

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งขอเสนอสาระสำคัญตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.1 คุณภาพผู้เรียน
  - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
  - 1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
  - 1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
  - 1.6 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
  - 1.7 องค์ประกอบของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
2. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 2.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 2.2 ชนิดของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 2.3 องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 2.4 ยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 2.5 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.6 อุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
  - 3.1 ความหมายของการแก้ปัญหา
  - 3.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา
  - 3.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา
  - 3.4 ขั้นตอนของความสามารถในการแก้ปัญหา
  - 3.5 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา
4. การสอนแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา
  - 4.1 แนวคิดทางจิตวิทยาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา
  - 4.2 ขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา
  - 4.3 การจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา

5. เทคนิค KWDL ของคาร์ร (Carr) และโอเกิล (Ogle)
  - 5.1 ความหมายของเทคนิค KWDL
  - 5.2 ความสำคัญของเทคนิค KWDL
  - 5.2 ขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 6.2 องค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 6.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 6.3.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 6.3.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 6.3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 6.3.4 แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
      - 1) หลักการสร้างแบบทดสอบ
      - 2) ข้อเสนอแนะสำหรับการเขียนข้อสอบ
      - 3) การสร้างแบบทดสอบเลือกตอบ
      - 4) การสร้างแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ
7. เจตคติ
  - 7.1 ความหมายของเจตคติ
  - 7.2 เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์
  - 7.3 ลักษณะของเจตคติ
  - 7.4 องค์ประกอบของเจตคติ
  - 7.5 ประเภทของแบบวัดเจตคติ
  - 7.6 การสร้างมาตรวัดเจตคติแบบลิเคอร์ท
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

**หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**

วิสัยทัศน์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังสำคัญของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบ



ประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552ค, หน้า 4) โดยมีสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะ หรือกระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้โดยแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งเน้นการนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาการดำเนินชีวิตและศึกษาต่อ การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552ค, หน้า 10)

### 1. คุณภาพผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2552ค, หน้า 58) ได้กล่าวถึงคุณภาพของผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไว้ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เวลา และเงิน สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก รวมทั้ง จุด ส่วนของเส้นตรง รังสี เส้นตรง และมุม
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูป และอธิบายความสัมพันธ์ได้
5. รวบรวมข้อมูล และจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับตนเองและสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งได้
6. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ  
 ห้องประชุม ๖๐๖  
 วันที่ ๑๐ ก.ย. ๒๕๕๕  
 เลขทะเบียน ๒๔๘๔๒๒  
 เลขเรียกหนังสือ

## 2. สารและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2552ค, หน้า 56) ได้กล่าวว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

2.1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติที่เกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2.2 การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.3 เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติและสามมิติ การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

2.4 พีชคณิต แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

2.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

นอกจากนี้กระทรวงศึกษาธิการ (2552ค, หน้า 13) ได้กำหนดสารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

#### สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

#### สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

#### สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

#### สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติ และความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

#### สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### 3. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ (2552ก, หน้า 7-8) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ไว้ลำดับดังนี้

3.1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง มีตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1

สาระหลัก	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
1. จำนวนและการดำเนินการ	1. เขียนและอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย ตัวหนังสือแสดงปริมาณของสิ่งของหรือจำนวนนับที่ไม่เกินหนึ่งแสน และศูนย์	1. การเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดงจำนวน 2. การอ่านตัวเลขฮินดูอารบิกและตัวเลขไทย 3. การนับเพิ่มทีละ 3 ทีละ 4 ทีละ 5 ทีละ 25 และทีละ 50 4. การนับลดทีละ 3 ทีละ 4 ทีละ 5 ทีละ 25 และทีละ 50
	2. เปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสน และศูนย์	1. หลักและค่าของเลขโดดในแต่ละหลักและการใช้ 0 เพื่อยึดตำแหน่งของหลัก 2. การเขียนตัวเลขแสดงจำนวนในรูปกระจาย 3. การเปรียบเทียบจำนวนและการใช้เครื่องหมาย $=$ $\neq$ $>$ $<$ 4. การเรียงลำดับจำนวนไม่เกินห้าจำนวน

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ (2552ก, หน้า 7-8)

3.2 มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา มีตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ดังรายละเอียดในตาราง 2

ตาราง 2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 1 จำนวนและการ  
ดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.2

สาระหลัก	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
1. จำนวนและการดำเนินการ	1. บวก ลบ คูณ หาร และบวกลบ คูณ หาร ระคน ของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหา ระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบและสร้างโจทย์ได้	1. การบวก การลบ 2. การคูณจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนไม่เก็ นสี่หลัก 3. การคูณจำนวนสองหลักกับจำนวนสองหลัก 4. การหารที่ตัวตั้งไม่เกินสี่หลักและตัวหาร มีหนึ่งหลัก 5. การบวก ลบ คูณ หารระคน 6. โจทย์ปัญหาการบวก 7. โจทย์ปัญหาการลบ 8. โจทย์ปัญหาการคูณ 9. โจทย์ปัญหาการหาร 10. โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน 11. การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ (2552ก, หน้า 15)

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่า สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.2 เป็นสาระการเรียนรู้เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หาร และการบวก ลบ คูณหารระคน และโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร และการบวก ลบ คูณหารระคน และการสร้างโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร

ในการวิจัยครั้งนี้ โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร เป็นโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้วิจัยนำมา เป็นสาระการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของ โพลยา กับเทคนิค KWDL

#### 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2552ค, หน้า 6-7) ได้กล่าวว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการดังนี้

4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

#### 5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

กระทรวงศึกษาธิการ (2552ค, หน้า 7) ได้กล่าวว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ดังนี้ รัชชาติ ศาสน์ กษัตริย์

ชื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย และมีจิตสาธารณะ

## 6. หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2552ข, หน้า 13) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นกระบวนการเก็บรวบรวม ตรวจสอบ ดีความผลการเรียนรู้ และพัฒนาการด้านต่างๆ ของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดของหลักสูตร นำผลไปปรับปรุงพัฒนาการจัดการเรียนรู้และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจตัดสินผลการเรียน สถานศึกษาต้องมีกระบวนการจัดการที่เป็นระบบ เพื่อให้การดำเนินการ วัด และประเมินผลการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ ผลการประเมินตรงตาม สภาพความรู้ ความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผลการ เรียนรู้ รวมทั้งสามารถรองรับการประเมินภายในและการประเมินภายนอก ตามระบบประกัน คุณภาพการศึกษาได้ สถานศึกษาจึงควรกำหนดหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เพื่อเป็น แนวทางในการตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของสถานศึกษา ดังนี้

6.1 สถานศึกษาเป็นผู้รับผิดชอบการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเปิด โอกาสให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วม

6.2 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ต้องสอดคล้อง และครอบคลุมมาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัดตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในหลักสูตร และจัดให้มีการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตลอดจนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

6.3 การประเมินผู้เรียนพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การ สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการ สอน ตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา

6.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียน การสอน ต้องดำเนินการด้วยเทคนิควิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้สามารถวัดและประเมินผล ผู้เรียนได้อย่างรอบด้านทั้งด้านความรู้ ความคิด กระบวนการ พฤติกรรมและเจตคติ เหมาะสมกับ สิ่งที่ต้องการวัด ธรรมชาติวิชา และระดับชั้นของผู้เรียน โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานความเที่ยงตรง ยุติธรรม และเชื่อถือได้

6.5 การประเมินผลการเรียนรู้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงพัฒนาผู้เรียน พัฒนาการ จัดการเรียนรู้และตัดสินผลการเรียน

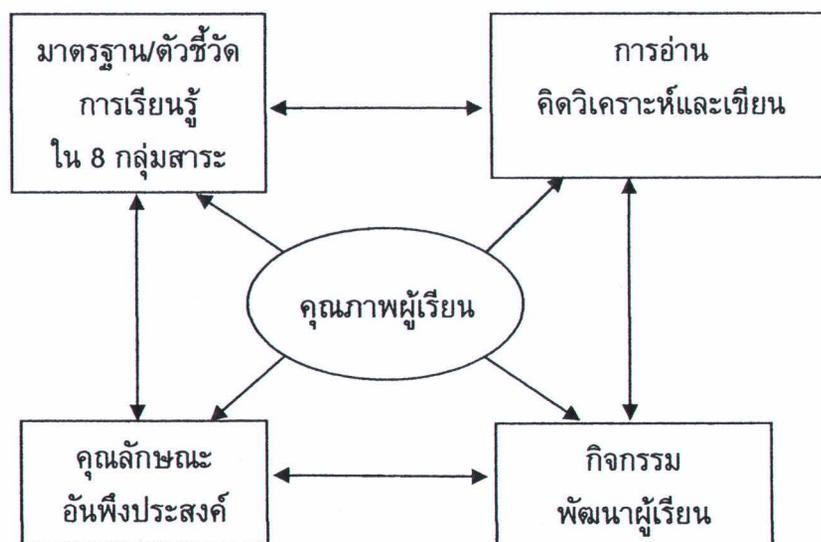
6.6 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องตรวจสอบผลการประเมินผลการ เรียนรู้

6.7 ให้มีการเทียบโอนผลการเรียนระหว่างสถานศึกษาและรูปแบบการศึกษา ต่างๆ

6.8 ให้สถานศึกษาจัดทำเอกสารหลักฐานการศึกษา เพื่อเป็นหลักฐานการประเมินผลการเรียนรู้ รายงานผลการเรียน แสดงวุฒิการศึกษาและรับรองผลการเรียนของผู้เรียน

## 7. องค์ประกอบของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

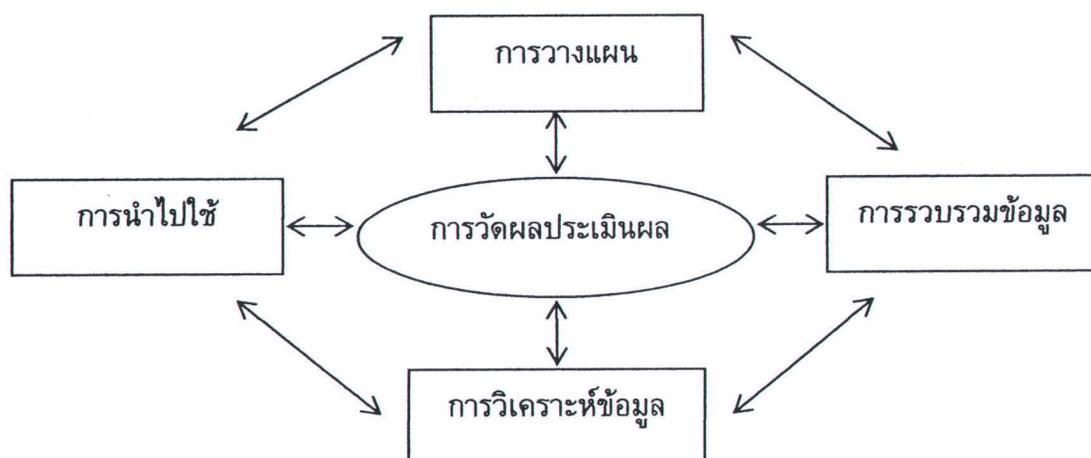
กระทรวงศึกษาธิการ (2552ข, หน้า 14) ได้กล่าวว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดจุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายและกรอบทิศทางในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดีและมีขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีระดับโลก กำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่กำหนดในกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระ มีความสามารถด้านการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์และเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน และการวัดและประเมินผลเรียนรู้มีองค์ประกอบต่างๆ ดังแผนภาพ 2



ภาพ 2 องค์ประกอบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้  
ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ (2552ข, หน้า 14)

สำหรับขั้นตอนการวัดผลและประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข, หน้า 15) ได้กล่าวไว้ ดังนี้

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีขั้นตอนและวิธีการที่หลากหลายและแตกต่างกันตามจุดมุ่งหมายและความต้องการของผู้ประเมิน ทั้งนี้การวัดผลประเมินผลในแต่ละขั้นตอนจะต้องสัมพันธ์ดังนี้



ภาพ 3 ขั้นตอนการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข, หน้า 15)

จากความสัมพันธ์ของแต่ละด้านดังกล่าว มีรายละเอียดที่ต้องพิจารณา ดังนี้

7.1 การวางแผนการวัดผลประเมินผล โดยผู้สอน ผู้เรียนและผู้เกี่ยวข้องร่วมกัน  
กำหนดรายละเอียดสำคัญที่ประกอบด้วย

7.1.1 จุดประสงค์ของการนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้จากการวัดประเมินผลไปใช้

7.1.2 กรอบของสาระการเรียนรู้และทักษะกระบวนการที่ต้องการวัดและ  
ประเมินผล

7.1.3 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

7.1.4 เกณฑ์การตัดสินสมรรถภาพของผู้เรียน

7.1.5 รูปแบบที่ใช้ในการสรุป ตัดสินและรายงานผล

7.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการจัดการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงการ  
ประเมินผลควบคู่ไปกับการใช้เครื่องมือวัดผลประเมินผลที่เหมาะสม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลให้  
สอดคล้องกับแผนที่วางไว้ ทั้งนี้ครูผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องจะต้องสร้างเครื่องมือวัดผลและ  
ประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพจริง มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่สอดคล้องกับการ  
ประเมินสมรรถภาพของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และ  
คุณลักษณะที่พึงประสงค์

7.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้สอนจะต้องนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่  
ข้อสรุปเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มตามประเภทของงานและ  
มาตรฐานการเรียนรู้ พร้อมทั้งจัดเก็บบันทึกข้อมูลไว้เป็นหลักฐาน

7.4 การนำไปใช้ ผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องสามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ถ้าผู้เสนอหรือผู้เกี่ยวข้องพบว่ามีขั้นตอนใดของการวัดผลประเมินผลหรือผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ก็สามารถปรับปรุงแก้ไขได้

นอกจากนี้กระทรวงศึกษาธิการ (2552ข, หน้า 20) ได้กล่าวว่า การสอนซ่อมเสริมเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้และเป็นการให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้มีเวลาเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพิ่มขึ้น จนสามารถบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ การสอนซ่อมเสริมเป็นการสอนกรณีพิเศษนอกเหนือไปจากการสอนตามแผนจัดการเรียนรู้ปกติเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่พบในผู้เรียน โดยจัดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายและคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ซึ่งการสอนซ่อมเสริมสามารถดำเนินการได้ในกรณีดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะพื้นฐานไม่เพียงพอที่จะศึกษาในแต่ละรายวิชานั้น ควรจัดการสอนซ่อมเสริม ปรับความรู้ ทักษะพื้นฐาน
2. การประเมินระหว่างเรียน ผู้เรียนไม่สามารถแสดงความรู้ ทักษะกระบวนการหรือเจตคติ คุณลักษณะที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
3. ผลการเรียนรู้ไม่ถึงเกณฑ์และ/หรือต่ำกว่าเกณฑ์การประเมิน ต้องจัดการสอนซ่อมเสริมก่อนจะให้ผู้เรียนสอบแก้ตัว
4. ผู้เรียนมีผลการเรียนไม่ผ่าน สามารถจัดสอนซ่อมเสริมในภาคฤดูร้อน ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของสถานศึกษา

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับการขั้นตอนการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นต้องมีการวางแผนการวัดผลประเมินผล เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวัดผลที่มีความเหมาะสมสอดคล้องกับแผนที่วาง และมีความหลากหลาย มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่สอดคล้องกับการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับผลการเรียนรู้พร้อมทั้งจัดเก็บข้อมูลไว้เป็นหลักฐาน เพื่อนำไปใช้หากพบว่ามีขั้นตอนใดของการวัดผลประเมินผลหรือผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ และหากผู้เรียนมีความรู้ ทักษะพื้นฐานไม่เพียงพอ และมีผลการเรียนไม่ถึงเกณฑ์ต้องจัดการสอนซ่อมเสริมต่อไป

### โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

#### 1. ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ในเรื่องความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้  
 ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 62) ได้ให้ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาไว้สรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของ ปริมาณหรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล

2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ต้องใช้ทักษะความรู้และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้

3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่นนั้น แล้วในปัจจุบัน

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2545, หน้า 129) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง สภาพของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขและข้อความที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องตัดสินใจเอาเองว่าจะทำอะไร ใช้วิธีอะไรในทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาเพราะโจทย์ปัญหาไม่มีเครื่องหมายบอกหรือคำสั่งอย่างชัดเจน

วิชัย พาณิชย์สว (2546, หน้า 9) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งสามารถหาคำตอบได้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่าง ๆ ที่มีอยู่ เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา หรือสถานการณ์นั้นอย่างเป็นทางการ

ฉวีวรรณ รัตนประเสริฐ (2548, หน้า 2) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามของคณิตศาสตร์ที่ต้องการหรืออาศัยเซาร์ปัญญา ไหวพริบ ปฏิภาณ ความช่างสังเกต และความช่างคิดจากผู้ตอบในการวิเคราะห์เพื่อค้นหาวิธีการหรือเทคนิคสำหรับใช้ตอบคำถาม

แอนเดอร์สันและฟิงกรี (Anderson, & Pingry, 1973, p 28) ได้ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถาม ที่ต้องการหาข้อสรุปหรือเป็นคำถามโดยผู้แก้ปัญหาจะต้องมีกระบวนการที่เหมาะสมซึ่งได้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผนและการตัดสินใจ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง โจทย์ภาษาที่พรรณนาถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยข้อความและตัวเลขที่เกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยต้องการคำตอบเป็นตัวเลขหรือการบอกปริมาณ ซึ่งผู้แก้ปัญหามีสถานการณ์ ทักษะและความสามารถต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาประกอบกันในการแก้ปัญหานั้น

## 2. ชนิดของของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 26-27) ได้เสนอแนวคิดของ คัทซ์ (Kutz, 1991, p.93) ซึ่งแบ่งการแก้ปัญหออกเป็นประเภทใหญ่ 2 ประเภท คือ

1. การแก้ปัญหที่พบเห็นทั่วไปหรือโจทย์ปัญหา (routine or word problems solving) ปัญหาที่พบเห็นกันโดยทั่วไปหรือปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย (routine problems) เป็น

ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาที่มีความคุ้นเคยกับโครงสร้าง ลักษณะของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

2. การแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน (non-routine problems solving) ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อนหรือปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย (non-routine problems solving) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนผู้แก้ปัญหาคงต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 ปัญหากระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่ทำทนายและให้ความสนุกสนาน

วิชัย พาณิชยสว (2546, หน้า 10-11) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. โจทย์ปัญหาในชั้นเรียน (standard textbook problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่พบเห็นทั่วไปในหนังสือเรียน ซึ่งใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ลักษณะเด่นของโจทย์ปัญหาประเภทนี้ คือ สามารถหาคำตอบด้วยวิธี และลำดับขั้นตอนที่ใช้อยู่เป็นประจำ โจทย์ปัญหาในชั้นเรียนเกือบทั้งหมดเป็นโจทย์ปัญหาคำถาม (routine problems)

โจทย์ปัญหาคำถาม (routine problems) เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่เด็กเคยเห็นเคยเรียนจนคุ้นเคย สามารถหาคำตอบด้วยวิธีที่เป็นข้อกำหนดกฎเกณฑ์เดิม ๆ โดยผู้เรียนจะแปลงเรื่องราวของโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์ และคำนวณหาคำตอบได้ทันที โจทย์ปัญหาคำถามนี้อาจเป็นโจทย์ปัญหาชั้นเดียว หรือโจทย์ปัญหาหลายชั้นก็ได้

2. โจทย์ปัญหาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา (process problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่ไม่จำเจ (nonroutine problems) ผู้เรียนไม่สามารถหาคำตอบได้โดยการแปลงเรื่องราวของโจทย์ให้เป็นประโยคสัญลักษณ์และคิดคำนวณหาคำตอบตามวิธีที่ใช้อยู่เดิม ๆ แต่ผู้เรียนจะต้องวางแผนคิดหากลวิธี (strategies) มาใช้ในการแก้ปัญหา โจทย์ประเภทนี้อาจเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของบุคคล หรือเป็นปัญหาเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาอื่น และบางครั้งคำตอบของโจทย์ปัญหาอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ

โพลยา (Polya, 1985, pp.123-128) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (problem to find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข



2. ปัญหาให้พิสูจน์ (problem to prove) เป็นปัญหาที่แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สมมุติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องการพิสูจน์

บาร์ดี (Baroody, 1987, pp.91-93) แบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่ามี 2 ประเภท ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปกติ คือ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ปรากฏอยู่ใน หนังสือเรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งมุ่งเน้นการฝึกทักษะใดทักษะหนึ่งมีข้อมูลที่จำเป็น และมีคำตอบที่ ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

2. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ปกติ คือ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะ สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของชีวิตมากกว่าโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปกติ คือ มีข้อมูล มากทั้งที่จำเป็น และไม่จำเป็น หรือมีข้อมูลไม่เพียงพอ ซึ่งอาจมีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ โดยเน้นการคิด วิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผล

