ชิ้น ที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้วยภาพ โดยให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้น มาประกอบเป็นภาพต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด



ภาพที่ 8 แบบประกอบภาพ Tangrams

ตัวอย่าง ให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้น มาประกอบเฉพาะภาพคนในลักษณะต่าง ๆ



ภาพที่ 9 Tangrams มาประกอบเป็นภาพคนในลักษณะต่าง ๆ

สำหรับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์นั้น ได้ดัดแปลงมาจากของ Torrance โดยในแต่ละกิจกรรมตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

1. การให้คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. การให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. การให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คำตอบที่มีความถี่จากกลุ่มตั้งแต่ 2-4.99 เปอร์เซนต์ จะได้ 1 คะแนน ถ้าเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มเลยจะได้ 2 คะแนน ถ้าความถี่เกินกว่า 5 เปอร์เซนต์ จะไม่ถือเป็นความคิดริเริ่ม หรือให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่คำตอบ ตามวิธีการของ ครอพเลย์ (Cropley, 1966, อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2535) คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็ให้คะแนนน้อยหรือไม่ได้เลย ถ้าคำตอบยิ่งซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำกับคนอื่นเลยก็จะได้คะแนนมากขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนยึดหลักดังนี้

คำตอบซ้ำ 12% ขึ้นไปให้ 0 คะแนน

คำตอบซ้ำ 6 – 11% ให้ 1 คะแนน

คำตอบซ้ำ 3 – 5% ให้ 2 คะแนน

คำตอบซ้ำ 2% ให้ 3 คะแนน

คำตอบซ้ำไม่เกิน 1% ให้ 4 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหาได้จากผลบวกของคะแนน ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ในแต่ละกิจกรรมนำมารวมกันเป็นผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละคน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้ตอบจะต้องคิดหาคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างหลากหลาย แตกต่างกันหลาย ๆ รูปแบบ และพยายามไม่ซ้ำกับบุคคลอื่น

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

สุคนธ์ อักษรชู (2546) ได้ทำการวิจัยการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ฝึกและไม่ฝึกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนทำโครงการ ผลการวิจัยพบว่า

(1) ความคิดสร้างสรรค์ก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 (2) ความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 (3) ความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 (4) ความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 จากการเปรียบเทียบหัวข้อเรื่องโครงการและการวางแผนขั้นตอนการดำเนินงานโครงการที่นักเรียนนำเสนอ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ฝึกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนการทำโครงการมีความคิดสร้างสรรค์ในการเลือกหัวข้อเรื่องโครงการที่หลากหลายและแตกต่างจากโครงการที่เคยมีผู้ทำไว้แล้ว ส่วนหัวข้อเรื่องของกลุ่มควบคุมส่วนมากเป็นประเภทเดียวกันและคล้ายคลึงกับที่เคยมีผู้ทำไว้แล้ว สำหรับการวางแผนขั้นตอนการดำเนินงานโครงการของกลุ่มทดลองเป็นลำดับที่สามารถปฏิบัติได้ชัดเจนกว่าและมีการจัดการที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม

อาพันธ์ชนิต เจนจิต (2546) ได้ทำการวิจัยกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ อาจนำไปใช้ได้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของทุกโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการนำร่องศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพเด็กและเยาวชน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อพิจารณาจาก (1) นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถสอบผ่านเกณฑ์ 75 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับ นัยสำคัญ .01 (2) นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน ที่ประกอบด้วย ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ อยู่ในระดับดีทุกด้าน