บิทเทอร์ ฮาร์ทฟิลด์ และเอ็ดเวิร์ดส์ (Bitter, Hartsfield & Edwards, 1989, p.37) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะ โดยพิจารณาตามลักษณะของปัญหาคือ

1. ปัญหาปลายเปิด (open-ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลาย คำตอบ ปัญหาเหล่านี้มองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2. ปัญหาให้ค้นพบ (discovery) ปัญหาประเภทนี้จะให้คำตอบในขั้นสุดท้าย แต่จะ มีวิธีการที่หลากหลายให้นักเรียนใช้ในการหาคำตอบ

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (guided discovery) เป็นปัญหาที่เป็น ลักษณะร่วมของปัญหา มีเงื่อนไขปัญหา และบอกทิศทางในการแก้ปัญหา ดังนั้นนักเรียนจะไม่ รู้สึกหมดหวังในการหาคำตอบ

เรย์ ชุยดัม และลินด์ควิสท์ (Reys, Suydam, & linguist, 1992, p.29) ได้แบ่ง ปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (routine problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การ ดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยใน โครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาไม่ธรรมดา (no routine problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนใน การแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามust ประมวลผลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ ในการแก้ปัญหา

โซนนาเบรนต์ (Sonnabend, 1993, pp.55-56) กล่าวว่า ปัญหาในระดับ ประถมศึกษามีลักษณะ ดังนี้

1. ปัญหาขั้นเดียว (one-step translation problems) เป็นปัญหาที่ใช้ในการ ดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียวในการแก้ปัญหา

2. ปัญหาหลายชั้น (multi-step translation problems) เป็นปัญหาที่สามารถแก้ได้โดยใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ 2 ขั้นตอน หรือมากกว่านั้น

3. ปัญหาปริศนา (puzzle problems) เป็นปัญหาที่จะต้องแก้ไขโดยใช้วิธีไม่ธรรมดาหรือต้องใช้ความรู้ที่ลึกซึ้ง ปัญหาประเภทนี้จะพัฒนาให้เกิดความยืดหยุ่นในความคิด

จากรูปแบบของโจทย์ปัญหาที่กล่าวมา สรุปได้ว่า รูปแบบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. โจทย์ปัญหาที่มีรูปแบบ ได้แก่ โจทย์ปัญหาที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียน และหนังสือทั่ว ๆ ไป เป็นโจทย์ที่ต้องการคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องโดยใช้วิธีการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยตรง

2. โจทย์ปัญหาที่ไม่ปกติหรือไม่มีรูปแบบ เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแสดงกระบวนการหรือขั้นตอนในการหาคำตอบ ได้แก่ โจทย์ปัญหาที่นักเรียนต้องประยุกต์ใช้ความรู้ ตัดสินใจเลือกกระบวนการ หรือขั้นตอนในการหาคำตอบ โจทย์ปัญหานี้เป็นโจทย์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชนิดโจทย์ปัญหาที่มีรูปแบบ ซึ่งได้แก่ โจทย์ปัญหาที่มีรูปแบบที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียนและหนังสือทั่ว ๆ ไป เพื่อต้องการให้นักเรียนนำทักษะการบวก ลบ คูณ หาร มาใช้ในการแก้ปัญหา และเนื่องจากเป็นนักเรียนที่อยู่ในระดับประถมศึกษาซึ่งต้องมีพื้นฐานในการคิดคำนวณและต้องนำความรู้ความเข้าใจ ทักษะต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตประจำวันและใช้ในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น หากยังไม่สามารถแก้โจทย์ในระดับชั้นที่ตนเองเรียนได้อย่างดีแล้วก็จะเป็ปัญหาสะสมมากยิ่งขึ้นในระดับชั้นต่อไป

### 3. องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 64-66) ได้เสนององค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 5 ประการ คือ

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา มีทักษะที่เกี่ยวข้อง คือ ทักษะการอ่านและทักษะการฟัง โดยแยกแยะประเด็นสำคัญว่าปัญหากำหนดอะไรให้และต้องการให้หาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นและไม่จำเป็น ต้องรู้ศัพท์ นิยาม มโนคติและข้อเท็จจริงและนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่หรือการเน้นข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจดบันทึก เพื่อแยกแยะประเด็นสำคัญ การเขียนแผนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างตัวแบบ การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เกิดจากการฝึกทักษะการแก้ปัญหา จนกระทั่งมีความชำนาญกับรูปแบบการแก้ปัญหา ดังนั้นเมื่อเผชิญปัญหาใหม่จึงสามารถเชื่อมโยงวิธีการไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ความสามารถในการการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล แม้ว่าผู้เรียนจะแก้ปัญหาได้ แต่ถ้าการคำนวณผิดพลาดก็ถือว่าการแก้ปัญหาไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล ผู้เรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด มีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ต้องอาศัยความสามารถสูง ดังนั้นผู้เรียนจึงจะต้องอาศัยแรงขับที่จะสร้างพลังงานในการคิด ได้แก่ เจตคติ ความสนใจ อึดมโนทัศน์ หรือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ฯลฯ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีต้องยืดหยุ่นในการคิดไม่ติดรูปแบบที่คุ้นเคย ยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ เพราะความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยการบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา แรงขับที่มีอยู่จะเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่

โพลยา (Polya, 1957, p.225) ได้กล่าวถึงสิ่งที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการอ่านเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหา เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาข้อนั้นแล้วจะต้องสามารถจับใจความได้ว่าโจทย์ปัญหาข้อนั้นต้องการให้หาคำตอบเกี่ยวกับอะไร โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง ข้อมูลที่กำหนดให้มีเงื่อนไขหรือข้อกำหนดอย่างไรบ้าง

2. ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดไว้และประยุกต์ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของตน เพื่อทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. ความสามารถในการแปลงสิ่งที่กำหนดไว้ในโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์

4. ความสามารถในการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ เพื่อให้มั่นใจว่า คำตอบที่คำนวณได้นั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ของโจทย์ปัญหาข้อนั้น

ไฮเมอร์ และทรูบลัด (Heimer, & Trueblood, 1978 p.32) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้โจทย์ปัญหามีดังนี้

1. เทคนิคการรู้คำศัพท์ การรู้คำถามในโจทย์ คำถามจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2. ทักษะการคำนวณ ครูควรช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนในด้านนี้ เช่น ใช้วิธีการฝึกคิดในใจ

3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

5. การคาดคะเนคำนวณ

6. การเลือกใช้วิธีกระทำข้อมูลอย่างถูกต้อง

7. มีความใส่ใจใคร่รู้ กระตือรือร้นอยากรู้อยากเห็น

8. การแปลความหมายของโจทย์

ซาลิวสกี, และ แคลร์ (Zalewski, & Jean Claire. 1978, p. 123) ได้ทำการศึกษา และพบว่าองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประกอบด้วย

1. ความเข้าใจในการอ่านคำศัพท์ การตีความกราฟและตาราง
2. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเข้าใจสัญลักษณ์
4. การรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ
5. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา
6. ความสามารถในการคำนวณ

จากที่กล่าวมาถึงองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนนั้น ได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจ โจทย์ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล แปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ อ่าน ข้อมูลที่โจทย์กำหนดและข้อมูลที่โจทย์ต้องการหาแล้วสามารถตีความโจทย์ แปลงโจทย์ปัญหา กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา สามารถคิดคำนวณและตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่

#### 4. ยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544, หน้า 55) กล่าวถึง ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การลองผิดลองถูก
2. การใช้อุปกรณ์ตัวอย่างหรือการร่าง
3. การค้นหารูปแบบ
4. การแสดงออกมา
5. การทำรายการ ตาราง หรือแผนภูมิ

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, หน้า 7) ได้กล่าวถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ
2. ยุทธวิธีเขียนภาพ เขียนแผนภูมิ และสร้างแบบจำลอง
3. ยุทธวิธีสร้างตาราง
4. ยุทธวิธีใช้ตัวแปร
5. ยุทธวิธีค้นหารูปแบบ
6. ยุทธวิธีทำให้เหตุผลทางตรง
7. ยุทธวิธีย้อนกลับ
8. ยุทธวิธีสร้างปัญหาใหม่ สามารถแยกได้เป็น 3 ลักษณะคือ
  - 8.1 ยุทธวิธีนี้ถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องกัน

## 8.2 ยุทธวิธีแก้ปัญหายากกว่า

### 8.3 ยุทธวิธีกำหนดเป้าหมายทางตรง

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข, หน้า 80) ได้ให้ข้อเสนอแนะ การแก้ปัญหาก็การใช้การตัดสินใจในการเลือกวิธีการ เลือกผลที่ได้จากการแก้ปัญหา รวมทั้งตัดสินใจว่าการแก้ปัญหานั้นประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด การตัดสินใจมีกระบวนการคิดดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายของการตัดสินใจ
2. การสร้างทางเลือก
3. การวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียทางเลือก
4. การจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก
5. การตัดสินใจเพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุด
6. การใช้ทางเลือกที่ตัดสินใจแล้ว

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 89) ได้กล่าวถึง เทคนิคการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สำคัญ มีดังนี้

1. การวาดภาพและใช้แผนภาพ
2. การสร้างตารางแสดงความสัมพันธ์
3. การใช้วัตถุรูปธรรม
4. การเดา ตรวจสอบ และทบทวน
5. การทำย้อนกลับ
6. การค้นหารูปแบบความสัมพันธ์
7. การสร้างรายการแสดงลำดับความสัมพันธ์
8. การสร้างสมการและการเลือกดำเนินการทางคณิตศาสตร์
9. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์

สำหรับกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น อัมพร ม้าคนอง (2547, หน้า 95) ได้กล่าวว่ามีผู้เสนอกลวิธีที่คล้ายคลึงกันคือพอสรุปได้ ดังนี้ (อ้างจาก Charles, Lester, & O' Draffer, 1994 และ Sobel, & Maletsby, 1988)

1. การลองผิดลองถูก (trial and error)
2. การวาดภาพ (picture)
3. การสร้างโมเดล (model)
4. การค้นหารูปแบบ (pattern)
5. การสร้างรายการ ตาราง และแผนภูมิ (list, table, and chart)
6. การทำงานย้อนกลับ (working backward)
7. การใช้ปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า (familiar and simpler problem)
8. การใช้เหตุผลเชิงตรรก (logical reasoning)

กระทรวงศึกษาธิการ (2552ง, หน้า109) ได้กล่าวว่า ทักษะการอ่านเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การเลือกใช้วิธีอ่านให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหา การแปลคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ การเข้าใจแนวคิดของคณิตศาสตร์จนสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ ถูกต้องนั้นจำเป็นต้องอาศัยทักษะการอ่านทั้งสิ้น

จากที่กล่าวข้างต้นเกี่ยวกับ ยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นพอสรุปได้ว่า มีหลายวิธี เช่น การเขียนแผนภาพประกอบ วิธีสร้างตาราง ยุทธวิธีใช้ตัวแปร ยุทธวิธีสร้างปัญหาที่ง่ายกว่า การสร้างสมการและการเลือกดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การค้นหารูปแบบความสัมพันธ์การคูณและการตรวจสอบ การใช้อุปการณ์ตัวอย่างหรือการร่าง การสร้างทางเลือก การตัดสินใจเพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุด เป็นต้น นอกจากนี้ทักษะการอ่านเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การเลือกใช้วิธีอ่านให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหา การแปลคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ การเข้าใจแนวคิดของคณิตศาสตร์ก็จะทำให้การแก้โจทย์ปัญหาทำได้ง่ายยิ่งขึ้น

### 5. ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, หน้า 18) ได้กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1957, pp.16-17) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน เรียกว่า กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา มีสาระสำคัญ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวปัญหาพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ การเขียนสาระปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 วางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญห ด้วยวิธีการใด จะแก้ปัญหายังไร ปัญหาที่ทำให้มีความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ แล้วกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติ จนกระทั่งหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา และพิจารณาว่ามีคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่ พิจารณาปรับปรุงแก้ไขปัญหาให้กะทัดรัด ชัดเจน เหมาะสมขึ้นกว่าเดิม ขั้นตอนนี้ครอบคลุมไปถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านมา ขยายแนวคิดปัญหาให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข, หน้า 79-80) ได้กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบในประเด็นต่าง ๆ คือ ปัญหาถามว่าอย่างไร ให้ข้อมูลใดมาแล้วบ้าง และมีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้เข้าใจปัญหาและทำให้กระบวนการแก้ปัญหาดำเนินไปอย่างรวดเร็ว การประเมินความเข้าใจปัญหา สามารถทำได้ด้วยการเขียนแสดงประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. วางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นความคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา ในกรณีที่ต้องตรวจสอบปัญหาโดยการทดลอง ขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย การสร้างข้อความคาดการณ์ การออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ และแนวทางหรือเกณฑ์ในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว และรวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่หาได้อีกด้วย ถ้าคำตอบไม่ถูกต้องก็ดำเนินการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง โดยผู้เรียนจะต้องมองย้อนกลับไปทำความเข้าใจอีกครั้งว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอที่จะใช้ในการเริ่มต้นแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบและมองย้อนกลับ เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ ตลอดจนการมองย้อนกลับไปยังขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่ามีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมยิ่งขึ้น ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปด้วย

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 15-16) ยังได้อธิบายอีกว่า ในการเริ่มต้นการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้กระบวนการเรียนรู้ เกิดทักษะในการแก้ปัญหา ผู้สอนจะต้องสร้างพื้นฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะการอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทักษะการแปลความหมายทางภาษา ซึ่งผู้เรียนควรวิเคราะห์ได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรและโจทย์ต้องการให้หาอะไร

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะการนำความรู้ หลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้ว ทักษะการเลือกวิธีที่เหมาะสม เช่น ใช้การเขียนรูปหรือแผนภาพ ใช้ตารางวิเคราะห์ ใช้การสังเกตหาแบบรูปและความสัมพันธ์ เขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในบางปัญหาอาจใช้ทักษะการประมาณค่าคาดการณ์ หรือคาดเดาคำตอบมาประกอบการวางแผน ขั้นวางแผนแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ผู้สอนควรหากลวิธีวิเคราะห์แนวคิดในขั้นนี้ให้มาก

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะการพิสูจน์หรืออธิบายและแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ การประมาณคำตอบ การพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบโดยอาศัยความรู้สึกเชิงจำนวน (number sense) หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ (spatial sense)

คูริค และเรย์ (Kulik, & Rey, 1980, p.24) เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ตระหนักถึงปัญหา
2. พิจารณาถึงความต้องการของโจทย์วิธีการต่าง ๆ การแก้ปัญหา มิติของปัญหา
3. การระลึกถึงความรู้ข้อมูลที่มีอยู่และวิธีการในการแก้ปัญหา
4. ประยุกต์หลักและวิธีการที่ตัวเองรู้
5. พิจารณาความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาหลายวิธีและคาดคะเนแต่ละวิธี
6. ประเมินคุณภาพของวิธีที่ยอมรับมาใช้
7. นำวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา

เลอ บลองซ์ (Le blanc, 1977, pp.16-20) เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้รู้ถึงสิ่งที่โจทย์ถาม ข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้มา
2. ขั้นเลือกวิธีการที่จะใช้ในการหาคำตอบ และเป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาคัดสินใจเลือกยุทธวิธี หรือวิธีการใดวิธีการหนึ่งในการหาคำตอบของปัญหา
3. ขั้นลงมือแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหานำวิธีการที่เลือกไว้ในขั้นที่ 2 มาใช้ในการแก้ปัญหา บางครั้งวิธีการที่เลือกใช้ในการหาคำตอบนั้นอาจเป็นวิธีการที่ไม่ให้คำตอบ ผู้แก้ปัญหามustย้อนกลับไปสู่ขั้นที่ 2 อีกครั้ง
4. ขั้นทบทวนการแก้ปัญหาและคำตอบ เป็นการตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ตลอดจนคำตอบที่ได้

เบลล์ (Bell, 1978, p.312) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาในรูปทั่วไป

ขั้นที่ 2 เสนอปัญหาในรูปที่สามารถดำเนินการได้

ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐานและเลือกวิธีดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบสมมติฐานและดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบหรือชุดของคำตอบที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินคำตอบ รวมถึงวิธีซึ่งนำไปสู่การค้นพบยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมานั้น อาจสรุปได้ว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหา นั้นมีด้วยกันหลายขั้นตอน เช่น ขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนวางแผนหรือเลือกวิธีการที่จะใช้ในการหาคำตอบ ขั้นตอนมือแก้ปัญหา และขั้นตอนทบทวนการแก้ปัญหาและคำตอบ แต่กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นตอนวางแผน 3) ขั้นตอนดำเนินการตามแผน และ 4) ขั้นตอนตรวจสอบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาอีกหนึ่งวิธีเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

## 6. อุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ศักดิ์ดา บุญโต (2544, หน้า 18-19) ได้กล่าวถึงอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นักเรียนไม่สามารถเข้าใจโจทย์ปัญหาได้ทั้งหมดหรือบางส่วน เนื่องจากขาดประสบการณ์และความคิดรวบยอดที่จะพิจารณาปัญหา
2. นักเรียนมีความบกพร่องในการอ่านและการทำความเข้าใจ
3. นักเรียนไม่สามารถคิดคำนวณได้ เนื่องจากนักเรียนลืมวิธีการคิดนั้น หรือไม่เคยเรียนมาก่อน
4. นักเรียนขาดความเข้าใจในกระบวนการและวิธีการ อันเป็นผลให้นักเรียนหาคำตอบโดยวิธีการเดาสุ่ม
5. นักเรียนขาดความรู้เรื่องกฎเกณฑ์หรือสูตรต่าง ๆ
6. นักเรียนขาดความเป็นระเบียบในการเขียนคำอธิบาย ทำให้เกิดความสับสนได้
7. นักเรียนขาดความสนใจเพราะโจทย์ปัญหาไม่น่าสนใจ
8. ระดับสติปัญญาของนักเรียนต่ำเกินไปที่จะเข้าใจถึงความสัมพันธ์ในโจทย์ปัญหา
9. นักเรียนขาดการฝึกฝนในการทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวกับโจทย์ปัญหา หรือขาดการกระตุ้นหรือแรงเสริมที่ดีจากการเรียนคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า นักเรียนมีความบกพร่องในการอ่านและการทำความเข้าใจ จึงไม่สามารถเข้าใจโจทย์ปัญหา เนื่องจากขาดความรู้กฎเกณฑ์หรือสูตรต่าง ๆ รวมทั้งประสบการณ์และความคิดรวบยอดที่จะพิจารณาปัญหาไม่มี ระดับสติปัญญาของนักเรียนต่ำเกินไปที่จะเข้าใจถึงความสัมพันธ์ในโจทย์ปัญหา นักเรียนมักจะเดาคำตอบ เพราะไม่เข้าใจกระบวนการ และวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งขาดการฝึกฝนในการทำแบบฝึกหัด หรืออาจขาดการกระตุ้นซึ่งเป็นการแรงเสริมให้นักเรียนอยากฝึก

## ความสามารถในการแก้ปัญหา

### 1. ความหมายของการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, หน้า 150) กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหา คือ สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที หรือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นที่ทำให้บุคคลไม่สบายกาย ไม่สบายใจ ไม่สนองความต้องการจำเป็นพื้นฐานของบุคคล

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2543, หน้า 6) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการคิด ซึ่งต้องใช้กลยุทธ์ทางสติปัญญาที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อให้เข้าใจปัญหาต่างๆ จนสามารถหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไปและบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการพร้อมทั้งได้มาซึ่งความรู้ใหม่

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 15) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาสรุปได้ว่า หมายถึง ความสามารถทางสมองในการขจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้สมดุลกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่คาดหวัง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, หน้า 54) กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาสามารถสรุปได้ว่าการแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะ ความรู้ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ พฤติกรรมต่างๆ ประสบการณ์เดิมทั้งทางตรง (มีผู้อบรมสั่งสอน) และทางอ้อม (การเรียนรู้ด้วยตนเอง) มโนคติ กฎเกณฑ์ ข้อสรุป การพิจารณา การสังเกตเพื่อหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดไปและบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

กรมวิชาการ (2546, หน้า 272) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาคือการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีการมาก่อนทั้งเนื้อหาในด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง และปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้เทคนิค วิธีการหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2547, หน้า 94) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหา (problem solving) ไว้ว่า การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ทักษะการคิด และความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง นอกจากนี้ ยังเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหานั้นด้วย

กู๊ด (Good, 1973, p.518) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ก็คือการแก้ปัญหานั้นเอง การแก้ปัญหาคือแบบแผนวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยากลำบาก ยุ่งยากหรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหามีการตั้งสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับความหมายของการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการใช้กระบวนการคิดหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีการมาก่อนซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลาย ๆ อย่าง หรือจากประสบการณ์ที่ผ่านมา ซึ่งการแก้ปัญหามีใช้สิ่งที่เกิดขึ้นได้โดยบังเอิญแต่ต้องได้รับการฝึกฝนโดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบ

## 2. ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

ในเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหามีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

อุษณีย์ โพธิสุข (2543, หน้า 6) ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา สรุปได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีความหมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการความคิด ซึ่งต้องใช้กลยุทธ์ทางสติปัญญาที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อให้เข้าใจปัญหาต่างๆ จนสามารถหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไปและบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการพร้อมทั้งได้มาซึ่งความรู้ใหม่

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 20) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนนั้นจะแตกต่างกัน นักเรียนแต่ละคนจะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้ดี หรือไม่ขึ้นอยู่กับความรู้ประสบการณ์ สติปัญญา ตลอดจนการได้รับแรงจูงใจดี หรือไม่เพียงใด ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะส่งผลต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทั้งสิ้น สำหรับวิธีการแก้ปัญหานั้น อาจไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอแต่นั้นในการจัดการเรียนรู้จึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่างๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหา หรือคิดแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2552ค, หน้า 6) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

กานเย (Gagne, 1970, p.63) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้ อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถทางด้านความคิดแก้ปัญหา โดยต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทมโนคติ ซึ่งเป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหลาย

เวียร์ (Weir, 1974, p.18) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ว่า หมายถึง กระบวนการที่บุคคลแสวงหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาให้ได้ผลตามที่ปรารถนา ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมตามขั้นตอนการคิดใน 4 ลักษณะดังนี้

1. ช้้นนิยามปัญหา โดยแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกจากกันให้เห็นเด่นชัด

2. ชั้นวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาสาเหตุของปัญหา
3. ชั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา
4. ชั้นตรวจสอบผลที่ได้รับเพื่อดูว่าวิธีการคิดในชั้นที่ 3 ที่ได้รับผลออกมาอย่างนั้น ถูกต้องหรือไม่

ฮัดกินส์ (Hudgins, 1997, p.1) ได้ให้คำจำกัดความของความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า

1. การแก้ปัญหา คือ กิจกรรมที่ดีที่สุดที่ใช้สำหรับจัดสถานการณ์เฉพาะต่อการแก้ปัญหานั้นๆ ภายใต้ความเหมาะสม
2. การแก้ปัญหา เป็นการค้นหาวิธีการสำหรับสิ่งที่ไม่รู้เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ชัดเจนด้วยวิธีการต่างๆ
3. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการจัดการกับข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการที่ดีที่สุดจากข้อมูลเหล่านั้น

สำหรับ โพลยา (Polya, 1957, p. 15-17) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ถูกนำมาใช้เป็นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินงานตามแผน

ขั้นที่ 4 ชั้นตรวจสอบผล

จากความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่บุคคลแสวงหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาให้ได้ผลตามที่ปรารถนา ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมโดยวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นสถานการณ์ให้นักเรียนอ่านแล้วตอบคำถาม สถานการณ์ละ 4 ข้อ โดยเป็นคำถามมีลักษณะ ดังนี้ 1) อะไรคือปัญหาในสถานการณ์นี้ 2) สาเหตุของปัญหาคืออะไร 3) ควรใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา 4) ถ้าแก้ปัญหตามวิธีการในข้อ 3) แล้ว จะไม่เกิดปัญหาเพราะอะไร ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยนักเรียนสามารถใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผน 3) ขั้นดำเนินการตามแผน 4) ชั้นตรวจสอบ หรือใช้เทคนิค KWDL ซึ่งมี 4 ชั้น คือ ชั้น K ชั้น W ชั้น D ชั้น L มาเป็นหลักในการแก้ปัญหานั้น ๆ

### 3. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา ได้มีผู้เสนอไว้ ดังนี้

อาพันธ์ชนิด เจนจิต (2546, หน้า 5) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบในการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหามีดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ บทนิยาม มโนทัศน์และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองในการรำลึกถึงและความสามารถในการนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เสมอ ทำให้ได้พบปัญหาต่าง ๆ หลากรูปแบบ มีประสบการณ์เลือกใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ได้เหมาะสมกับปัญหาสามารถนำปัญหาที่คุ้นเคยมาเทียบเคียงกับปัญหาใหม่ นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหาก็สามารถวางแผนเพื่อกำหนดวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล ในขั้นตอนการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ใน การแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องใช้การคิดคำนวณและการอธิบายให้เหตุผล ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง

4. ความยืดหยุ่น นักแก้ปัญหาที่ดีอาจต้องมีการยืดหยุ่นในความคิด ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ เสมอ

5. ความรู้พื้นฐาน ผู้แก้ปัญหาต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีพอและสามารถนำความรู้พื้นฐานมาใช้ได้อย่างสอดคล้องกับสาระของปัญหา จึงจะทำให้แก้ปัญหาได้

6. ระดับสติปัญญา นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ

7. วิธีสอนของครู กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ย่อมจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่ากิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้บอกความรู้

สโตนเบอร์ก (Stoolburg, 1956, pp.225-228) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบในการแก้ปัญหาไว้ สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็นเอกัตบุคคล การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของแต่ละคนนั้นจึงมีวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอน และไม่ปฏิบัติตามลำดับ อาจสลับก่อนหลัง หรือบางขั้นตอนไม่มี นอกจากนี้ การแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิภาวะทางสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่าง
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537ข, หน้า 83-89) ได้กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการนำขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา มาเป็นแนวทางในการนำเสนอวิธีการพัฒนา พอสรุปได้ดังนี้

### 1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

1.1 การพัฒนาทักษะการอ่าน โดยให้นักเรียนฝึกอ่าน และทำความเข้าใจข้อความในปัญหาก่อนที่จะมุ่งไปที่วิธีทำ เพื่อหาคำตอบซึ่งอาจจะฝึกเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มโดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ถึงสาระสำคัญของปัญหา ความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการความพอเพียง หรือความเกินพอของข้อมูลที่กำหนด

1.2 ควรใช้กลวิธีในการแก้ปัญหามาช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ ซึ่งมีกลวิธีหลายวิธีที่ช่วยให้เข้าใจปัญหามากยิ่งขึ้น เช่น ใช้กลวิธีเขียนภาพ เขียนแผนภาพ สร้างแบบจำลองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดให้ ทำให้เห็นปัญหาเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้นและช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น

1.3 ใช้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาในชีวิตจริง มาให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจ นักเรียนที่ฝึกทำความเข้าใจปัญหาในชีวิตจริงนั้นมีปัจจัยมากมายที่เกี่ยวข้องกับผู้แก้ปัญหาคงจะต้องรู้จักเลือกเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามาพิจารณา

### 2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา

2.1 ครูไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง เช่น อาจใช้คำถามนำ โดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดให้ ถ้ามแล้วเว้นระยะให้นักเรียนคิดหาคำตอบ

2.2 ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมามาก ๆ อาจอยู่ในรูปการบอก หรือเขียนแบบแผนลำดับขั้นตอนการคิดออกมามีผู้อื่นรู้ ทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 ครูควรปลูกฝังลักษณะนิสัยของนักเรียนให้ฝึกคิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ เพราะจะทำให้เห็นภาพรวมของการแก้ปัญหา และสามารถประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ควรเน้นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นสำคัญกว่าคำตอบที่ได้ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกว่า

2.4 ครูควรจัดหาปัญหาที่น่าสนใจ และท้าทายความสามารถมาให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ

2.5 ในการแก้ปัญหาและปัญหานั้น ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้กลวิธีในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด ไม่ติดอยู่ในรูปแบบใดแบบหนึ่งโดยเฉพาะ

### 3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

ในขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนมักจะมีปัญหาอยู่ที่การคิดคำนวณ ครูควรช่วยพัฒนาทักษะการคิดคำนวณให้กับนักเรียนเพราะเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนหาคำตอบตามแผนที่วางไว้ได้ การวางแผนเป็นการจัดลำดับแนวความคิดหลักในการแก้ปัญหา เพื่อจะลงมือดำเนินการตามแผน นักเรียนต้องตีความ ขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจน ตามลำดับ

ขั้นตอน ซึ่งครูสามารถฝึกฝนนักเรียนได้จากการทำแบบฝึกหัดนั่นเอง โดยฝึกให้นักเรียนวางแผน จัดลำดับความคิดก่อน แล้วจึงค่อยลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบ ตามลำดับความคิดนั้น นอกจากนี้ควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง ความเป็นไปได้ของแผนที่วางไว้ ก่อนที่จะลงมือดำเนินการตามแผน

#### 4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ

ขั้นการตรวจสอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครอบคลุมประเด็นสำคัญ 2 ประการ คือ การมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนการสอนแก้ปัญหา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของ ขบวนการและผลลัพธ์ ปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น อีกประเด็นหนึ่งคือ การมองไปข้างหน้าเป็นการใช้ประโยชน์ จากกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีแนวทางดังนี้

4.1 ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบได้ให้ เคยชินจนเป็นนิสัย นักเรียนไม่ควรพึงพอใจอยู่เพียงคำตอบที่ได้ แต่จะต้องฝึกตรวจสอบความ ถูกต้อง ทั้งในส่วนที่เป็นกระบวนการและคำตอบที่ได้

4.2 ครูควรฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ สำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณ หลังจากวางแผนแล้วก่อนลงมือคำนวณ ควรฝึกให้นักเรียนกะประมาณ คาดคะเนคำตอบก่อน จากนั้นจึงลงมือคิดคำนวณ แล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับคำตอบที่คาดคะเนไว้

4.3 ครูควรฝึกแปลความหมายของคำตอบ เมื่อได้คำตอบของปัญหาแล้ว การ ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเพียงอย่างเดียวนั้นไม่พอเพียงครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนรู้จัก แปลความหมายของคำตอบ ว่าสอดคล้องกับสิ่งที่ปัญหาถามหรือไม่

4.4 ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เพื่อเป็นการตรวจสอบคำตอบของปัญหาว่าถึงแม้จะใช้วิธีการที่ต่างกันคำตอบที่ได้ยังเป็น คำตอบเดียวกัน

4.5 ครูควรเน้นให้นักเรียนฝึกสร้างปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหา ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่มีความสามารถ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข, หน้า 81) กล่าวว่า การ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนให้อ่านและทำความเข้าใจปัญหา โดยเริ่มจากการตั้งคำถามเพื่อเป็นแนวทางที่ใช้ระบุประเด็นปัญหา ตัวแปร สำคัญ และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แล้วเพิ่มความซับซ้อนของปัญหาโดยปรับเปลี่ยนขนาด ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่อยู่ในปัญหา

2. ความสามารถในการวางแผนในการแก้ปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนให้แก้ปัญหามากหลายและแปลกใหม่ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการคิดวางแผนด้วยตนเองก่อนลงมือ และควรฝึกฝนการคิดวางแผนอย่างสม่ำเสมอ

3. ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ผู้เรียนควรฝึกการแสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับความคิดที่วางแผนไว้ ทั้งนี้ในขณะที่ดำเนินการแก้ปัญหาควรได้บันทึกรายละเอียดของการแก้ปัญหาไว้ด้วย

4. ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาด้วยขั้นตอน ดังนี้

4.1 การมองย้อนกลับเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการ

4.2 การขยายมโนทัศน์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่มีลักษณะเดียวกัน แนวทางการฝึกฝนผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหามีดังนี้

4.2.1 กระตุ้นให้มองเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้

4.2.2 ฝึกฝนให้คาดคะเนคำตอบ และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ เพื่อพัฒนาความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวน (number sense)

4.2.3 ฝึกให้สามารถตีความหมายของคำตอบ

4.2.4 ส่งเสริมให้ทำแบบฝึกหัดที่มีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี

4.2.5 ฝึกให้สร้างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้

4.2.6 ฝึกให้หาข้อสรุปทั่วไปจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2547, หน้า 95) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาที่ดีมักรวมถึงการวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบและวิธีการที่ใช้ว่าถูกต้อง เหมาะสม หรือมีประสิทธิภาพเพียงใด และควรขยายไปถึงปัญหาเดียวกันในสถานการณ์อื่น ๆ รวมทั้งให้โอกาสผู้เรียนในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาใหม่บนฐานของปัญหาเก่า นอกจากนี้ การแก้ปัญหาที่แท้จริงควรมุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน (real life problems) ซึ่งมักจะแตกต่างจากปัญหาที่เป็นตัวอย่างในห้องเรียน ผู้เรียนที่แก้ปัญหาในห้องเรียนได้สำเร็จอาจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันไม่ได้ ผลสำเร็จของการแก้ปัญหาส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด และระดับประสิทธิภาพของการแก้ปัญหา (proficiency level of problem solving) มักถูกตัดสินจากความสามารถหาคำตอบได้และสามารถสร้างกระบวนการแก้ปัญหาของบุคคล การแก้ปัญหาที่ผู้แก้สามารถหาคำตอบได้และสามารถสร้างกฎทั่วไป (general rule) เกี่ยวกับคำตอบหรือเฉลย ตลอดจนสามารถขยายความคำตอบหรือวิธีการไปยังสถานการณ์ที่ซับซ้อนกว่าได้ ย่อมเป็นการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการแก้ปัญหาที่ได้เพียงคำตอบ แต่ไม่สามารถขยายความจากคำตอบนั้นได้

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา สรุปได้ว่าขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน เช่น ทักษะในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิด

คำนวณ แรงขับ ความยืดหยุ่นในการคิดไม่ติดรูปแบบที่คุ้นเคย ยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ ความรู้พื้นฐาน ระดับสติปัญญา วิธีสอนของครู กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหา การแก้ปัญหาที่ดีมักรวมถึงการวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการที่ใช้ว่าถูกต้องหรือไม่ และสามารถขยายความคำตอบหรือวิธีการไปยังสถานการณ์ที่ซับซ้อนกว่าได้ ซึ่งเป็น การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการแก้ปัญหาที่ได้เพียงคำตอบ

#### 4. ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนในการแก้ปัญหามีนักการศึกษาหลายท่านให้ข้อเสนอแนะไว้มากมาย ดังนี้ สุพจน์ แสงมณี, และคนอื่น ๆ (2546, หน้า 235) กล่าวถึงวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ว่า ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ สรุปได้ดังนี้

1. การค้นหาคำตอบ
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การตรวจสอบสมมติฐาน
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผล

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 27) ได้สรุปขั้นตอนของการแก้ปัญหาเป็น 6 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. กำหนดปัญหา
2. ตั้งสมมติฐานหรือการหาสาเหตุของปัญหา
3. วางแผนแก้ปัญหา
4. เก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิเคราะห์ข้อมูลและตรวจสอบสมมติฐาน
6. สรุปผล

บลูม (Bloom, 1956, p.62) ชี้ให้เห็นว่า ขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหานั้นมี อยู่ 6 ขั้นตอน สรุปได้คือ

1. เมื่อผู้เรียนได้พบกับปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบเคยเห็น และเกี่ยวข้องกับ ปัญหา

2. ผู้เรียนจะได้ใช้ประโยชน์ขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่
3. การแยกแยะของปัญหา
4. การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
5. การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาสร้างปัญหา
6. ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

เวียร์ (Weir, 1974, p.18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน สรุปได้คือ

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

3. ชั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา

4. ชั้นตรวจสอบผลลัพธ์

โพลยา (Polya, 1957, pp.15-17) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ถูกลำนำมาใช้เป็นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 ชั้นวางแผน

ขั้นที่ 3 ชั้นดำเนินงานตามแผน

ขั้นที่ 4 ชั้นตรวจสอบผล

พาร์เนส (Parnes, 1992, pp.189-194) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ (situation)

2. การค้นหาความจริง (fact-finding) เป็นการหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อให้รู้ว่ามีส่วนที่บกพร่องหรือผิดปกติเกิดขึ้น

3. การค้นหาปัญหา (problem-finding) เป็นการมองเห็นปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์

4. การค้นหาความคิด (idea-finding) เป็นการหาแนวคิดหรือขอบเขตของปัญหาเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยการรวบรวมความคิดหรือตั้งเป็นสมมติฐาน

5. การค้นหาคำตอบ (solution-finding) เป็นการปฏิบัติตามทางเลือกของปัญหาจากสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ

6. การยอมรับสิ่งที่ค้นพบ (acceptance-finding) เป็นการตรวจสอบ และประเมินกระบวนการคิด และคำตอบที่ได้

อัมพร ม้าคอง (2547, หน้า 95) สำหรับกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหานั้น อาจเป็นการให้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องคิดวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาหรือสถานการณ์นั้น และสามารถใช้วิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหาหรือตัดสินใจ

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหานั้น ได้มีกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไป ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาขึ้นโดยให้สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยา (Polya, 1957, pp.15-17) ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ 1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ชั้นวางแผน 3) ชั้นดำเนินการตามแผน 4) ชั้นตรวจสอบ และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ก็สามารถนำขั้นตอนของเทคนิค KWDL ซึ่งมี 4 ชั้น คือชั้น K ชั้น W ชั้น D ชั้น L มาใช้ในการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในครั้งนี้ได้เนื่องจากขั้นตอนมีความสอดคล้องและคล้ายคลึงกัน



ผู้เรียนเรียนรู้ได้ว่าปัญหาหนึ่ง ๆ มีวิธีการแก้ที่หลากหลายน และบางวิธีเหมาะกับปัญหาหนึ่งการประเมินอาจทำได้โดยเสนอปัญหาที่ผู้เรียนใช้วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา

3. แก้ปัญหาได้ ในการแก้ปัญหานั้นผู้เรียนต้องมีโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ สามารถเลือกใช้ข้อมูลและความเกี่ยวข้องของข้อมูล ตลอดจนหาวิธีการแก้ปัญหาคำตอบได้

4. ตรวจสอบผลลัพธ์และแปลผลได้ เป็นการประเมินว่าผู้เรียนมีความสามารถในการพิจารณาตรวจสอบว่าผลลัพธ์นั้นถูกต้องและมีเหตุผลน่าเชื่อถือหรือไม่ในการใช้กระบวนการแก้ปัญหา

5. สร้างผลเฉลยในรูปทั่วไปได้ เป็นการประเมินว่าผู้เรียนมีความสามารถในการเห็นแบบรูป (pattern) อันเกิดจากการแก้ปัญหา และแบบรูปที่นักเรียนค้นพบจะเป็นแนวทางในการสร้างผลเฉลยในรูปทั่วไปได้

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า การประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนนั้นจะประเมินผลจากวิธีการหลากหลาย เช่น การสังเกตการแก้ปัญหาของผู้เรียนรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม การอภิปรายประเด็นความคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ผลการแก้ปัญหาจากการทำโจทย์แบบฝึกหัด การทำข้อสอบ วิธีการดังกล่าวอาจพัฒนาจากการให้ผลย้อนกลับในรูปข้อวิจารณ์หรือข้อสังเกตจากการทำงาน หรือการให้ระดับคะแนนที่พิจารณาทั้งคำตอบและวิธีการหาคำตอบ การวิจัยครั้งนี้ประเมินผลจากคะแนนที่ได้ในการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### การแก้ปัญหตามขั้นตอนของโพลยา

สุภิญญา พิทักษ์ศักดิ์ดากร (2541, หน้า 13) ได้สรุปเกี่ยวกับความเป็นมาของโพลยาดังนี้ จอร์จ โพลยา (George Polya) เกิดในประเทศฮังการี ได้รับปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์ ในการศึกษาของท่าน ท่านสนใจเกี่ยวกับกระบวนการค้นพบ ท่านมีความคิดว่าการที่จะเข้าใจทฤษฎีนั้น ประการแรกจะต้องทราบว่าทฤษฎีนั้นค้นพบขึ้นมาได้อย่างไร ดังนั้นการสอนของท่านจึงเน้นกระบวนการค้นพบมากกว่าการพัฒนา โพลยามีผลงานทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปมากกว่า 250 บทความ มีหนังสือ 3 เล่ม ที่กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หนังสือที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีชื่อเสียงของท่านชื่อ "How to Solve It" เป็นหนังสือที่ได้รับการแปลเป็นภาษาต่าง ๆ ทั่วโลกไม่น้อยกว่า 15 ภาษา ในหนังสือเล่มนี้กล่าวถึงขั้นตอนทั้งสี่ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ข้อเสนอแนะซึ่งเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา นับว่ามีอิทธิพลต่อนักคณิตศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันมาก

#### 1. แนวคิดทางจิตวิทยาการแก้ปัญหตามขั้นตอนของโพลยา

เพียเจต์ (Ellis, 1998, pp.58-59) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งทฤษฎีนี้ถือว่าเป็นพื้นฐานของแนวคิดการสร้างความรู้ซึ่งเพียเจต์ ได้แบ่งขั้นของการพัฒนาทางสติปัญญาไว้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ขวบ เรียกว่า sensor motor stage หรือขั้นที่เรียนรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสและกล้ามเนื้อ ขั้นที่ 2-7 ปี เรียกว่า

preoperational stage หรือขั้นเตรียมเพื่อใช้งาน ขั้นที่ 3 อายุ 7-11 ปี เรียกว่า concrete stage หรือขั้นใช้งานอย่างเป็นทางการเป็นแบบแผน ซึ่งการพัฒนาการของเด็กจะเป็นไปตามลำดับขั้นและจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากระดับต่ำไปสู่ระดับสูง โดยไม่มีการกระโดดข้ามขั้น แต่บางช่วงอาจเกิดขึ้นช้าหรือเร็วได้ และพัฒนาการทางสติปัญญาจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมใน 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 การซึมซับหรือการดูดซึม (assimilation) หรือ การผสมผสาน หมายถึง การซึมซับ ประสบการณ์ที่ได้มาให้เข้าไปในโครงสร้างของสติปัญญา (cognitive structure) ของเด็ก ลักษณะที่ 2 การปรับโครงสร้างของสติปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเป็นการเปลี่ยนแปลงความคิดของเด็กที่มีอยู่ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่

หลักการที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การสร้างภาวะที่สมดุล (equilibration) หมายถึง การที่บุคคลแต่ละคนจะต้องปรับปรุงความสมดุลทางสติปัญญาจากขั้นต่ำไปหาขั้นสูงกว่า โดยใช้การซึมซับประสบการณ์และการปรับปรุงโครงสร้างทางสติปัญญาทั้งสองอย่าง รวมทั้งการปรับสมดุลเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับทุกคนเพื่อการพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงขึ้นต่อไป

## 2. ขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา

โพลยา (Polya, 1957, pp.15-17) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ถูกนำมาใช้เป็นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า โจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง มีเงื่อนไขอย่างไร สิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพียงพอแก้ปัญหาหรือไม่ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร ในการทำความเข้าใจโจทย์ถ้าไม่ชัดเจนควรใช้การเขียนภาพ แยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วน ๆ บนกระดาษซึ่งจะทำให้เข้าใจโจทย์ได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นค้นคว้าความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา ถ้าหากไม่สามารถเชื่อมได้ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหา ดังนี้

2.1 เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่หรือมีลักษณะคล้ายกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่

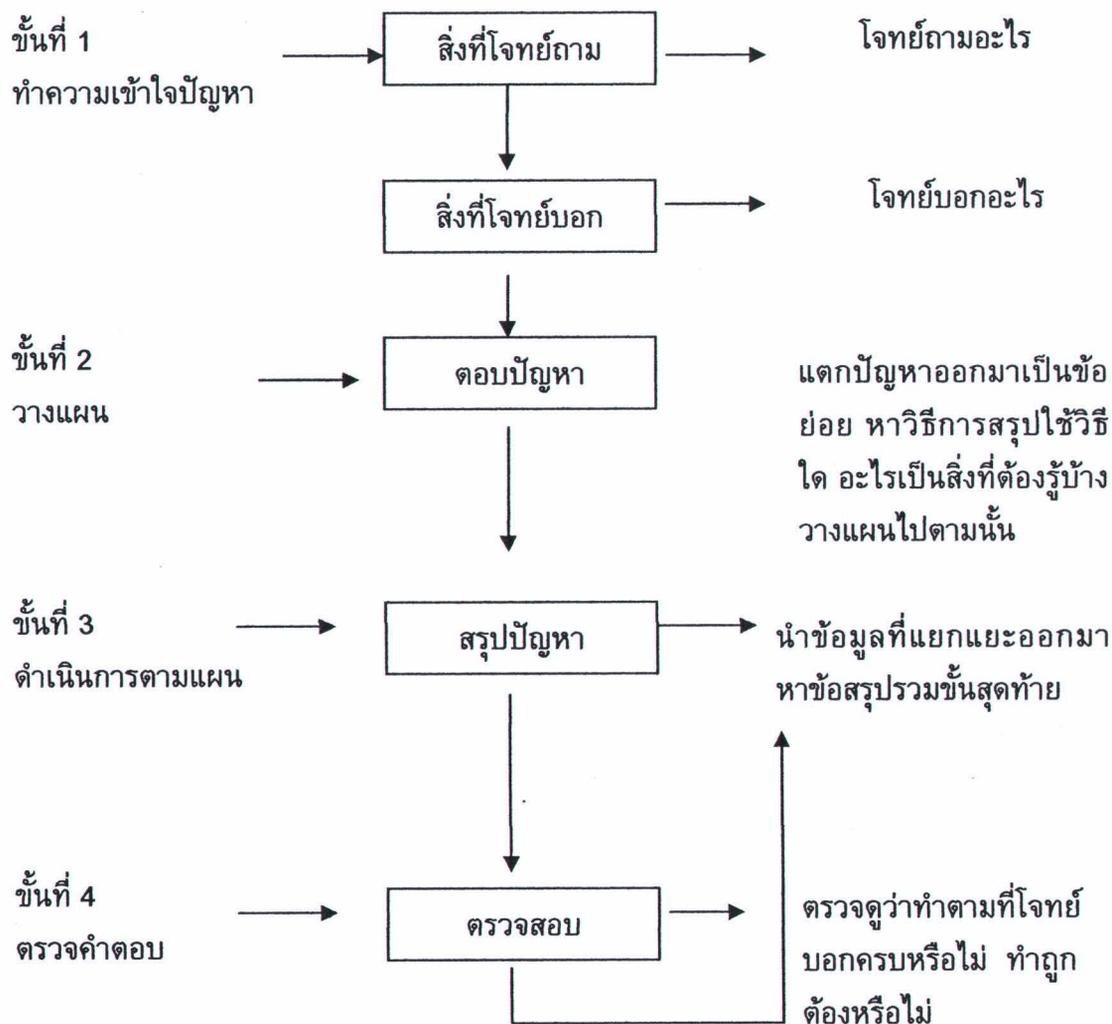
2.2 รู้เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง หรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่การแก้เพียงใดและรู้ทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่

2.3 พิจารณาสິงที่ไม่รู้ในโจทย์ และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และพิจารณาดูว่าจะใช้วิธีการที่เคยพบมากับโจทย์ที่ต้องการแก้ได้หรือไม่

2.4 ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้งและวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบมาหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และตรวจสอบว่าแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัตินั้นถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบย้อนกลับ เป็นขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยพิจารณาว่าเราสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถใช้วิธีการอื่นแก้ โจทย์ปัญหาอื่นได้หรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าว ๆ ในการตรวจสอบก็ได้ ซึ่งสามารถแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya, 1985, p.85) ได้ตามแผนภาพ ดังนี้



ภาพ 4 ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา  
ที่มา: Polya (1985, p.87)

จากการศึกษาขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา สามารถสรุปได้ว่า โพลยาแบ่งขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจคำตอบ

### 3. การจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา

สุภิญญา พิทักษ์ศักดิ์จารกร (2541, หน้า 13-20) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา (Polya) ภายในห้องเรียนไว้พอสรุปได้ ดังนี้

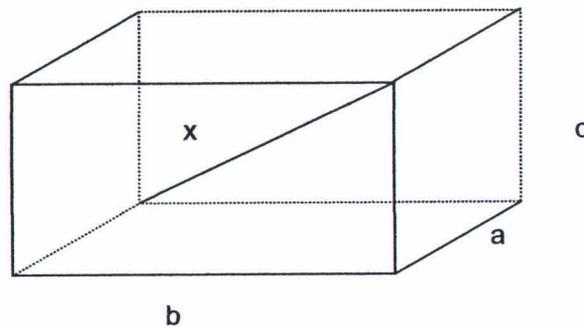
การจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหามีจุดประสงค์ในการช่วยเหลือนักเรียนในการแก้ปัญหา เนื่องจากในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน บางครั้งนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้เอง ครูจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือชี้แนะให้นักเรียนค้นพบหนทางในการแก้ปัญหาเอง โดยครูตั้งคำถามชี้แนะขั้นตอนการแก้ปัญหาเหมือน ๆ กันในโจทย์ปัญหาลักษณะต่าง ๆ กัน เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ว่ามีสิ่งใดบ้างที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งใดที่โจทย์ต้องการทราบ สิ่งที่เราต้องการค้นหาอยู่ภายในเงื่อนไขอะไร อะไรคือสิ่งที่เราสมมติขึ้นมา และเน้นย้ำให้นักเรียนระวังการเลือกใช้ทักษะคณิตศาสตร์พื้นฐาน คือ การบวก การลบ การคูณและการหาร สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาครูต้องเลือกใช้คำถามที่แตกต่างกัน โจทย์ปัญหาที่ให้ค้นหาหรือโจทย์ปัญหาที่ให้พิสูจน์ ในการถามและชี้แนะนักเรียนนี้ครูมีจุดประสงค์อยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก ต้องการช่วยเหลือนักเรียนให้แก้ปัญหาโจทย์ปัญหาได้ ประการที่สอง ต้องการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเองในอนาคต ถ้านักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาด้วยตนเองแล้ว เขาก็จะมีแรงจูงใจในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการชี้แนะคำถามและการชี้แนะที่เป็นระบบขั้นตอนที่ครูคอยคอยย้ำมาตลอดเวลา นำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้ โพลยาได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นการดำเนินการตามแผนและขั้นการตรวจสอบ ถ้านักเรียนแก้โจทย์ปัญหาโดยอาศัยรูปแบบการแก้ปัญหของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนนี้แล้วจะทำให้นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem) มีความเข้าใจในปัญหาอย่างกระจ่างแจ้งว่ามีปัญหาอะไร มีข้อมูลใดที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น สามารถระบุได้ว่าปัญหานั้นเป็นปัญหาให้ค้นหาหรือปัญหาให้พิสูจน์ พร้อมทั้งแยกส่วนสำคัญของปัญหาออกได้ โดยเฉพาะส่วนที่เป็นปัญหาที่ต้องการและส่วนที่ปัญหากำหนดให้ คือ สามารถบอกได้ว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการหา โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรให้ และสามารถวาดภาพประกอบคำอธิบายโจทย์ปัญหาอย่างเหมาะสม

ตัวอย่างการสอนแก้ปัญหาตามรูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยา มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ตัวอย่าง จงหาความยาวของเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาว ความกว้าง และความสูงมาให้

จากตัวอย่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ นั้น นักเรียนควรมีพื้นฐาน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการสร้างรูปทรงเรขาคณิต ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบกับห้องเรียนซึ่งมีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก แล้วลองคาดคะเนดูความยาวของเส้นทแยงมุมของห้อง เพื่อให้นักเรียนค้นหาทางแก้ปัญหา โดยครูวาดรูปจำลองบนกระดานพร้อมกับชี้แนะให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของด้านกว้างและด้านยาว และชักถามนักเรียนดังนี้



ภาพ 3 ตัวอย่างโจทย์ปัญหา

ครู โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

นักเรียน ความยาว ความกว้างและความสูงของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ครู อะไรคือสิ่งที่ไม่ทราบ

นักเรียน ความยาวของเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ครู โดยทั่วไปสมมติสิ่งที่ไม่ทราบค่าด้วยตัวอักษรอะไร

นักเรียน  $x$

ครู ตัวอักษรที่เราใช้แทนความกว้าง ความยาวและความสูงคืออะไร

นักเรียน  $a, b, c$

ครู อะไรคือเงื่อนไขของ  $a, b, c$  และ  $x$

นักเรียน  $x$  เป็นเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งมี  $a, b, c$  เป็น

ความกว้าง ความยาว และความสูง

ครู เงื่อนไขที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาค่า  $x$  หรือไม่

นักเรียน เพียงพอ

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (devising a plan) ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวางแผน อาจใช้การทดลอง ลองผิดลองถูก ค้นหารูปแบบที่คล้ายกับที่เคยทำมาโดยผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์ อาจเลือกใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหา อาทิ พยายามแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องก่อนและทดสอบใช้ตัวแปร ใช้เหตุผลโดยตรงและโดยอ้อม สร้างตารางแกสมการ ค้นหาสูตร ทดลองสร้างสถานการณ์จำลองและเปลี่ยนโจทย์จากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์

จากตัวอย่างขั้นที่ 1 ถ้านักเรียนไม่เข้าใจปัญหาทั้งหมดแล้วและอธิบายถึงผลที่จะได้จากการแก้ปัญหานี้ นักเรียนจะมีความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหา ถ้าครูเห็นนักเรียนนั่งเงิบหรือไม่แสดงความคิดเห็นริเริ่มในการแก้ปัญหาหรือทำต่อไปได้ครูควรใช้ความระมัดระวังในการสนทนากับนักเรียน โดยใช้คำถามเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและความนั่งเงิบของนักเรียน เพื่อช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหา เช่น

ครู นักเรียนรู้ความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่

.....

ครู ในการหาตัวไม่ทราบค่า นักเรียนเคยแก้ปัญหาโจทย์ที่คล้ายกับปัญหานี้หรือไม่

นักเรียน เคย เช่น การหาด้านของสามเหลี่ยมมุมฉาก

ครู ดีมาก นักเรียนสามารถใช้วิธีเดียวกับการหาด้านของสามเหลี่ยมมุมฉากได้หรือไม่

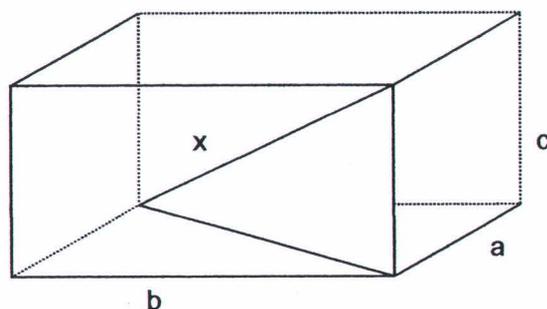
.....

ครู นักเรียนโชคดีมากที่ยังจำปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับปัญหานี้ และนักเรียนเคยแก้ปัญหานี้มาก่อน นักเรียนสามารถนำหลักการหาด้านของสามเหลี่ยมมุมฉากมาช่วยในการแก้ปัญห่อื่นที่เกี่ยวข้องได้

.....

ครู นักเรียนเห็นว่ามียุสามเหลี่ยมในรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากหรือไม่ ลองวาดรูปดูซิ แล้วดูว่าจะทำอย่างไรต่อไป

.....



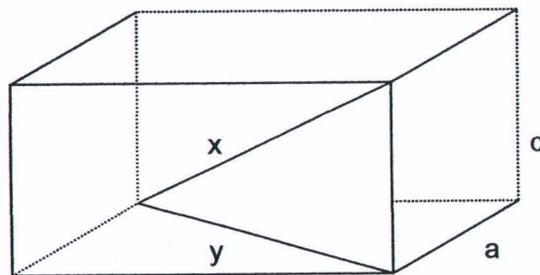
ครู จากรูป นักเรียนจะมองเห็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากอยู่ภายใน ถ้า นักเรียนจะหาเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก นักเรียนก็ต้องหาด้านของสามเหลี่ยมมุมฉากนั่นเอง

นักเรียน ด้านตรงข้ามของสามเหลี่ยมมุมฉาก สามารถคำนวณได้โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เมื่อทราบด้านทั้ง 2 ของสามเหลี่ยมมุมฉาก

ครู ดีมาก ขณะนี้ครูมองเห็นแผนดำเนินงานที่นักเรียนมี

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (carry out the plan) โดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มาลงมือกระทำตามแผน รวมถึงการเขียนอธิบายจนกระทั่งได้คำตอบหรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จตามแผนที่วางไว้ ต้องหาสาเหตุและใช้ประโยชน์จากความผิดพลาดครั้งแรก ๆ ในการแก้ปัญหาค้างใหม่ ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จ โดยผู้แก้ปัญหาต้องไม่กลัวการเริ่มต้นใหม่ และเริ่มแก้ปัญหาค้างใหม่โดยคำนวณตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 ซึ่งอาจใช้วิธีการประมาณค่าได้สำเร็จ

จากขั้นที่ 2 ในที่สุดนักเรียนวางแผนดำเนินงานเองแล้ว จะได้รับความสัมพันธ์ดังนี้ ด้านตรงข้ามมุมฉาก  $x$  ซึ่งเป็นเส้นทแยงมุมและกำหนดด้านสูงเป็น  $c$  ส่วนอีกด้านหนึ่งให้นักเรียนสมมติให้เป็น  $y$  ความยาวของด้านที่เหลื่อข้างหน้าคือ  $a, b$  ดังนั้นนักเรียนมีความคิดในการแก้ปัญหาโดยการนำมาช่วยแก้ปัญหาด้านที่ทราบคือ  $y$  ในที่สุดการแก้ปัญหาค้างรูปสามเหลี่ยมจะได้รับความสัมพันธ์ของด้านทั้ง 3 ดังนี้



ครู นักเรียนสามารถมองเห็นด้านของสามเหลี่ยมคือด้าน  $x, y, c$  เป็นด้านของสามเหลี่ยมมุมฉาก

นักเรียน เขียนความสัมพันธ์ของด้านทั้ง 3 ได้ ดังนี้

$$x^2 = y^2 + c^2$$

$$y^2 = a^2 + b^2$$

ดังนั้นแทนค่า  $y^2$  ใน  $x^2 = y^2 + c^2$  จะได้

$$x^2 = a^2 + b^2 + c^2$$

$$x = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$

ขั้นที่ 4 การตรวจคำตอบหรือการมองย้อนกลับ (looking back) คือ การพิจารณาว่า การแก้ปัญหานั้น ๆ ได้เรียบร้อยครบถ้วนทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ คำตอบที่ได้เป็นสิ่งที่ เป็นไปได้หรือไม่ได้อย่างไร โดยการตรวจคำตอบหรือการมองย้อนกลับ นอกจากจะช่วยให้เห็น ข้อบกพร่องที่อาจมีอยู่ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นแล้ว ยังช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจ กระบวนการแก้ปัญหาทั้งกระบวนการให้ดีขึ้น เกิดความคิดในการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา ให้ดีขึ้นกว่าเดิม สามารถขยายวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม โดยพิจารณาว่า คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องก็ปรับปรุงคำตอบให้ ถูกต้อง มองหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าและสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมหรือแก้ไขข้อมูล เพื่อสร้างปัญหาใหม่

จากตัวอย่าง ขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ ขั้นตอนการแก้ปัญหา และใช้ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ครบหรือไม่ คือนำความยาวของด้าน a, b, c มาแทนค่าในบททฤษฎีบทพีทาโกรัสก็จะได้ความยาวของเส้นทแยงมุม คือ  $\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$

ครู นักเรียนสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ว่าถูกไหม นักเรียนใช้ข้อมูลหมด หรือไม่ ข้อมูล a, b, c มีอยู่ในสูตรการหาเส้นทแยงมุมหรือไม่ ความกว้าง ความยาว ความสูงที่ นักเรียนใช้ในการหาเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมาจากการหาด้านของสามเหลี่ยม มุมฉาก ปัญหาคือ ให้หาเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งกำหนดด้าน a, b, c ให้ ได้หาความยาวของเส้นทแยงมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยมตามแผนที่วางไว้หรือไม่ ถ้าส่วนสูง c เพิ่มขึ้น เส้นทแยงมุมจะยาวขึ้น นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ใหม่นี้ได้หรือไม่

นักเรียน จะใช้วิธีการแก้ปัญหาจากการพิสูจน์ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตาม แผนที่วางไว้หลาย ๆ แผน หรือสามารถใช้จินตนาการเกี่ยวกับรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากซึ่งมี x เป็นเส้นทแยงมุม ถ้ากำหนดให้ a = 10.5 , b = 8, c = 6 จะได้ x = 14.5 โดยการตรวจสอบ จาก  $x = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$  ว่าถูกต้องหรือไม่

การดำเนินการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน ดังตัวอย่างข้างต้น จะเห็นได้ว่าครูใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ในการถามและชี้แนะนักเรียนในแต่ละ ขั้นตอนสำหรับคำถามที่ใช้นั้นจะมีทั้งคำถามที่ดีและไม่ดี กล่าวคือ การใช้คำถาม ถาม นักเรียนในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนเกือบจะได้คำตอบ นักเรียนอาจจะเข้าใจ คำแนะนำที่บอกเป็นนัยในคำถามนั้น ถ้านักเรียนหาคำตอบไม่ได้เขาอาจจะมองไม่เห็นทุก ๆ จุด ของคำถาม ดังนั้นคำถามก็ไม่สามารถช่วยสนองความต้องการได้ หากครูใช้คำถาม

ลักษณะเฉพาะเกินไป แม้ว่านักเรียนก็ไม่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคตได้ คำถามนี้ก็จะไม่มีประโยชน์ในการให้ความรู้เลย

จากตัวอย่างการสอนแก้ปัญหาของโพลยานั้น จะเน้นการสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาไปตามขั้นตอน โดยเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหาว่าโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง โจทย์ต้องการทราบอะไร และกำหนดเงื่อนไขอะไรให้ แล้วดำเนินการวางแผนการแก้ปัญหาว่าจะใช้วิธีการใดบ้างในการแก้ปัญหาที่พบนั้น ๆ พร้อมทั้งลงมือดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้และขั้นตอนสุดท้ายคือตรวจสอบดูว่าคำตอบและการคิดคำนวณนั้นถูกต้องหรือไม่