สมปอง เพชรโรจน์ (2549) ได้ทำการวิจัยการนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนเพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องภาวะมลพิษทางอากาศ สำหรับ นิสิตปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการวิจัยพบว่า (1) การศึกษารูปแบบการเรียนการสอน ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนเพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นเรียน ประกอบด้วย 5 กิจกรรม คือ การค้นหาความจริง การค้นหาปัญหา การค้นหาความคิด การค้นหาคำตอบ และการค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ 3) ขั้นสรุป การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนเพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นวิธีการเรียนการสอนที่อาศัยคำถามและคำแนะนำจากผู้สอน เพื่อนำผู้เรียนไปสู่การค้นหาคำตอบและวิธีแก้ปัญหาโดยใช้กรณีศึกษาเพื่อนำเสนอสถานการณ์และสภาพปัญหาให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (2) ผลการทดลองโดยใช้รูปแบบ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจสื่อเว็บการเรียนการสอนในระดับมาก (3) รูปแบบการเรียนการสอนเว็บที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 1) องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน 9 องค์ประกอบ ได้แก่ เป้าหมาย ชนิดการเรียนการสอน เนื้อหา บทบาทผู้เรียน บทบาทผู้สอน วิธีปฏิสัมพันธ์ เทคโนโลยี คอมพิวเตอร์และเครือข่าย ปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน และการประเมินผล 2) วิธีการเรียนการสอน ประกอบด้วย ขั้นตอนการเรียนการสอน ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นเรียนบนเว็บ ขั้นประเมินผลการเรียน และระบบปฏิบัติการสำหรับผู้เรียนและผู้สอน 3) กิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ กิจกรรมในห้องเรียน คือ

1. การปฐมนิเทศ การจัดกลุ่มย่อย การลงทะเบียนเรียนบนเว็บ และการฝึกทักษะการใช้เว็บการเรียน
2. การทดสอบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. กิจกรรมการเรียนบนเว็บได้แก่ การอ่านกรณีศึกษา กิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 4 ทักษะ และสรุปผลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

นฤมล จันทร์สูงค์ (2551) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาแผนกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้ กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ออกแบบขึ้น ประกอบด้วย 16 แผนย่อย มีลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่สำคัญดังนี้ (1) การทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องค้นหาปัญหา แล้วคัดเลือกปัญหามาเป็นฐานในการคิดแก้ปัญหา (2) การก่อกำเนิดความคิด นักเรียนจะได้คิดสร้างผลงานอย่างหลากหลาย แล้วคัดเลือกมาเป็นผลงานของกลุ่มเพียง 1 อย่าง (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล (4) การวางแผนปฏิบัติการโดยเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการ (5) การลงมือทำโครงการโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มาหาทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำผลงาน

(6) การประเมินงานและชิ้นงาน (7) การเขียนรายงาน (8) การนำเสนอโครงการ ซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบการนำเสนออย่างหลากหลายสร้างสรรค์และน่าสนใจ 2) นักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความคิดสร้างสรรค์ทักษะการทำงานกลุ่มและคุณภาพผลงานสูงกว่ากลุ่มที่ปฏิบัติกิจกรรมโครงการแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภัทรภร แสงชัย (2551) ได้ทำการวิจัยการวิเคราะห์ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอิงทฤษฎีสามสกรกับรูปแบบการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ของการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยสรุปว่า (1) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอิงทฤษฎีสามสกรกับรูปแบบการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ของการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยอิงทฤษฎีสามสกรมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนที่มีรูปแบบการแก้ปัญหาแบบนักค้นคว้ามีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีรูปแบบการแก้ปัญหาแบบนักพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรวรรณ ตันสุวรรณรัตน์ (2552) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (2) นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (3) นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงและดีขึ้น

กัญญารัตน์ โคจรและคณะ (2554) ได้ทำการวิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่องสารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นกระตุ้นความสนใจ ขั้นสำรวจตรวจสอบทำความเข้าใจปัญหา ขั้นสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบ ยอมรับ และขยาย

องค์ความรู้ จากนั้นได้ทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 54 คน พบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้กับห้องเรียนที่นักเรียนมีระดับความรู้พื้นฐานที่แตกต่างกัน

ชญารัตน์ โกลมเกียรติ (2557) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า (1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ 1 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) ค่าดัชนีประสิทธิผลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ 1 มีค่าเท่ากับ 0.3236 (3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ 1 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.03 คิดเป็นร้อยละ 70.70 ของคะแนนเต็ม (4) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องการประยุกต์ 1 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อรทัย ประทุมชาติภักดี (2544) ได้ทำการวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดความคิดสร้างสรรค์กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างแบบการคิดทั้ง 3 แบบ คือ การคิดแบบวิเคราะห์เชิงบรรยาย การคิดแบบจำแนกประเภทเชิงอ้างอิง การคิดแบบโยงความสัมพันธ์และความคิดสร้างสรรค์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .665 และมีประสิทธิภาพของการพยากรณ์ เท่ากับ .442 (2) ค่าน้ำหนักความสำคัญของการคิดแบบวิเคราะห์เชิงบรรยาย สามารถพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา

คณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าน้ำหนักในรูปคะแนนดิบเท่ากับ .831 และคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .884 ส่วนการคิดแบบจำแนกประเภทเชิงอ้างอิง การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ และความคิดสร้างสรรค์ไม่สามารถพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

วิชัย บุญเลิศ (2547) ได้ทำการวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า (1) การพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ 1. ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ช้่นสอน ซึ่งประกอบด้วย 2.1 รับรู้และทดสอบความเข้าใจ 2.2 เสนอวิธีแก้ปัญหาที่อาจเป็นไปได้ 2.3 ตรวจสอบถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา 2.4 ทดสอบและยอมรับการแก้ปัญหา 3. ช้่นสรุป 4. ช้่นประเมินผล และจากการวัดผลกิจกรรมพบว่านักเรียนมีความมั่นใจในตนเอง กล้าแสดงออก มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย มีความคิดสร้างสรรค์และสามารถนำประสบการณ์ที่เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ (2) นักเรียนที่เรียนจากกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (3) นักเรียนที่เรียนจากกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสนใจกิจกรรมการเรียนการสอนอยู่ในระดับดี

สุนทรีย์ สมมะโน (2553) ได้ทำการวิจัยผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (2) นักเรียนที่รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2554) ได้ทำการวิจัยการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ (มีคะแนนรวมจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม)

มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 (2) เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมคำอธิบายที่ชัดเจน (3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

#### 4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

กุลภัสสร ศิริพรรณ (2545) ได้ทำการวิจัยการศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่นด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันเท่ากับ 0.681 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่ตัวแปรอิสระทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 46.3 (2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันเท่ากับ 0.883 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 78.0 (3) ค่าน้ำหนักความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 (4) ค่าน้ำหนักความสัมพันธ์ของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

นัฐริตา โพธิ์เพชร (2545) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดกิจกรรมการเรียนสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT สูงกว่านักเรียน

ที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 (3) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค 4 MAT หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 (4) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ เทคนิค 4 MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสวนที่มีต่อ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การ ประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ผลการวิจัยพบว่า (1) ความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

ปานจิตร รัตนพล (2547) ได้ทำการวิจัยผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัย พบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 50% (2) หลังการทดลอง นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่มีระดับผล การเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลางมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ .05 (3) นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังทดลองมีความคิด สร้างสรรค์สูงขึ้นจากก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 (4) หลังการทดลองนักเรียนที่มีระดับ ผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียน คณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนที่มีระดับผลการเรียน ปานกลาง มีความคิดสร้างสรรค์ไม่สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์

พะยอม ศรีสมัย (2551) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้คือ (1) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้วิธีการหาค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย พบว่าความคิดวิจารณ์ญาณทั้ง 5 ด้านมีความสัมพันธ์กันในทางบวกกับ

ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณเท่ากับ .354 และมีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เท่ากับ .126 ส่วนความคิดสร้างสรรค์มีเพียง 1 องค์ประกอบ คือ ความคิดยืดหยุ่นโดยมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 มีค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณเท่ากับ .154 และมีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เท่ากับ .024 (2) การค้นหาตัวพยากรณ์พบว่าความคิดวิจารณ์ญาณด้านการสรุปอ้างอิง การนิรนัยและการตีความ สามารถพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ ส่วน ความคิดสร้างสรรค์ไม่สามารถร่วมพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาได้ การพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ได้สมการดังนี้ สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ =  $9.222 + .596X_1$  (การนิรนัย) +  $.873X_3$  (การสรุปอ้างอิง) +  $.366X_4$  (การตีความ) สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน =  $.180Z_1 + .286 Z_3 + .129Z_4$