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โดยจะต้องทำความเข้าใจในโจทย์ปัญหา สามารถบอกได้ว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการหา โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง หรือกำหนดเงื่อนไขอะไรให้

ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา แยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนต้องลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อจะได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบวิธีการและหาคำตอบ

ดังนั้นผู้วิจัยได้นำการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหตามขั้นตอนของโพลยามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในกลุ่มทดลอง 1 ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน โดยผู้วิจัยได้นำมาปรับใช้ในการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1. นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหา
2. นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาตามที่ครูตั้งคำถามนำ เช่น
  - 1) โจทย์ข้อนี้เกี่ยวกับอะไร
  - 2) โจทย์ถามอะไร
  - 3) โจทย์กำหนดอะไรบ้าง
  - 4) จะหาคำตอบอย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

นักเรียนและครูช่วยกันวางแผนการแก้ปัญหจากคำตอบที่ได้จากการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาโดยครูนำเสนอตัวอย่างยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ใช้แผนภาพ ภาพแท่งไม้ ตารางร้อย เส้นจำนวน ฯลฯ ประกอบการอธิบายโจทย์ปัญหา

### ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

1. นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนโดยเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2. นักเรียนช่วยกันแปลความหมายเป็นประโยคสัญลักษณ์และหาคำตอบ

### ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

1. นักเรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ โดยการตรวจสอบย้อนกลับ

2. ถ้าคำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้องให้ย้อนกลับไปทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาวางแผน ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบอีกครั้ง

3. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มให้แต่ละกลุ่มแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับตัวอย่างและส่งตัวแทนออกมารายงานการปฏิบัติงานที่หน้าชั้นเรียน

4. นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกในใบงาน

5. นักเรียนซักถามข้อสงสัยและร่วมกันสรุป

### เทคนิค KWDL ของคาร์ร (Carr) และโอเกิล (Ogle)

วัชรา เล่าเรียนดี (2549, หน้า 90-93) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL นั้น พัฒนาขึ้นจากเทคนิค KWL ของ โอเกิล (Ogle) ในปี ค.ศ. 1986 และต่อมาได้มีการพัฒนาให้สมบูรณ์ขึ้นโดย คาร์ร (Carr) และ โอเกิล (Ogle) ในปีถัดมา (1987) โดยยังคงสาระเดิมไว้ แต่เพิ่มการเขียนแผนผังสัมพันธ์ทางความหมาย (Semantic Mapping) สรุปเรื่องที่อ่าน และมีการนำเสนอเรื่องจากผังสัมพันธ์ทางความหมาย เป็นการพัฒนาทักษะการเขียนและพูด นอกเหนือไปจากทักษะการฟัง และการอ่าน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสอนภาษา แต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนวิชาอื่น ๆ ที่มีการอ่านเพื่อทำความเข้าใจ เช่น วิชาสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น เพราะผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเองมีการวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจในตนเอง มีการจัดระบบข้อมูล เพื่อการดึงมาใช้ภายหลังอย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีประโยชน์ในการฝึกทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียนสรุป และนำเสนอ นอกจากนี้วัชรา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 130) ยังได้กล่าวว่า การดำเนินการตามขั้นตอนของ KWL หรือ KWDL จะช่วยชี้นำการคิดแนวทางในการอ่าน และหาคำตอบของคำถามสำคัญ ๆ จากเรื่องนั้น จากนั้นยังสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ความต้องการเข้าใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

#### 1. ความหมายของเทคนิค KWDL

วัชรา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 147-150) ได้กล่าวว่า จากแนวคิดเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และเทคนิคการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดแบบต่าง ๆ ได้มีผู้ที่สนใจนำไปศึกษาวิจัยและทดลองใช้ และผลการวิจัยพบว่ากระบวนการหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL plus , เทคนิค PBL, 4 MAT และ

เทคนิค KWDL สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และความสามารถในการคิดของผู้เรียนได้

วัชรรา เล่าเรียนดี (2549, หน้า 149-150) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL หมายถึง เทคนิคที่ช่วยชี้นำการคิดแนวทางในการอ่านและหาคำตอบของคำถามสำคัญต่าง ๆ จากเรื่องนั้น และยังสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ และเร้าความสนใจเป็นอย่างดี ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ

1. K (What we know) เรารู้อะไร
2. W (What we want to know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร
3. D (What we do to find out) เราทำอะไร อย่างไร หรือเรามีวิธีการอย่างไรบ้าง
4. L (What we learned) เราเรียนรู้อะไรบ้าง

นอกจากนี้วัชรรา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 130) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐานเช่นเดียวกัน นั่นคือ นักเรียนต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้น การดำเนินการตามลำดับขั้นตอน KWL หรือ KWDL จะช่วยชี้นำการคิดแนวทางในการอ่าน และหาคำตอบของคำถามสำคัญ ๆ จากเรื่องนั้น

ชอ, และคนอื่น ๆ (Shaw, et al., 1997 p.) กล่าวว่า เทคนิค KWDL หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. K (What we know) เรารู้อะไรบ้าง
2. W (What we want to know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร
3. D (What we do to find out) เราทำอะไรไปบ้างแล้ว
4. L (What we learned) เราเรียนรู้อะไรบ้าง

จากที่กล่าวถึงความหมายของเทคนิค KWDL ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เทคนิค KWDL หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อที่มีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน KWDL ที่จะช่วยชี้นำการคิดแนวทางในการอ่าน และหาคำตอบของคำถามสำคัญ ๆ จากเรื่องนั้น ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. K (What we know) เรารู้อะไรบ้าง
2. W (What we want to know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร
3. D (What we do to find out) เราทำอะไร อย่างไร
4. L (What we learned) เราเรียนรู้อะไรบ้าง

## 2. ความสำคัญและประโยชน์ของเทคนิค KWDL

วัชรรา เล่าเรียนดี (2547, หน้า 149) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมการอ่านเชิงวิเคราะห์ให้กับผู้เรียน

วัชรา เล่าเรียนดี (2548, หน้า 149) ที่กล่าวว่า การนำกระบวนการหรือเทคนิค KWDL ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมวิธีหนึ่ง โดยเฉพาะเรื่องโจทย์ปัญหาเป็นปัญหาของนักเรียนมากที่สุด ซึ่งอาจเกิดจากการอ่านโจทย์ไม่เข้าใจ ไม่ชัดเจน วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น เป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่น่าก่อกวนจากการคิดคำนวณไม่เป็น ดังนั้น ทุกขั้นตอน ครูจึงต้องคอยแนะนำ ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้คิดพิจารณา และวิเคราะห์ให้หลากหลายมากที่สุด และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับการร่วมมือกันเรียนรู้ นักเรียนที่เก่งกว่าก็จะสามารถช่วยนักเรียนที่อ่อนกว่าได้

นิยม เกียรติทำทราบาย (2548, หน้า 91-92) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ประกอบกับการจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม การเรียนรู้โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 - 5 คน โดยแต่ละกลุ่ม ประกอบด้วยนักเรียน ที่เรียนเก่งปานกลาง และอ่อน โดยคละความสามารถ นักเรียนมีการช่วยเหลือกัน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งกันและกัน ที่สำคัญคือการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ยังมีขั้นตอนการร่วมกันของนักเรียนในการคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเป็นลำดับ ทำให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์เป็นลำดับขั้น คือ ขั้นที่ 1 K นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันอ่านโจทย์ แล้วพิจารณารวบรวม วิเคราะห์ว่าโจทย์บอกอะไรให้รู้บ้าง ซึ่งครูจะคอยกระตุ้นให้นักเรียน ได้คิดและร่วมกันในกลุ่มในการวิเคราะห์โจทย์และอธิบายเพิ่มเติม ให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น ขั้นที่ 2 W นักเรียนร่วมกัน วิเคราะห์ที่โจทย์ต้องการทราบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น เพื่อเสนอแนวทาง ในการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลของแต่ละคน สมาชิกในกลุ่มร่วมกันพิจารณาว่าเพื่อหาวิธีที่ดีที่สุด โดยครูคอยสังเกตแนะนำกระตุ้น ให้นักเรียน เกิดความคิดหาวิธีที่ดีที่สุด ขั้นที่ 3 D นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกันแสดงวิธีแก้ปัญหาตามที่กลุ่มของตนเองได้เลือกไว้ ในขั้นนี้ นักเรียน แต่ละคน ภายในกลุ่มจะได้เรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างละเอียด ได้ฝึกการคิดคำนวณ นักเรียนที่เก่งภายใน กลุ่มจะได้ช่วยเหลืออธิบายการแก้ปัญหาให้แก่เด็กที่อ่อนกว่า ทำให้เด็กอ่อนได้เข้าใจการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งครูจะคอยแนะนำช่วยเหลือแต่ละกลุ่ม ให้ถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้นขั้นสุดท้าย L นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายวิธีการแก้ปัญหา แต่ละขั้นตอนให้เพื่อนและครูได้ฟัง ซึ่งครูจะคอยแนะนำช่วยเหลือ และร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้ จากการนำเสนอของกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงออก มีความเชื่อมั่นในตนเอง ได้เรียนรู้การแก้ปัญหาที่หลากหลายจากกลุ่มอื่น ๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ ให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์

ปาริชาติ สมใจ (2549, หน้า 99) กล่าวว่า ลำดับขั้นตอนของเทคนิค KWDL มีกระบวนการคิด และการร่วมกันคิดทุกขั้นตอนภายในกลุ่มทำให้นักเรียนทุกคน ฝึกคิดอย่างเป็นระบบ ฝึกเขียนและมีการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการทำคะแนนของตนเองเพิ่มขึ้น เพื่อให้คะแนนของกลุ่มเพิ่มขึ้นเพื่อเข้าสู่เกณฑ์ที่ใดกำหนดไว้ นักเรียนที่เรียนรู้กัน ในการแยกประเด็นโจทย์ปัญหาออกเป็น ส่วน ๆ โดยการนำความรู้เดิมที่ได้รับการฝึกมาก่อน

ตามประเด็นที่กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ/ถาม คืออะไร/จะมีวิธีการใดบ้างบ้างที่จะทำให้ได้คำตอบมาเป็นองค์ประกอบสำคัญของ KWDL ซึ่งชี้ให้เห็นผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนั้นการตั้งคำถามเพิ่มเติมของครูในแต่ละขั้นตอนของ KWDL ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบได้ดียิ่งขึ้น

ยุพิน ยืนยง (2549, หน้า 122) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาให้สูงขึ้นได้ เพราะเป็นเทคนิคที่มีขั้นตอนชัดเจน เข้าใจง่าย ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาแต่ละขั้นตอนตามลำดับ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้ได้รับประสบการณ์ตรง มีความมั่นใจ กล้าคิด กล้าพูด สามารถเขียนแสดงผลที่ได้ และมีความสนุกสนานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าเทคนิค KWDL มีความสำคัญและเป็นประโยชน์คือประโยชน์ ช่วยให้นักเรียนคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ครูจึงต้องคอยแนะนำ ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้คิดพิจารณา และวิเคราะห์ให้หลากหลายมากที่สุด เพื่อนในกลุ่มก็มีส่วนช่วยเหลือ นักเรียนที่เรียนอ่อนกว่า มีการออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหา และอธิบายวิธีการแก้ปัญหา แต่ละขั้นตอนให้เพื่อนและครูได้ฟัง และร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการนำเสนอของกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงออก มีความเชื่อมั่นในตนเอง ได้เรียนรู้การแก้ปัญหาที่หลากหลายจากกลุ่มอื่น ๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงหรือใช้ในการแก้ปัญห่อื่น ๆ ได้

### 3. ขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL

วัชรวิลา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 130) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL มีขั้นตอนการดำเนินการเช่นเดียวกับกับ KWL เพียงแต่เพิ่มขั้น D ขั้นตอนที่ 3 และต่อด้วยขั้น L เป็น KWDL คือขั้นตอนที่ 4 ซึ่ง KWDL มาจากคำถามที่ว่า

K : เรารู้อะไร (What we know) หรือโจทย์บอกอะไรเราบ้าง (สำหรับคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์)

W : เราต้องการรู้, ต้องการทราบอะไร (What we want to know) โจทย์ให้อะไร หรือโจทย์บอกอะไรบ้าง

D : เราทำอะไร, อย่างไร (What we do) หาคำตอบ หรือเรามีวิธีการอย่างไรบ้าง หรือมีวิธีดำเนินการเพื่อหาคำตอบอย่างไร

L : เราเรียนรู้อะไรจาก (การดำเนินการขั้นที่ 3) (What we learned) ซึ่งคือคำตอบ สารความรู้และวิธีศึกษาคำตอบ ขั้นตอนการคิดคำนวณ เป็นต้น

การกำหนดขั้นตอนของเทคนิค KWDL การมีคำถามนำเพื่อให้คิดหาข้อมูลของคำตอบตามที่ต้องการในแต่ละขั้นตอน จะช่วยส่งเสริมการอ่านมากขึ้น โดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์ การนำกระบวนการคิดหรือเทคนิค KWDL ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง โดยเฉพาะถ้าโจทย์เป็นปัญหาของนักเรียนมากที่สุด ซึ่งอาจจะเนื่องจากการคิดคำนวณไม่เป็น ดังนั้นทุกขั้นตอนครูจึงต้องคอยแนะนำ ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้คิด

พิจารณาและวิเคราะห์ให้หลากหลายมากที่สุด แต่การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับการเรียนร่วมมือกันเรียนรู้ นักเรียนที่เก่งกว่าก็จะสามารถช่วยนักเรียนที่อ่อนกว่าได้ การใช้เทคนิค KWDL ในการสอนคณิตศาสตร์ ครูต้องเตรียมแผนผังหรือตาราง KWDL เช่นเดียวกับเทคนิค KWL ในตอนเริ่มต้นบทเรียนที่ครูอธิบาย โดยครูและนักเรียนร่วมกันเรียนรู้ทำความเข้าใจ ซึ่งต้องมีแผนผัง KWDL ประกอบให้เห็นชัดเจนทุกคนด้วย การร่วมกันฝึกและทำแบบฝึกหัด นอกจากนั้นนักเรียนจะต้องมีแผนผัง KWDL ของตัวเองเพื่อเติมข้อความเช่นกันแต่ควรให้ใช้ร่วมกัน 2 คนต่อ 1 ชุด จะเหมาะสมกว่าเพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกัน

ขอ, และคนอื่น ๆ (Shaw, et, al., 1997) ซึ่งเป็นอาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปี ประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำเทคนิค KWDL มาใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่มให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยใช้บัตรกิจกรรมเทคนิค KWDL

ขั้นที่ 2 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาสิ่งที่ต้องการรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับโจทย์ หาความสัมพันธ์ของโจทย์ และกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 นักเรียนช่วยกันดำเนินการเพื่อแก้โจทย์ปัญหา โดยเขียนโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์ หากคำตอบและตรวจสอบคำตอบ

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปเป็นความรู้ที่ได้รับจากการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอความคิดในการแก้โจทย์ปัญหา สรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียน

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547, หน้า 87-89) ได้กล่าวถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

#### 1. ขั้นนำ

- 1.1 ทบทวนความรู้เดิม
- 1.2 แจงจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.3 เร้าความสนใจด้วยเกมคณิตศาสตร์

#### 2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

2.1 ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนทั้งชั้น ครูและนักเรียนร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาตามแผนผัง KWDL ดังนี้

K = ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ

W = ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผน

แก้ปัญหา

D = ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหา

L = ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการแก้ปัญหา

2.2 นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อย โดยครูคอยแนะนำ โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มและแก้ปัญหาตามบัตรกิจกรรม KWDL

3. ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระ นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้นโดยเป็นโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน และสถานการณ์อื่น ๆ

4. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ มีการซ่อมเสริมเมื่อนักเรียนยังไม่เข้าใจ

วัชรา เล่าเรียนดี (2549, หน้า 165) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ

1.1 ทบทวนความรู้เดิม

1.2 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้

1.3 สร้างความสนใจด้วยเกมคณิตศาสตร์

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

2.1 ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนทั้งชั้น แล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านโจทย์และแก้ปัญหา ตามแผนผัง KWDL ดังนี้

K = ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ

W = ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนแก้

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

D = ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

L = ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการแก้ปัญหา

2.2 นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อยโดยครูคอยแนะนำ ด้วยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม KWDL

3. ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระ นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้นโดยเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน และสถานการณ์อื่น ๆ

4. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ มีการซ่อมเสริมเมื่อนักเรียนยังไม่เข้าใจ

นอกจากขั้นตอนของเทคนิค KWDL ดังกล่าว ในการสอนคณิตศาสตร์ครูต้องเตรียมแผนผัง KWDL โดยครูและนักเรียนร่วมกันเรียนรู้ทำความเข้าใจ โดยมีแผนผัง KWDL ประกอบให้เห็นชัดเจนทุกคนด้วย การร่วมกันฝึกและทำแบบฝึกหัด นอกจากนี้นักเรียนจะต้องมีตาราง KWDL ของตัวเองเพื่อเติมข้อความเช่นกันแต่ควรให้ใช้ร่วมกัน 2 คนต่อ 1 ชุด จะเหมาะสมกว่าเพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกัน แผนผัง KWDL แสดงไว้ในตาราง 3

นอกจากนี้วัชรา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 131) ได้นำเสนอตาราง KWDL หรือบัตรกิจกรรม KWDL ที่แสดงถึงรายละเอียดไว้เพิ่มเติมอีก ดังในตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 แผนผัง KWDL

K	W	D	L
โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีอะไรได้บ้าง	ดำเนินการตาม กระบวนการแก้ โจทย์ปัญหา	คำตอบที่ได้ และ บอกวิธีคิดคำตอบ อย่างไร
1....	สิ่งที่โจทย์ต้องการ	แสดงวิธีทำ.....	คำตอบ.....
2....	ทราบคือ		
3....	.....		
4....	.....		
	วิธีการแก้ปัญหา คือ วิธีที่ 1		
	1....		
	2....		
	3....		
	วิธีแก้ปัญหที่เลือกใช้ คือ	วิธีที่ 2	สรุปขั้นตอนที่ใช้
	.....		
	.....		
	เพราะ.....	วิธีที่ 3	
	.....		

ที่มา: วัชรา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 131)

วัชรา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 131) กล่าวว่า การเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่ควรวัดผลด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบเพียงอย่างเดียว ควรมีข้อสอบให้แสดงวิธีทำด้วย ซึ่งจะเป็นเครื่องยืนยันได้ว่านักเรียนเข้าใจจริง ไม่ได้คิดลอกคำตอบของเพื่อนหรือนำวิธีทำของเพื่อนมาตอบ ดังนั้นควรจะกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน การแสดงวิธีทำ การอธิบายวิธีทำ ที่นอกเหนือจากคำตอบที่ถูกต้อง ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL, KWDL และ KWL plus ในสาระวิชาอื่น ๆ ควรมีการทดสอบความสามารถในการใช้เทคนิคดังกล่าวใน

การเรียนรู้ด้วย เช่น คำตอบหรือสาระในด้านความรู้มีอะไรบ้าง (K) นักเรียนเขียนคำตอบมาได้ครบถ้วนครอบคลุมหรือไม่ มาก-น้อยแค่ไหน เป็นต้น ต้องการรู้อะไร (D) นักเรียนเขียนคำถามที่อยากรู้อย่างไร นักเรียนใช้วิธีอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบ (L) การระบุวิธีคิดหลายวิธีและแสดงวิธีคิด ช่วยตรวจสอบคำตอบได้เป็นอย่างดี เป็นต้น และการให้สรุปท้ายสุดช่วยในการพัฒนาการคิดรวบยอดและสรุปสาระสำคัญ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL นั้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 K (What we know) เรารู้อะไร หรือโจทย์บอกอะไร

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร หรือโจทย์ให้หาอะไร มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีการอะไรได้บ้าง

ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) เราทำอะไร อย่างไร หรือดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 L (What we learned) เราเรียนรู้อะไร หรือคำตอบที่ได้ และบอกวิธีคิดคำนวณคำตอบอย่างไร

ผู้วิจัยได้ใช้การสอนโดยใช้เทคนิค KWDL กับกลุ่มทดลอง 2 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ครูนำเสนอโจทย์ปัญหากับนักเรียนทั้งชั้น แล้วให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาและแก้ปัญหาตามแผนผัง KWDL ที่เขียนไว้บนกระดาน

ขั้น K ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง โดยครูเขียนข้อมูลที่นักเรียนบอกลงในแผนผัง KWDL ช่อง K

ขั้น W ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร และมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร โดยครูเขียนข้อมูลที่นักเรียนบอกลงในแผนผัง KWDL ช่อง W

ขั้น D ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามวิธีการที่เลือกไว้ โดยครูเขียนข้อมูลลงในแผนผัง KWDL ช่อง D

ขั้น L ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการแก้ปัญหา และอธิบายตามแผนที่วางไว้ โดยครูเขียนข้อมูลที่นักเรียนบอกลงในแผนผัง KWDL ช่อง L

2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มละ 4-5 คน โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นแต่ละกลุ่มมารับบัตรกิจกรรม KWDL แล้วทำการศึกษาบัตรกิจกรรม KWDL ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา นำเสนอแนวคิด และวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอรูปแบบและแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาที่กลุ่มของตนเลือกใช้จากใบงาน นักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ได้จากการทำงานร่วมกันและข้อบกพร่องจากการทำงานกลุ่ม

3. นักเรียนแต่ละคนทำใบงาน

4. ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุป

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ของคาร์ร (Carr) และโอเกิล (Ogle) หมายถึง การนำเทคนิค KWDL ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง โจทย์ปัญหา โดยใช้แผนผัง KWDL และบัตรกิจกรรม KWDL ในการสอนเนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอน 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 K (What we know) เรารู้อะไร หรือโจทย์บอกอะไร

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร หรือโจทย์ให้หาอะไร มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีการอะไรได้บ้าง

ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) เราทำอะไร อย่างไร หรือดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 L (What we learned) เราเรียนรู้อะไร หรือคำตอบที่ได้ และบอกวิธีคิดคำนวณคำตอบอย่างไร

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สวิตซ์ หิรัญยกานต์, และคนอื่น ๆ (2540, หน้า 5) กล่าวถึง ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความสำเร็จ ความรู้ ความสามารถหรือทักษะ หรือหมายถึงผลการเรียนการสอนหรือผลงานที่ได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ ก็ได้

วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 643-644) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (cognitive domain) ซึ่งได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับคือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (computation) เป็นความสามารถในการระลึกได้ในสิ่งที่เรียนมาแล้ว การวิเคราะห์พฤติกรรมมี 3 ด้าน

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับคำศัพท์และนิยาม

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ

2. ความเข้าใจ (comprehensive) เป็นความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความปัญหาใหม่ ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการแสดงพฤติกรรมมี 6 ขั้นตอน

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสรุปอ้างอิง

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปอีกรูปแบบหนึ่ง

2.5 ความสามารถในการใช้หลักของเหตุผล

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฏ หลักการ ข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ การวัดพฤติกรรมมี 4 ชั้น

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 ความสามารถในการระลึกได้ ซึ่งเป็นรูปแบบ ความสอดคล้อง และ ลักษณะสมมาตรของปัญหา

4. การวิเคราะห์ (analysis) เป็นความสามารถในการพิจารณาส่วนสำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญและหาหลักการที่ส่วนสำคัญนั้นมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งการที่บุคคลมีความสามารถดังกล่าวมาแล้ว จะทำให้บุคคลนั้นสามารถแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้ พฤติกรรมนี้เป็นจุดหมายสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวัดพฤติกรรมมี 4 ชั้นคือ

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์

4.3 ความสามารถในการวิจารณ์ การพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการกำหนดและการหาความเที่ยงตรงในการสรุป

ภพ เลหาพิบูลย์ (2542, หน้า 295) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใด ได้จากที่ไม่เคยทำ หรือทำได้น้อยกว่าก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข, หน้า 18) ได้กล่าวว่า ความรู้ความคิดในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาสมรรถภาพของผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. สมรรถภาพความรู้ความจำ พฤติกรรมการแสดงออก คือ การบอกบทนิยาม ทฤษฎีบท และข้อตกลงต่าง ๆ

2. สมรรถภาพความเข้าใจ พฤติกรรมการแสดงออก คือ การอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ

3. สมรรถภาพการนำไปใช้ พฤติกรรมการแสดงออก คือ การนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

4. สมรรถภาพการวิเคราะห์ พฤติกรรมการแสดงออก คือ การแยกแนวคิดที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ

5. สมรรถภาพการสังเคราะห์ พฤติกรรมการแสดงออก คือ การรวบรวมความรู้ข้อเท็จจริง และลงข้อสรุปหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่

6. สมรรถภาพการประเมินค่า พฤติกรรมการแสดงออก คือ การตัดสินใจหรือสรุปและเปรียบเทียบความรู้เพื่อการเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ทิตนา แชมมณี (2552, หน้า 401) ได้กล่าวถึง บลูม (Bloom) ว่า ได้จัดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาไว้ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งในด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) นั้น บลูมได้จัดระดับจุดมุ่งหมายตามระดับความรู้จากต่ำไปสูงไว้ 6 ระดับ คือ ระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแนวในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดในระดับที่สูงขึ้นไปเรื่อย ๆ

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาที่แสดงออกในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการวิเคราะห์ และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

## 2. องค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เพรสคอตต์ (Prescott, 1961, pp.14-16) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางด้านร่างกาย ข้อบกพร่องทางด้านร่างกายและบุคลิกท่าทาง

2. องค์ประกอบทางด้านความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางด้านวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียน

แครร์รอล และแฮริสัน (Carrol, & Harieson, 1993, pp.723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการ

นำเอาครู นักเรียนและหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลา และคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

กระทรวงศึกษาธิการ (2552ง, หน้า 108-109) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า การเรียนคณิตศาสตร์ให้บังเกิดผลดีนั้นเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านจิตวิทยา นักจิตวิทยามีมุมมองเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน เพียเจย์ (Piaget, 1969, p.9) เชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ พัฒนาการทางร่างกายและสมองของเด็กจะเป็นไปตามลำดับขั้น ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนจะเกี่ยวข้องกับวุฒิภาวะของนักเรียนการพัฒนาการจะเป็นไปตามลำดับขั้นของอายุ โดยแบ่งเป็นสี่ช่วง คือช่วงแรกเกิดถึงอายุ 2 ปี เป็นช่วงพัฒนาการด้านประสาทกล้ามเนื้อกับประสาทส่วนกลางทำงานประสานกันช่วง 2-7 ปี พัฒนาการการทำงานในระยะต้น เริ่มนับตัวเลขได้และเรียนรู้คณิตศาสตร์เบื้องต้น ช่วง 8-12 ปี พัฒนาการทำงานด้วยสิ่งที่เป็นรูปธรรมคิดคำนวณโดยบวก ลบ คูณ หาร จากวัตถุที่เป็นของจริงและช่วงอายุ 12 ปี ขึ้นไปเรียนรู้ในเรื่องที่เป็นนามธรรมและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น

บรูเนอร์ (Bruner, 1983, p.12) มีแนวคิดต่างจาก เพียเจย์ (Piaget) โดยระบุว่า การเรียนรู้เป็นผลมาจากการดำเนินการเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมอันเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาแนวทางในการเรียนรู้ ดังนั้นการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจึงขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ทางโรงเรียนจัดให้

แนวคิดของเพียเจย์ที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์เน้นลำดับขั้นพัฒนาการของผู้เรียน แต่แนวคิดของบรูเนอร์จะเน้นการจัดสภาพแวดล้อมให้บังเกิดผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามแนวคิดทั้งสองมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในปัจจุบันเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการสอน

2. ทักษะการอ่านเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การเลือกใช้วิธีอ่านให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหา การแปลความคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ การเข้าใจแนวคิดของคณิตศาสตร์จนสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องนั้นจำเป็นต้องอาศัยทักษะการอ่านทั้งสิ้น

3. กระบวนการคิดตามลำดับขั้น ตั้งแต่ระดับต้น คือ รู้ จำ และเข้าใจ ระดับกลาง ได้แก่ นำไปใช้และวิเคราะห์ และระดับสูง คือ สังเคราะห์และประเมินค่า ลำดับขั้นการคิดตั้งแต่ระดับต้นจนถึงระดับสูงต้องใช้ปฏิบัติควบคู่กับการอ่าน กระบวนการคิดจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งขาดเสียมิได้

4. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหาและสื่ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นและนักเรียน

5. การแปลความภาษาในคณิตศาสตร์ ภาษาที่พบในคณิตศาสตร์มี 4 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ศัพท์เทคนิคทางคณิตศาสตร์ เช่น sine, cosine, linear equation และคำศัพท์อื่น ๆ ซึ่งมักจะเรียกทับศัพท์ภาษาอังกฤษ

ประเภทที่ 2 คือศัพท์ที่ใช้ภาษาไทย ได้แก่ กำไร ขาดทุน ดอกเบี้ย เลขยกกำลัง กรณณ์

ประเภทที่ 3 คือคำที่เป็นสัญลักษณ์โดยใช้เป็นเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก (+) ลบ (-)หาร (÷) มากกว่า (>) น้อยกว่า (<) และเครื่องหมายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ประเภทที่ 3 คือคำอื่น ๆ เช่น ก่อน หลัง เพิ่มขึ้น น้อยลง เปรียบเทียบ ภาษาทั้งสี่ประเภทดังกล่าว นักเรียนซึ่งเป็นผู้อ่านต้องเข้าใจความหมายและใช้ให้ถูกต้อง

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ได้แก่ จิตวิทยา ทักษะการอ่าน กระบวนการคิดตามลำดับขั้น ความยากง่ายของสาระทางคณิตศาสตร์ และการแปลความทางคณิตศาสตร์ และองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นบ้าน โรงเรียน และชุมชน ปัจจัยทางด้านร่างกาย ปัจจัยทางด้านสังคมและเศรษฐกิจ มีปัจจัยอื่น ๆ มากมายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน รวมทั้งคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

### 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 3.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (achievement test) นักวัดผล และนักการศึกษา มีการเรียกชื่อแตกต่างกันไป แบบทดสอบความสัมฤทธิ์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หรือแบบสอบผลสัมฤทธิ์ และได้ให้ความหมายในแนวทางเดียวกัน ดังนี้

ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ (2536, หน้า 146-147) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้นักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540, หน้า 28) ได้สรุปให้แนวความคิดไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีต หรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2545, หน้า 96) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 73) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ที่ผ่านมาแล้ว

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2551, หน้า 16) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ส่วนใหญ่ที่สร้างขึ้น มักจะมีความมุ่งหมายที่สำคัญคือ เพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สาขาวิชาทั้งหลายที่ได้จัดสอนในระดับชั้นเรียนต่าง ๆ ของแต่ละโรงเรียนลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทั้งที่เป็นข้อเขียน (paper and pencil test) และที่เป็นภาคปฏิบัติจริง (performance test)

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมา สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถทางวิชาการ เช่น เนื้อหาสาระและทักษะต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ที่ผ่านมาแล้วให้ผู้เรียนเขียนตอบ หรือให้นักเรียนปฏิบัติจริง

ในการวิจัยในครั้งนี้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในการวิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ โดยเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

### 3.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2549ข, หน้า 163-164) ได้อธิบายว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงทั้งจากทางโรงเรียน และทางบ้าน แบบทดสอบประเภทนี้มุ่งที่จะวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. แบบทดสอบของครู (teacher-made test) เป็นชุดข้อสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นซึ่งเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด บกพร่องเรื่องอะไร เพื่อจะได้สอนซ่อมเสริม หรือดูความพร้อมในการขึ้นบทเรียนใหม่ เป็นต้น

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (standardized test) แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญ (experts) ในสาขาวิชาต่าง ๆ หรือจากครูที่สอนวิชานั้น ด้วยการผ่านการทดลองหาคคุณภาพหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพที่ดีเพียงพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติ (norms) ของแบบทดสอบนั้น ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้ว ยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอนว่าทำอย่างไร และมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วย

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2549, หน้า 213) กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (achievement test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพด้านสมอง มี 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (teacher-made test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน ซึ่งใช้กันทั่วไปในโรงเรียน ทำให้ครูสามารถวัดได้ตรงจุดมุ่งหมาย เพราะผู้สอนเป็นผู้ออกข้อสอบเอง

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (standardized test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่ว ๆ ไป เป็นแบบทดสอบที่ได้หาคูณภาพมาแล้ว มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบและมาตรฐานในการแปลความหมายของคะแนนซึ่งมีข้อดีคือ คุณภาพของแบบทดสอบที่น่าเชื่อถือได้ ทำให้สามารถนำผลไปเปรียบเทียบได้กว้างขวางกว่า

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ซึ่งมี 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองและแบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ

### 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545, หน้า 97-99) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

#### 1. วิเคราะห์หลักสูตร และสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะเป็นกรอบในการออกข้อสอบ โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

#### 2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะเกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

#### 3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยการศึกษารายวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

#### 4. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

#### 5. ตรวจสอบข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 3-4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

#### 6. การจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

#### 7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันโดยสภาพการปฏิบัติจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

#### 8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สรุปได้ว่ามีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้ วิเคราะห์หลักสูตร และสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง ตรวจทานข้อสอบ การจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ รวมทั้งจัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

### 3.4 แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 3.4.1 หลักการสร้างแบบทดสอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 100) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งกรอนลันด์ (Gronlund, 1993, pp.8-11) ได้ให้หลักการสร้างไว้ดังนี้

1. ต้องนิยามพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน โดยกำหนดในรูปของจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนหรือรายวิชาด้วยคำที่เฉพาะเจาะจงสามารถวัดและสังเกตได้

2. ควรสร้างแบบทดสอบวัดให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมดทั้งในระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น

3. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรจะวัดพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะต้องกำหนดตัวชี้วัด และขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่จะวัด แล้วจึงเขียนข้อสอบตามตัวชี้วัดจากขอบเขตที่กำหนดไว้

4. แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ควรประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

5. ควรสร้างแบบทดสอบโดยคำนึงถึงแผนหรือวัตถุประสงค์ของการนำผลการทดสอบไปใช้ประโยชน์ จะได้เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และทันตามแผนที่กำหนดไว้ เช่น การใช้แบบทดสอบก่อนเรียนการสอน (pretest) สำหรับตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนเพื่อการสอนซ่อมเสริม การใช้แบบทดสอบระหว่างการเรียนการสอนเพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน (formative test) และ การใช้แบบทดสอบหลังการเรียนการสอนเพื่อตัดสินผลการเรียน (summative)

6. แบบทดสอบที่สร้างขึ้น จะต้องทำให้การตรวจให้คะแนนไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการวัด (measurement errors) ซึ่งไม่ว่าจะนำแบบทดสอบไปทดสอบกับผู้เรียนในเวลาที่แตกต่างกันจะต้องได้ผลการวัดเหมือนเดิม

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับหลักการสร้างแบบทดสอบ สรุปได้ว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรจะวัดพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด จะต้องทำให้การตรวจให้คะแนนไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการวัด ซึ่งไม่ว่าจะนำแบบทดสอบไปทดสอบกับผู้เรียนในเวลาที่แตกต่างกันจะต้องได้ผลการวัดเหมือนเดิม

### 3.4.2 ข้อแนะนำสำหรับการเขียนข้อสอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 100) ได้กล่าวถึง ข้อแนะนำสำหรับการเขียนข้อสอบซึ่งกรอนลันด์ (Gronlund, 1993, pp.36-37) ได้ให้ข้อแนะนำไว้ ดังนี้

1. ควรเลือกชนิดของข้อสอบให้ตรงกับลักษณะพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้มากที่สุด
2. เขียนข้อสอบที่จะวัดผลการปฏิบัติให้สอดคล้องกับพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ
3. เขียนข้อสอบแต่ละข้อให้ชัดเจน เฉพาะเจาะจงให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
4. เขียนข้อสอบเพื่อให้วัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์อย่างอื่นช่วย เช่น เขียนข้อสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมืออุปกรณ์ช่วย
5. พยายามป้องกันสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อสอบ แต่จะมีผลต่อคำตอบของผู้สอบ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ภาษาซับซ้อนที่ต้องตีความและยากเกินวัยของผู้สอบ
6. หลีกเลี่ยงคำ ข้อความ หรือร่องรอยต่าง ๆ ที่จะแนะนำคำตอบถูก
7. เขียนข้อสอบให้มีความยากง่ายพอเหมาะกับระดับพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่จะวัด วัยของผู้เรียน และการนำผลการทดสอบไปใช้

8. เขียนข้อสอบให้สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้หรือคำตอบที่ดีที่สุด โดยไม่มีข้อโต้แย้งในการตัดสินคำตอบถูก

9. ควรเขียนข้อสอบไว้ล่วงหน้า เพื่อจะได้มีเวลาในการทบทวน ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขให้ข้อสอบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

10. ควรเขียนข้อสอบมีจำนวนข้อเกินกว่าที่ต้องการใช้จริง เพราะอาจจะต้องตัดข้อสอบบางข้อที่ไม่เหมาะสมออกในภายหลัง

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2551, หน้า 28) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ว่าควรคำนึงถึงข้อตกลงเบื้องต้น 3 ข้อ คือ

1. เนื้อหาหรือทักษะภายในขอบเขตที่ใช้วัดนั้น จะต้องจำกัดอยู่ในรูปของพฤติกรรมที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงในลักษณะที่สามารถสื่อสารไปยังบุคคลอื่นได้

2. ผลผลิตหรือสิ่งที่ต้องการวัด จะต้องเกิดจากการเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้เท่านั้น

3. การนำผลสอบไปเปรียบเทียบกัน ต้องมั่นใจว่า ผู้เข้าสอบทุกคนได้มีโอกาสเรียนรู้ในสิ่งที่นำมาสอบโดยเท่าเทียมกัน

### 3.4.3 การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

#### 3.4.3.1 ธรรมชาติของแบบทดสอบเลือกตอบ

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545, หน้า 118-128) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบเลือกตอบว่าเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือตอบคำตอบที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุด หรือถูกที่สุด จากตัวเลือกต่าง ๆ ที่กำหนดให้ ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

1) ดอนนำหรือตัวคำถาม (stem) เป็นข้อความที่กระตุ้นใจให้ผู้สอบค้นหาคำตอบ

2) ตัวเลือก (choice หรือ option) เป็นส่วนที่เป็นไปได้ในการตอบคำถามซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวถูกหรือคำตอบ (correct choice) และตัวลวง (distracters หรือ decoys) โดยทั่วไปตัวเลือกมักจะกำหนดให้มี 3-5 ตัวเลือก ซึ่งขึ้นอยู่กับความยากง่ายของคำถามและระดับชั้นเรียน

#### 3.4.3.2 รูปแบบของคำถามของแบบทดสอบเลือกตอบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีรูปแบบคำถามหลากหลายขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการถาม วิธีการถามและเนื้อหาที่จะถาม แต่รูปแบบที่นิยมใช้กันมากมี 3 แบบ คือ แบบคำถามโดดหรือคำถามเดี่ยว (single question) และแบบตัวเลือกคงที่ (constant choice) แบบกำหนดสถานการณ์ (situation test)

1) แบบคำถามโดดหรือคำถามเดี่ยว รูปแบบคำถามนี้เป็นแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ลักษณะของคำถามจะถามเฉพาะเรื่องใด เรื่องหนึ่ง จบลงในตัวเองไม่เกี่ยวข้องกับข้ออื่น ๆ รูปแบบคำถามชนิดนี้ ยังแบ่งออกเป็นย่อย ๆ ได้อีก ดังนี้

(1) แบบคำตอบถูก ได้แก่ ชนิดคำตอบถูกต้อง คำตอบที่ดีที่สุด และคำตอบใกล้เคียง

(2) แบบเติมคำ ได้แก่ ชนิดให้เติมแห่งเดียว หรือให้เติม 2 แห่ง

(3) แบบเปลี่ยนแทน โดยให้ผู้สอบหาคำตอบหรือวลีใหม่มาเปลี่ยนแทนถ้อยคำเดิมที่ยังไม่สมบูรณ์ ได้แก่ ชนิดเปลี่ยนแปลง และชนิดที่ปรับปรุง

(4) แบบคำตอบคู่ โดยให้ผู้สอบพิจารณาหาคำตอบที่ดีที่สุดควบคู่กันไปซึ่งต้องอาศัยความรู้หรือหลักวิชามาประกอบการตอบอย่างมีเหตุผลด้วย

(5) แบบคำตอบผสม หรือคำตอบซ้อน (double or mixed multiple choice) ตัวคำถามเขียนเป็นลักษณะของเงื่อนไข ซึ่งควรมีอย่างน้อย 3 เงื่อนไข อาจมีผิดบ้าง ถูกบ้าง แล้วเขียนตัวเลือกจากเงื่อนไขที่กำหนดไว้เพื่อให้ผู้สอบได้พิจารณาจากเงื่อนไขหลาย ๆ ตัว

(6) แบบคำตอบไม่สมบูรณ์ คำถามแบบนี้จะกำหนดตัวเลือกที่ยังเลือกตอบไม่ได้ ผู้ตอบจะต้องคิดหาคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้อีกทีหนึ่ง

(7) แบบเรียงลำดับ ได้แก่ ชนิดเรียงลำดับเรื่องราว เหตุการณ์ ชนิดลำดับเวลา ชนิดลำดับวิธีการหรือเหตุผล

(8) แบบจำแนกประเภท ได้แก่ ชนิดเข้าพวก ชนิดต่างจากพวก และชนิดเชื่อมโยง

(9) แบบสัมพันธ์ คำถามประเภทนี้จะให้ผู้สอบหาความสัมพันธ์เกี่ยวข้องระหว่างของ 2 สิ่ง หรือ 2 เรื่องเป็นอย่างน้อย ได้แก่ ชนิดสาเหตุและผล ชนิดอุปมาอุปมัย