दन्य णनननननन (2553) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการใช้คำถามปลายเปิด เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมวิทย์ ฝ่ายมัธยมจังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาสรุปว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้คำถามปลายเปิด เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แต่ละองค์ประกอบมีดังนี้ ด้านความคิดคล่องตัว ผู้สอนควรสร้างความคุ้นเคยในการตอบคำถามปลายเปิดให้กับนักเรียนก่อน โดยใช้คำถามซึ่งนำไปสู่เรียนตระหนักถึงการตอบคำถามให้ได้ในปริมาณมาก กระตุ้นนักเรียนให้เขียนคำตอบให้ได้หลายคำตอบ รวมถึงมีการเสริมแรงทางบวก ด้านความคิดยืดหยุ่น ผู้สอนควรให้นักเรียนเห็นตัวอย่างการตอบที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปราย เพื่อให้เห็นความแตกต่างของความคิดคล่องตัว และความคิดยืดหยุ่นเน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม และการอภิปรายร่วมกัน ด้านความคิดริเริ่ม ผู้สอนควรให้นักเรียนสังเกตจากคำตอบที่หลากหลาย แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าควรทำอย่างไรให้คำตอบนั้นแปลกและไม่ซ้ำกับคนอื่น หรือผู้สอนอาจยกตัวอย่างคำตอบที่แสดงถึงความริเริ่มให้นักเรียนดูก่อน ด้านความคิดละเอียดลออ ผู้สอนควรย้ำให้นักเรียนตระหนักว่าคำถามถามอะไรบ้าง และเปิดโอกาสให้นักเรียนบรรยายคำตอบหรือ อาจใช้การเปรียบเทียบให้เห็นตัวอย่างของการตอบที่แสดงการคิดละเอียดลออ และตัวอย่างที่ไม่ใช้การคิดละเอียดลออ

จตุทาพิพย์ อินต๊ะ (2554) ได้ทำการศึกษาวิจัยผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านกองลอย อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่ผล

การศึกษาพบว่า (1) ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการเรียนโดยการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับร้อยละ 78.57 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์ (2554) ได้ศึกษาพฤติกรรมการคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง ผลการศึกษาพบว่าเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองมากขึ้น นักเรียนสามารถ (1) คิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด (2) คิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน (3) คิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด (4) คิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และระดมสมองในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่องที่นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยจำนวนมากภายในเวลาที่กำหนด นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น ทำให้มีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น ส่งผลให้นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งผลเฉลยเหล่านั้นเป็นผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกัน ต่อมาเมื่อลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่นที่นักเรียนต้องคิดแล้วเลือกผลเฉลย หรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดนั้น นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง และมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่เขียนอธิบายได้ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใดอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม

วรนาถ อยู่สุข (2556) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อีกทั้งความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังสูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า การนำกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบนักค้นคว้า

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อีกทั้งยังช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนักเรียนที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความคิดสร้างสรรค์ที่ทักษะการทำงานกลุ่มและคุณภาพผลงานสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นความคิดสร้างสรรค์สามารถทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในตนเอง กล้าแสดงออก มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย มีความคิดสร้างสรรค์และสามารถนำประสบการณ์ที่เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ได้แก่ การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT แบบสืบสอบสวน และการใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แต่ละองค์ประกอบมีดังนี้ ด้านความคิดคล่องตัว ผู้สอนควรสร้างความคุ้นเคยในการตอบคำถามปลายเปิดให้กับนักเรียนก่อน โดยใช้คำถามชี้แนะให้ผู้เรียนตระหนักถึงการตอบคำถามให้ได้ในปริมาณมาก กระตุ้นนักเรียนให้เขียนคำตอบให้ได้หลายคำตอบ รวมถึงมีการเสริมแรงทางบวก ด้านความคิดยืดหยุ่น ผู้สอนควรให้นักเรียนเห็นตัวอย่างการตอบที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปราย เพื่อให้เห็นความแตกต่างของความคิดคล่องตัว และความคิดยืดหยุ่นเน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม และการอภิปรายร่วมกัน ด้านความคิดริเริ่ม ผู้สอนควรให้นักเรียนสังเกตจากคำตอบที่หลากหลาย แล้วกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าควรทำอย่างไรให้คำตอบนั้นแปลกและไม่ซ้ำกับคนอื่น หรือผู้สอนอาจยกตัวอย่างคำตอบที่แสดงถึงความริเริ่มให้นักเรียนดูก่อน ด้านความคิดละเอียดลออ ผู้สอนควรย้ำให้นักเรียนตระหนักว่าคำถามถามอะไรบ้าง และเปิดโอกาสให้นักเรียนบรรยายคำตอบหรืออาจใช้การเปรียบเทียบให้เห็นตัวอย่างของการตอบที่แสดงการคิดละเอียดลออ และตัวอย่างที่ไม่ใช้การคิดละเอียดลออ