(10) แบบขาดเกิน คำถามแบบนี้จะให้ผู้สอบวินิจฉัยความสมบูรณ์ของเรื่องราวว่ายังขาดตกบกพร่องในสิ่งใด หรือมีสิ่งใดที่เกินมากโดยไม่จำเป็น ได้แก่ ชนิดขาด ชนิดเกิน และชนิดเพียงพอ

(11) แบบหาตัวร่วม-ตัวต่าง คำถามแบบนี้จะให้ผู้สอบคิดหาสาระสำคัญหรือแก่นของสิ่งนั้นซึ่งเป็นคุณสมบัติหรือลักษณะร่วมกันหรือต่างกัน

(12) แบบอนุกรม คำถามแบบนี้จะให้ผู้สอบคิดค้นหากฎเกณฑ์จากโท่หรือข้อมูลที่กำหนดให้แล้วนำไปใช้เป็นแนวทางในการตอบคำถาม ได้แก่ ชนิดอนุกรมและชนิดอนุกรมสัมพันธ์

(13) แบบสรุปรื่องราว คำถามแบบนี้จะให้ผู้สอบพิจารณา จากข้อมูลหรือโจทย์ที่กำหนดให้แล้วสรุปอย่างมีเหตุผล

(14) แบบรูปภาพ คำถามแบบนี้จะใช้รูปภาพ เครื่องหมาย หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นส่วนสำคัญของคำถามแล้วให้ตอบเป็นตัวหนังสือหรือตัวเลข

2) แบบตัวเลือกคงที่ รูปแบบคำถามนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ สองส่วนคือ ส่วนที่เป็นตัวเลือก และส่วนที่เป็นตัวคำถามเช่นเดียวกับรูปแบบคำถามเดี่ยว หรือ คำถามโดด แต่จะแตกต่างกันที่ตัวเลือกแบบคงที่จะเป็นตัวเลือกชุดเดียวกันของคำถามทั้งชุดนั้น โดยจะแยกอยู่ต่างหากจากตัวคำถาม การเขียนคำถามแบบนี้จะต้องเขียนคำชี้แจงของคำถามแต่ละชุดให้ชัดเจน โดยควรระบุว่า ตัวเลือกชุดนี้ใช้เป็นคำตอบข้อใดบ้างและจะใช้เกณฑ์ใดในการพิจารณา ซึ่งอาจเป็นความถูกต้อง ความสอดคล้องหรือข้อเท็จจริง

แนวการเขียนคำถามแบบนี้มีอยู่หลายแนวทางหรือหลายชนิด ได้แก่ ชนิดพิจารณาความถูกต้อง ชนิดพิจารณารูปภาพ ชนิดพิจารณาข้อเท็จจริง ชนิดพิจารณาเหตุผล ชนิดพิจารณาความรู้สึก ชนิดพิจารณาลักษณะและเรื่องราว ชนิดพิจารณาความบกพร่องและชนิดพิจารณาความเหมาะสม

#### 3.4.3.3 หลักการสร้างแบบทดสอบเลือกตอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 129-133) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบทดสอบเลือกตอบ มีหลักการสร้าง ดังนี้

##### 1) หลักการเขียนคำถาม

(1) เขียนคำถามหรือตอนนำให้อยู่ในรูปประโยคคำถามที่สมบูรณ์

(2) เขียนคำถามให้ชัดเจนและตรวจจุดที่จะถาม

(3) ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับผู้เรียน

(4) พยายามหลีกเลี่ยงการใช้คำถามปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อน ถ้าจำเป็นต้องใช้ ควรขีดเส้นใต้หรือพิมพ์ด้วยตัวหนาตรงคำถามปฏิเสธนั้น

(5) ควรถามในเรื่องที่มีคุณภาพต่อการวัด จึงจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอน

(6) ควรถามในหลักวิชานั้นจริง ๆ

(7) พยายามหลีกเลี่ยงคำถามที่แนะคำตอบ

(8) ไม่ควรถามเรื่องที่เคยชินหรือคล่องปากอยู่แล้ว ควรถามให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดหรือพฤติกรรมทางปัญญาขั้นสูง

(9) ควรใช้รูปภาพประกอบเป็นตัวสถานการณ์หรือคำถาม หรือ ตัวเลือกจะทำให้ข้อสอบน่าสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะสำหรับเด็กระดับประถมศึกษา หรือ มัธยมศึกษาตอนต้น

## 2) หลักการเขียนตัวเลือก

- (1) เขียนตัวเลือกให้เป็นเรื่องราวหรือประเภทเดียวกัน
- (2) เขียนตัวเลือกให้มีทิศทางเดียวกัน เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการพิจารณาของผู้สอบ
- (3) ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม ได้แก่ ตัวเลือกรูปแบบ “ถูกทุกข้อ” “ไม่มีข้อถูก” “ก และ ข ถูก” “ยังสรุปแน่นอนไม่ได้” ฯลฯ ควรใช้กับคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ หรือยังเป็นปัญหาโต้แย้งกันอยู่ หรือใช้กับวิชาประเภทคำนวณด้วยตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก”
- (4) ในแต่ละข้อต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว
- (5) เขียนตัวถูกตัวลวงให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา
- (6) เขียนตัวเลือกให้เป็นอิสระจากกัน โดยไม่ให้ตัวเลือกเป็นตัวเดียวกัน มีความหมายสับสนสัมพันธ์กัน หรือครอบคลุมตัวเลือกอื่น ๆ
- (7) ควรเรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข โดยอาจจะเรียงมากไปหาน้อยหรือจากน้อยไปหามากก็ได้ เพื่อให้ผู้สอบหาคำตอบได้ง่ายขึ้น
- (8) พยายามใช้ตัวเลือกสั้น ๆ โดยตัดคำซ้ำออกหรือนำคำซ้ำไปไว้ในตัวคำถาม
- (9) ควรกระจายตำแหน่งตัวถูกในตัวเลือกทุกตัวให้เท่า ๆ กัน ในลักษณะสุ่ม (randomly) ไม่ให้เป็นระบบที่ผู้สอบจะจับแนวทางได้เพื่อป้องกันการเดาคำตอบ
- (10) คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ผิดต้องไม่แตกต่างกันชัดเจนจนเกินไป หรือถูกเด่น-ผิดโด่ง

## 3) การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนข้อสอบเลือกตอบทำได้ง่าย และสะดวกเพราะสามารถทำเฉลยไว้ล่วงหน้า และสามารถตรวจด้วยมือหรือใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ก็ได้

## 4) ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบเลือกตอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 133) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบเลือกตอบ ดังนี้

### (1) ข้อดี

- วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและสมรรถภาพทางปัญญาตั้งแต่ขั้นต้นถึงขั้นสูง
- ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและรวดเร็ว เหมาะสำหรับการใช้สอบคัดเลือกผู้ที่มีจำนวนมาก ๆ
- มีความเป็นปรนัยสูง ซึ่งสามารถเข้าใจคำถามได้ตรงกัน ตรวจให้คะแนนตรงกันสูง

- สามารถนำมาวิเคราะห์ และปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้นได้ง่าย
- มีโอกาสให้ความยุติธรรมสูง เพราะออกข้อสอบได้ครอบคลุมตัวอย่างของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

(2) ข้อจำกัด

- สร้างได้ยากและเสียเวลาเพราะต้องอาศัยความรู้ความชำนาญของผู้สร้างเป็นสำคัญ
- วัดความคิดลึกซึ้งในเชิงความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการใช้ภาษาและแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ได้ยาก
- ไม่ส่งเสริมหรือช่วยสร้างทักษะการเขียน
- สิ้นเปลืองมาก โดยต้องลงทุนกระดาษ หมึกและอุปกรณ์ในการสร้างและผลิตข้อสอบ
- ส่งเสริมการเดา ถ้าผู้สอบไม่ต้องการคิดหาคำตอบอาจใช้การเดาคำตอบแทน

### 3.4.4 การสร้างแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข, หน้า 69) ได้กล่าวไว้ ดังนี้

แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือเขียนตอบอย่างอิสระ จึงใช้ได้ครอบคลุมทั้งมโนทัศน์และวิธีการคิดการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน การใช้ทักษะความรู้ความสามารถและประสบการณ์ด้วย

การตอบแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ อาจใช้วิธีการที่หลากหลายหรือเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันในการวางแผนการแก้ปัญหาก็ได้ จึงใช้ประเมินผลการเรียนรู้ด้านกระบวนการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การประเมินด้วยแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ สามารถจะตรวจให้คะแนนอย่างเป็นปรนัยได้ โดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความหมายชัดเจนและครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

การสร้างแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำที่มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. ควรสร้างโจทย์หรือคำถามเพื่อจะได้คำตอบที่สะท้อนความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการ
2. หลีกเลี่ยงคำถามประเภทการวัดความจำหรือมีคำตอบถูกผิดอย่างชัดเจน
3. สร้างโจทย์หรือคำถามที่ชัดเจน เพื่อสื่อความหมายให้ผู้ตอบเข้าใจตรงกัน

4. ต้องกำหนดกรอบของการตอบตามประเด็นของคำถามและแนวทางการตอบแบบอื่น ๆ

5. มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างครอบคลุม โดยอาจกำหนดประเด็นเป็นตอน ๆ และกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละตอนอย่างชัดเจน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, หน้า 310) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำดังนี้

1. แสดงแนวคิด/วิธีทำชัดเจน และคำตอบถูกต้อง (4 คะแนน)
2. แสดงแนวคิด/วิธีทำไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง และได้คำตอบถูกต้อง (3 คะแนน)
3. ได้คำตอบถูกต้องโดยไม่แสดงแนวคิด/วิธีทำ (2 คะแนน)
4. แสดงวิธีหาคำตอบที่มีสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหา แต่ยังไม่สำเร็จ (1 คะแนน)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข, หน้า 72) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำดังนี้

1. คำตอบถูกต้อง และแสดงวิธีทำที่มีประสิทธิภาพโดยแสดงการคิดอย่างเป็นระบบและการคิดวิเคราะห์ (5 คะแนน)
2. คำตอบถูกต้อง และแสดงวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์ (3 คะแนน)
3. คำตอบไม่ถูกต้อง แต่แสดงวิธีทำถูกต้อง (2 คะแนน)
4. คำตอบไม่ถูกต้อง มีการแสดงวิธีทำแต่ยังไม่สมบูรณ์ (1 คะแนน)
5. คำตอบไม่ถูกต้อง และแสดงทำไม่ถูกต้อง (0 คะแนน)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข, หน้า 71) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ ไว้ดังนี้ว่า การให้คะแนนแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำสามารถทำได้หลายวิธี โดยจะต้องพิจารณาให้คะแนนในส่วนของคำตอบและการแสดงวิธีทำ ทั้งนี้การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันอาจจะให้คะแนนเท่ากันทุกวิธี หรือให้คะแนนแต่ละวิธีไม่เท่ากันก็ได้ ในกรณีที่วิธีการแก้ปัญหาของแต่ละวิธีมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ก็อาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่แตกต่างกันได้

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับเกณฑ์ในการให้คะแนน สามารถสรุปได้ว่า การกำหนดเกณฑ์สามารถทำได้หลายวิธีโดยจะต้องพิจารณาให้คะแนนในส่วนของคำตอบและการแสดงวิธีทำ อาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่แตกต่างกันได้ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำของปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, หน้า 310) ซึ่งแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 4 คะแนน ดังนี้

1. แสดงแนวคิด/วิธีทำชัดเจน และคำตอบถูกต้อง (4 คะแนน)

2. แสดงแนวคิด/วิธีทำไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง และได้คำตอบถูกต้อง (3 คะแนน)
3. ได้คำตอบถูกต้องโดยไม่แสดงแนวคิด/วิธีทำ (2 คะแนน)
4. แสดงวิธีหาคำตอบที่มีสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหา แต่ยังไม่สำเร็จ (1 คะแนน)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข, หน้า 72-73) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ ดังนี้

#### ข้อดี

1. ใช้ความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ด้วยตัวผู้เรียนเอง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้และความคิดด้วยภาษาของตนเอง
2. ใช้วัดความสามารถด้านความคิดระดับสูง เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และความสามารถด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร
3. ใช้วัดทักษะกระบวนการ ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิม ความรู้ใหม่และข้อมูลจากโจทย์ปัญหา
4. มีโอกาสเดาได้น้อย จึงใช้แยกความสามารถของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน
5. สามารถสร้างโจทย์ปัญหาได้ง่าย
6. ใช้วัดความสามารถในการเขียนตอบได้

#### ข้อจำกัด

1. ตรวจให้คะแนนได้ยาก มีความเป็นปรนัยต่ำ และต้องใช้เวลามาก
2. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนได้ยาก
3. โจทย์ปัญหาที่แก้ได้หลากหลายวิธีอาจมีปัญหาคือการกำหนดเกณฑ์การให้

#### คะแนน

4. ไม่สามารถใช้กับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเขียน
5. ลายมือของผู้ตอบ อาจมีผลต่อความเที่ยงตรงของการให้คะแนน

#### เจตคติ

##### 1. ความหมายของเจตคติ

คำว่า เจตคติ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า attitude มีรากศัพท์มาจากภาษาลาตินว่า aptus แปลว่า โน้มเอียง มีผู้ใช้คำอื่นในความหมายเดียวกัน เช่น ทศนคติ เจตณคติ ซึ่งมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาให้นิยาม หรือคำจำกัดความ สรุปได้ดังนี้

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2549ก, หน้า 3) ได้กล่าวว่า เจตคติเป็นพฤติกรรมหรือความรู้สึกทางด้านจิตใจที่มีต่อสิ่งเร้าใดสิ่งเร้าหนึ่งในทางสังคม รวมทั้งเป็นความรู้สึกที่เกิดจากการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งเร้าหรือเกี่ยวกับประสบการณ์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2549, หน้า 223) ได้กล่าวว่า เจตคติเป็นความรู้สึก ความเชื่อ ความศรัทธาของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ และประสบการณ์ที่ช่วยกระตุ้นจิตใจให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทางหนึ่ง เช่น สนับสนุนหรือต่อต้าน ชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย เป็นต้น

สุพานี สฤษฎ์วานิช (2549, หน้า 89) ได้กล่าวว่า เจตคติเป็นความเชื่อ และความรู้สึกเชิงประเมินที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือบุคคลใดบุคคลหนึ่ง และยังเป็นความคิดเห็น หรือคำพูดเชิงประเมิน (evaluation statements) ที่มีต่อเหตุการณ์ต่อบุคคล หรือต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในแง่บวกหรือแง่ลบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย เชื่อหรือไม่เชื่อ ดีหรือไม่ดี ชอบหรือไม่ชอบ

บุญธรรม กิจปริดาภิสุทธิ์ (2551, หน้า 308) กล่าวว่า เจตคติเป็นกิริยาท่าทีรวม ๆ ของบุคคลที่เกิดจากความพร้อมหรือความโน้มเอียงของจิตใจ ซึ่งแสดงออกต่อสิ่งไว้หนึ่ง ๆ เช่น วัตถุ สิ่งของและสถานการณ์ต่าง ๆ ในสังคม โดยแสดงออกในทางสนับสนุน ซึ่งมีความรู้สึกเห็นดี เห็นชอบต่อสิ่งไว้หนึ่ง ๆ หรือในทางต่อต้าน มีความรู้สึกที่ไม่เห็นดี ไม่เห็นชอบต่อสิ่งไว้หนึ่ง

อนาสเตซี (Anastasi. 1969, p.552) ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติหมายถึง ความโน้มเอียงที่จะแสดงในทางที่ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งไว้ อย่างไม่ อย่างไร เป็นต้นว่า กลุ่มชน ประเพณี หรือสถาบันต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เจตคติเป็นความรู้สึก ความคิดเห็นหรือท่าทีของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหลังจากได้เรียนรู้ และมีประสบการณ์ที่จะช่วยกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทางหนึ่ง เช่น สนับสนุน ต่อต้าน เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จึงเป็นการวัดความรู้สึก ความคิดเห็นหรือท่าทีของนักเรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว ซึ่งอาจจะแสดงในลักษณะทางบวกหรือทางลบโดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการตอบแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

## 2. เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก, หน้า 168-169) ได้กล่าวถึง เป้าหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสาระคณิตศาสตร์นั้น เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพสอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ในหลักสูตร ซึ่งสิ่งสำคัญที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน คือ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และเจตคติ โดยในส่วนของเจตคตินั้นสามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะ คือ เจตคติทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อคณิตศาสตร์

เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นคุณลักษณะที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ในลักษณะของความสนใจใฝ่รู้เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ การมีเหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความรอบคอบในการทำงาน



เจตคติต่อคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในด้านความพอใจหรือความไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. ความสอดคล้อง ภาวะที่กลมกลืนสอดคล้องกัน ไม่มีความกดดันด้านใดด้านหนึ่งจะทำให้เจตคติในสิ่งนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าไม่มีความสอดคล้องกันหรือมีแรงกดดัน ผู้เรียนอาจปรับเปลี่ยนทัศนคติจากสิ่งนั้น หรืออาจหาเหตุผลมาสนับสนุนความรู้สึกของตนเองได้
2. การเสริมแรง การเสริมแรงและการยกย่องชมเชยในรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ จะทำให้ผู้เรียนยอมรับข้อมูลข่าวสาร ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามสิ่งล่อใจ
3. การตัดสินใจทางสังคม การอยู่ในกลุ่มคนที่มีเจตคติแบบใดแบบหนึ่งจะทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามกลุ่มที่ตนสัมพันธ์อยู่ได้

การวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่นำไปใช้ เพื่อการประเมินหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการสอนของผู้สอน ความยากง่ายหรือความสลับซับซ้อนของเนื้อหาสาระ การจัดลำดับของเนื้อหา ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผล ส่วนการวัดเจตคติคณิตศาสตร์จะช่วยให้การวัดพฤติกรรมที่รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และสถานการณ์ของปัญหาต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพของตนเองได้ดียิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับเจตคติต่อคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็นความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในด้านความพอใจหรือความไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ และการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ โดยบุคคลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น การเสริมแรง และการยกย่องชมเชย การอยู่ร่วมกับบุคคลใด อาจจะมีส่วนทำให้มีเจตคติสัมพันธ์กับคนที่ใกล้ชิดนั้นได้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยาและเทคนิค KWDL ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### 3. ลักษณะของเจตคติ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึง ลักษณะของเจตคติ ไว้หลายท่าน ดังนี้

สมใจ ลักษณะ (2542, หน้า 150) ได้กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของเจตคติไว้ว่า

1. เจตคติเกิดจากการเรียนรู้
2. เจตคติเป็นจุดยืนของความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในโลกภายนอก

3. เจตคติ สะท้อนแรงจูงใจทางอารมณ์ที่บุคคลต้องการจะทำตัวให้สอดคล้องกับบุคคลที่ตนอยู่ร่วม

4. เจตคติเป็นส่วนลึกในจิตใจของบุคคลที่เป็นส่วนหนึ่งของบุคลิกภาพ

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2549, หน้า 223-224) กล่าวว่า เจตคติดีมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

1. เจตคติเป็นเรื่องเกี่ยวกับอารมณ์และความรู้สึกของบุคคล ในการวัดเจตคติจึงต้องถามเกี่ยวกับความรู้สึก ความเชื่อ ความศรัทธา จะไม่ถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (fact)

2. เจตคติของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งจะต้องมีการแสดงออกอย่างมีทิศทาง (direction) ว่าไปทางบวกหรือทางลบและมีปริมาณของความรู้สึกหรือระดับความเข้มข้น (intensity) ตามแนวของทิศทางตั้งแต่บวกน้อย ๆ จนถึงบวกมาก ๆ หรือตั้งแต่ลบมาก ๆ จนถึงลบน้อย ๆ ดังนั้นการวัดเจตคติจึงทำให้ทราบทั้งทิศทางและระดับความเข้มข้นของเจตคติ

3. เจตคติของบุคคลเกิดจากการเรียนรู้มากกว่ามีมาเองแต่กำเนิด ถ้าเรียนรู้ว่าสิ่งใดมีคุณค่าก็จะเกิดเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้น ถ้าเรียนรู้ว่าสิ่งใดไม่มีคุณค่าก็จะเกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น ถ้าสิ่งใดบุคคลไม่เคยรู้จักไม่เคยเรียนรู้เลยก็จะไม่เกิดเจตคติต่อสิ่งนั้น

4. เจตคติของบุคคลมีความคงเส้นคงวา (consistency) ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ๆ เป็นความรู้สึกที่ค่อนข้างคงที่ แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อบุคคลได้รับการพัฒนาเกิดการเรียนรู้ต่อสิ่งนั้น

5. เจตคติของบุคคลไม่สามารถวัดหรือสังเกตเห็นได้โดยตรง การวัดเจตคติจึงเป็นการวัดทางอ้อม (indirect observation) โดยใช้แบบวัดเจตคติเป็นสิ่งเร้าให้ผู้ถูกวัดเจตคติแสดงพฤติกรรมออกมาด้วยการตอบแบบวัดเจตคติแล้วแปลความหมายของการวัดผลนั้น

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2549ก, หน้า 3) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติ ไว้ว่า เจตคติเป็นความรู้สึกที่ซับซ้อนบ่งบอกลักษณะทางจิตใจ อารมณ์ของบุคคล ซึ่งอาจเป็นลักษณะที่ไม่แสดงออกมามากมายนอกให้บุคคลอื่นเห็นหรือเข้าใจก็ได้ ซึ่งมีลักษณะทั่วไปที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. เจตคติเป็นเรื่องของอารมณ์ (feeling) อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามเงื่อนไข หรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบุคคลจะมีการกระทำที่เสถียร โดยแสดงออกไม่ให้ตรงกับความรู้สึกของคนเมื่อเขารู้ตัวหรือรู้ว่ามีคนสังเกต

2. เจตคติเป็นเรื่องเฉพาะตัว (typical) ความรู้สึกของบุคคลอาจเหมือนกัน แต่รูปแบบการแสดงออกแตกต่างกันหรืออาจมีการแสดงออกที่เหมือนกัน แต่ความรู้สึกต่างกันก็ได้

3. เจตคติดีมีทิศทาง (direction) การแสดงออกของความรู้สึก สามารถแสดงออกได้ 2 ทิศทาง เช่น ทิศทางบวกเป็นทิศทางที่สังคมปรารถนา และทิศทางลบเป็นทิศทางที่สังคมไม่ปรารถนา ได้แก่ ชื่อสัตย์-คดโกง รักเกลียด ชอบ-ไม่ชอบ ชยัน-ชี้ยกย เป็นต้น

4. เจตคติดีมีความเข้ม (intensity) ความรู้สึกของบุคคลอาจเหมือนกันในสถานการณ์เดียวกัน แต่อาจแตกต่างกันในเรื่องความเข้มที่บุคคลรู้สึกมากน้อยต่างกัน เช่น รักมาก รักน้อย ชยันมาก ชยันน้อย เป็นต้น

5. เจตคติต้องมีเป้า (target) ความรู้สึกจะเกิดขึ้นลอย ๆ ไม่ได้ เช่น รักพ่อรักแม่ ขยันเข้าชั้นเรียน ซื่อสัตย์ทำการบ้าน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับลักษณะของเจตคติ สรุปได้ว่า เจตคติเป็นเรื่องเกี่ยวกับอารมณ์และความรู้สึกของบุคคลแต่ละคน เกิดจากการเรียนรู้ซึ่งไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ๆ เป็นความรู้สึกที่ค่อนข้างคงที่ แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อบุคคลได้รับการพัฒนาเกิดการเรียนรู้อีกต่อสิ่งนั้น

#### 4. องค์ประกอบของเจตคติ

เทพพนม เมืองแมน (2540, หน้า 7) ได้กล่าวว่า เจตคติเป็นสภาพความพร้อมทางด้านจิตของบุคคล ซึ่งเป็นผลรวมของความคิดเห็น ความเชื่อของบุคคลที่ถูกกระตุ้นด้วยอารมณ์ความรู้สึก และทำให้บุคคลพร้อมที่จะกระทำการหนึ่งสิ่งใด หรือเป็นตัวกำหนดแนวโน้มของบุคคลในการที่จะมีปฏิกิริยาตอบสนองในลักษณะที่ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งนั้น ซึ่งอาจเป็นบุคคล สิ่งของ การกระทำ สถานการณ์

อารี พันธุ์ณี (2541, หน้า 94) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของเจตคติ (attitude) ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ความเข้าใจ ความรู้สึก และพฤติกรรม ดังนี้

1. ความเข้าใจ (cognitive component) คือ ส่วนที่เป็นความรู้ ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

2. ความรู้สึก (affective component) คือ ส่วนของอารมณ์ ความรู้สึก

3. พฤติกรรม (behavioral component) คือ ส่วนของความตั้งใจที่จะประพฤติต่อคนใดคนหนึ่งหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2549ก, หน้า 10) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติ ไว้ว่า การที่บุคคลใดจะเกิดเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้น ไม่ว่าจะผ่านทางด้านบวกหรือลบ บุคคลนั้นจะต้องผสมผสานคุณลักษณะย่อย ๆ หลายอย่าง เช่น การรับรู้ การประเมินค่า ความซาบซึ้ง ความสนใจ คุณลักษณะเหล่านี้จะรวมตัวกันขึ้นเป็นความรู้สึกและเจตคติของบุคคลนั้น แต่อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้คนเราเกิดเจตคติขึ้นได้นั้นมีอยู่ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ (cognitive component) บุคคลใดจะมีเจตคติต่อสิ่งใดได้ บุคคลนั้นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งนั้นก่อน เพื่อใช้เป็นรายละเอียดสำหรับให้เหตุผลในการที่จะสรุปเป็นความเชื่อต่อไป

2. ความรู้สึก (feeling component) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดหลังจากรู้และเข้าใจสิ่งนั้นแล้ว กล่าวคือเมื่อบุคคลใดรู้และเข้าใจเรื่องใด จะสรุปเป็นความเห็นในรูปการประเมินผลว่าสิ่งนั้นเป็นที่พอใจหรือไม่ สำคัญหรือไม่ ดีหรือเลว ซึ่งเท่ากับเกิดอารมณ์ หรือความรู้สึกต่อสิ่งนั้น

3. ความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ (action tendency component) เป็นองค์ประกอบสุดท้ายที่รวมตัวมาจากความรู้และความรู้สึกที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนทำให้เกิดความโน้มเอียงที่จะ

ปฏิบัติ หรือตอบสนองต่อสิ่งนั้น ในทิศทางที่สนับสนุน คล้อยตามหรือความขัดแย้งตามความรู้สึกและความรู้สึกที่เป็นพื้นฐานนั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบของเจตคติ สรุปว่า เจตคติประกอบด้วยความรู้สึก ความรู้ และการแสดงออก

## 5. ประเภทของแบบวัดเจตคติ

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2549, หน้า 223) กล่าวว่า แบบวัดเจตคติเป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัย (affective domain) ซึ่งประกอบด้วยชุดของข้อความจำนวนหนึ่งที่ใช้วัดความรู้สึก ความเชื่อ ความศรัทธา ของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่อสิ่งต่าง ๆ

นอกจากนี้พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2549, หน้า 224-231) ยังได้กล่าวอีกว่า แบบวัดเจตคติที่ใช้ในการวิจัยมีหลายประเภท แต่ที่นิยมใช้มีอยู่ 3 ประเภทคือ แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท แบบวัดเจตคติตามวิธีของออสกู๊ด และแบบวัดเจตคติตามวิธีของเทอร์สโตน ซึ่งมีรายละเอียด สรุปได้ดังนี้

1. แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert's scale) ผู้สร้างแบบวัดเจตคตินี้คือ R.A.Likert โดยใช้หลักการวัดค่ารวม (summative scale) ซึ่งบางที่เรียกว่า summated rating หรือ sigma scale หรือ Likert type ลักษณะที่สำคัญของแบบวัดนี้ก็คือกำหนดช่วงความรู้สึกของคนเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ เป็น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แบบวัดจะประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งทั้งทางบวกและทางลบ และมีจำนวนเท่า ๆ กัน มีการประเมินน้ำหนักความรู้สึกของข้อความ หรือกำหนดน้ำหนักและการตอบแต่ละตัวเลือก ภายหลังจากที่ได้รับรวบรวมข้อมูลมาแล้ว

2. แบบวัดเจตคติตามวิธีของออสกู๊ด (Osgood's scale) ผู้คิดสร้างแบบวัดนี้คือ G.E.Osgood และให้ชื่อแบบนี้ว่า วิธีการแห่งความแตกต่างของความหมายหรือเทคนิคจำแนกความแตกต่างทางภาษา (semantic differential scale : SDS) ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

2.1 แบบวัดนี้ใช้คำคุณศัพท์มาอธิบายความหมายของสิ่งเร้าที่ต้องการจะวัด ซึ่งออสกู๊ดเรียกว่า มโนทัศน์ (concept) เช่น อาชีพครู นักการเมือง ผู้หญิง การเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.2 คำคุณศัพท์ที่ใช้อธิบายมโนทัศน์หรือคุณลักษณะของสิ่งเร้าจะเป็นคู่ที่มีความหมายตรงกันข้าม (bipolar adjective) ซึ่งมี 3 รูปแบบ หรือ 3 องค์ประกอบคือ

2.2.1 องค์ประกอบด้านการประเมิน (evaluation factor) เป็นองค์ประกอบหรือคำคุณศัพท์ที่แสดงออกในเชิงคุณค่า เช่น ดี-เลว สวย-น่าเกลียด ฉลาด-โง่ ใจดี-ใจร้าย เป็นต้น

2.2.2 องค์ประกอบด้านศักยภาพ (potency factor) เป็นองค์ประกอบหรือคำคุณศัพท์ที่แสดงถึงพลังอำนาจ เช่น แข็งแรง-อ่อนแอ หนัก-เบา หยาบ-ละเอียด กล้า-กลัว เป็นต้น

2.2.3 องค์ประกอบด้านกิจกรรม (activity factor) เป็นองค์ประกอบหรือคำคุณศัพท์ที่แสดงถึงลักษณะกิจกรรม หรือกิริยาอาการต่าง ๆ เช่น เร็ว-ช้า ร้อน-เย็น ขยัน-ขี้เกียจ ร่าเริง-ซึมเศร้า เป็นต้น

3. แบบวัดเจตคติตามวิธีของเทอร์สโตน (Thurstone's scale) วิธีนี้ Louis Thurstone เป็นผู้สร้าง โดยเน้นคุณสมบัติของการวัดในด้านความเท่ากันหรือดูเหมือนว่าจะเท่ากันของแต่ละช่วงคะแนนความคิดเห็น (equal interval) คะแนนของความคิดเห็นที่แตกต่างกันมีช่วงห่างเท่า ๆ กัน แบบวัดนี้อาจเรียกชื่ออย่างหนึ่ง ได้แก่ equal-appearing interval, judgment method, priori approach, psychology scale แบบวัดของเทอร์สโตน มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

3.1 กำหนดช่วงความรู้สึกเป็น 11 ช่วงเท่า ๆ กัน จากน้อยที่สุดไปหามากที่สุด

3.2 ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตัดสิน (judge) พิจารณาข้อความก่อน

3.3 แต่ละข้อความมีค่าประจำข้อความ (scale value -S) และค่าการกระจาย (quartile deviation-Q)

3.4 แบบวัดเจตคติทั้งหมดนี้มีประมาณ 20-25 ข้อความ

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้จะใช้แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท เนื่องจากมาตรวัดเจตคติแบบนี้ สามารถใช้วัดเจตคติได้อย่างกว้างกว่าแบบอื่น ๆ และสามารถวัดเจตคติได้เกือบทุก ๆ เรื่อง ยิ่งกว่านั้นจะมีความเที่ยงตรงสูงกว่าแบบอื่น ๆ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2540, หน้า 25)

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2549ก, หน้า 4) กล่าวว่า การวัดเจตคตินับว่ามีความยุ่งยากพอสมควร เพราะเป็นการวัดคุณลักษณะภายในของบุคคล ซึ่งเกี่ยวข้องกับอารมณ์ความรู้สึก หรือเป็นลักษณะทางจิตใจ คุณลักษณะดังกล่าวมีการแปรเปลี่ยนได้ง่าย ไม่แน่นอน แต่ถึงอย่างไรก็ตาม เจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดยังสามารถวัดได้ ซึ่งต้องอาศัยหลักสำคัญดังต่อไปนี้

1. ต้องยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (basic assumptions) เกี่ยวกับการวัดเจตคติ ดังนี้

1.1 ความคิดเห็น ความรู้สึก หรือเจตคติของบุคคลนั้น จะมีลักษณะคงที่หรือคงเส้นคงวาอยู่ช่วงเวลาหนึ่งนั่นคือความรู้สึกนึกคิดของคนเรา ไม่ได้เปลี่ยนแปลงหรือแปรผันอยู่ตลอดเวลา อย่างน้อยจะต้องมีช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่ความรู้สึกของคนเรามีความคงที่ ซึ่งทำให้สามารถวัดได้

1.2 เจตคติของบุคคลไม่สามารถวัดหรือสังเกตเห็นได้โดยตรง การวัดเป็นการวัดแบบวัดทางอ้อมโดยวัดจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออก หรือประพฤติกฎปฏิบัติสม่ำเสมอ

1.3 เจตคตินอกจากแสดงออกในรูปทิศทางของความรู้สึก เช่น สนับสนุนหรือคัดค้าน ยังมีขนาด หรือปริมาณของความคิดความรู้สึกนั้นด้วย ดังนั้นในการวัดเจตคติ นอกจากกระทำให้ทราบลักษณะหรือทิศทางแล้ว ยังสามารถบอกระดับความมากน้อยหรือความเข้มข้นของเจตคติได้ด้วย

2. การวัดเจตคติด้วยวิธีการใดก็ตาม จะต้องมีส่วนประกอบ 3 อย่าง คือตัวบุคคลที่จะถูกวัด มีสิ่งเร้า เช่น การกระทำเรื่องราวที่บุคคลจะแสดงเจตคติตอบสนอง และสุดท้ายต้องมีการตอบสนองซึ่งจะออกมาเป็นระดับสูงต่ำมากน้อย ดังนั้นในการวัดเจตคติเกี่ยวกับสิ่งใดของบุคคลสามารถวัดได้โดยการนำสิ่งเร้า ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นข้อความเกี่ยวกับรายละเอียดในสิ่งนั้นไปเร้าให้บุคคลแสดงท่าทีความรู้สึกต่าง ๆ ที่มีต่อสิ่งนั้นให้ออกมาเป็นระดับ หรือความเข้มของความรู้สึกคล้ายตาม หรือคัดค้าน

3. สิ่งเร้าที่จะนำไปใช้เร้า หรือทำให้บุคคลได้แสดงเจตคติที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกมา ที่นิยมใช้ คือข้อความวัดเจตคติ (attitude statement) ซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางภาษาที่ใช้อธิบายถึงคุณค่า คุณลักษณะของสิ่งนั้น เพื่อให้บุคคลตอบสนองออกมาเป็นระดับความรู้สึก (attitude continuum หรือ scale) เช่น มาก ปานกลาง น้อย เป็นต้น

4. การวัดเจตคติเพื่อทราบทิศทางและระดับความรู้สึกของบุคคลนั้น เป็นการสรุปผลจากการตอบสนองของบุคคลจากรายละเอียด หรือแง่มุมต่าง ๆ ดังนั้นการวัดเจตคติของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใดสิ่งใดจะต้องพยายามถามคุณค่า และลักษณะในแต่ละด้านของเรื่องนั้นออกมา แล้วนำผลซึ่งเป็นส่วนประกอบหรือรายละเอียดปลีกย่อยมาผสมผสาน สรุปรวมเป็นเจตคติของบุคคลนั้น เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่การวัดนั้น ๆ จะต้องครอบคลุมคุณลักษณะต่าง ๆ ครบถ้วนทุกลักษณะ เพื่อให้การสรุปผลตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด

5. การวัดเจตคติ ต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรง (validity) ของผลการวัดเป็นพิเศษ กล่าวคือ ต้องพยายามให้ผลการวัดที่ได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของบุคคลทั้งในแง่ทิศทางระดับ หรือช่วงของเจตคติ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2551, หน้า 309-310) กล่าวว่า การวัดเจตคติมีหลักการเบื้องต้นที่ต้องทำความเข้าใจ 3 ประการ คือ

1. เนื้อหา (content) การวัดเจตคติต้องมีสิ่งเร้าไปกระตุ้นให้แสดงกิริยาท่าทีออกมา สิ่งเร้าโดยทั่วไปได้แก่ เนื้อหาที่ต้องการวัด เช่น ต้องการวัดเจตคติต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับชีวิตครอบครัวของบุคคล เนื้อหาที่เป็นสิ่งเร้าในที่นี้คือ สถานการณ์การตัดสินใจเกี่ยวกับชีวิตครอบครัวและความสัมพันธ์ภายในครอบครัว

2. ทิศทาง (direction) การกำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรง และต่อเนื่องกันในลักษณะเป็นซ้าย-ขวา หรือบวกหรือลบ กล่าวคือเริ่มจาก เห็นด้วยอย่างยิ่ง และลดความเห็นลงเรื่อย ๆ จนถึงมีความรู้สึกเฉย และลดต่อไปเป็นไม่เห็นด้วยจนไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ลักษณะของการเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอยู่เป็นเส้นตรงเดียวกันและต่อเนื่องกัน

3. ความเข้มข้น (intensity) กิริยาท่าทีและความรู้สึกที่มีปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้า มีปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน ถ้ามีความเข้มข้นสูงไม่ว่าจะเป็นไปในทิศทางใดก็ตามจะมีความรู้สึกหรือกิริยาท่าทีรุนแรงมากกว่า ระดับความรุนแรงหรือความเข้มข้นเป็นความรู้สึกค่าตัวเลขที่ประเมินได้จึงเป็นตัวเลขเชิงความรู้สึก ถ้าให้ตัวเลขเหมือนกันแสดงว่า มีความรุนแรงหรือความเข้มข้นเท่ากัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับวิธีวัดเจตคติ สรุปได้ว่า วิธีการวัดเจตคติที่สามารถวัดได้จากการสังเกต การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม การรายงานตนเอง การใช้โปรเจกทีฟเทคนิค การใช้สังคัมมิตี การทำงานบางอย่างที่กำหนดให้ การประเมินความรู้สึกของตนเอง เจตคติประกอบด้วยความรู้สึก ความรู้ และการแสดงออก ซึ่งจะต้องมีสิ่งประกอบ 3 อย่าง คือตัวบุคคลที่จะถูกวัด มีสิ่งเร้า และการตอบสนอง

#### 6. ข้อควรพิจารณาในการวัดเจตคติ

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528, หน้า 187) อธิบายว่า วิธีวัดเจตคติสามารถวัดได้จาก

1. โดยการประเมินความรู้สึกของตนเอง
2. สังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก
3. แปลความหรือตีความปฏิกิริยาที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งเร้า
4. การทำงานบางอย่างที่กำหนดให้

พรรณี เจนจิต (2538, หน้า 17) เสนอวิธีวัดเจตคติว่าเราสามารถวัดได้จาก

การสังเกต การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม การรายงานตนเอง การใช้โปรเจกทีฟเทคนิค และการใช้สังคัมมิตี

บุญธรรม กิจปริดาบริสุทธิ์ (2551, หน้า 310-311) กล่าวว่า การวัดเจตคติมีความจำกัดในตัวเองหลายประการ ซึ่งในการสร้างและการใช้แบบวัดจะต้องคำนึงถึงสิ่งสำคัญดังนี้

1. เจตคติเป็นตัวแปรทางจิตวิทยา ในลักษณะตัวแปรสมมติ (hypothetical or latent variable) ซึ่งในการศึกษาต้องอาศัยเทคนิควิธีการที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่สามารถสังเกตได้โดยง่าย ฉะนั้น ถ้าหากจะวัดเจตคติให้ได้จริง ๆ นอกจากต้องใช้เวลาศึกษานานแล้ว ยังต้องระวังในการสร้างแบบวัดเจตคติเป็นพิเศษอีกด้วย

2. เจตคติที่วัดได้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของเจตคติทั้งหมด กล่าวคือ เจตคติที่มีต่อเรื่องใดจะเป็นกิริยาท่าทีทั้งปวงของบุคคลที่แสดงออกให้เห็น แต่ในการวัดจะเลือกวัดกิริยาท่าทีออกให้เห็นเพียงบางส่วนหรือเฉพาะที่เด่นชัดเท่านั้น ฉะนั้น การกำหนดหรือเลือกเนื้อหาที่เป็นสิ่งเร้าและกิริยาท่าทีที่แสดงออกให้เห็น จะต้องกำหนด และเลือกให้เป็นตัวแทนของเนื้อหาและกิริยาท่าทีทั้งหลายทั้งปวงที่บุคคลแสดงออกมาให้เห็น นั่นคือ ข้อความวัดเจตคติที่สร้างต้องครอบคลุมประเด็นเจตคติที่ต้องการวัดทั้งหมด

3. เจตคติเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับความรู้สึก ทำที่ ซึ่งมีอารมณ์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ฉะนั้น การวัดเจตคติจะต้องไม่ถามที่เป็นข้อเท็จจริง และข้อความที่ใช้ถามต้องไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิดอย่างแน่นอน

4. เจตคติในเรื่องที่ยังมีความหมายไม่แน่นอนและมีขอบเขตกว้างมาก การวัดแต่ละครั้งจึงต้องให้ความหมายและขอบเขตเจตคติในเรื่องนั้นให้ชัดเจน มิฉะนั้นอาจทำให้การวัดเจตคติผิดโดยไม่ตั้งใจ หรือวัดบางส่วนของเจตคติที่ต้องการเท่านั้น หรือวัดเจตคติหลายเรื่องพร้อม ๆ กัน ทั้ง ๆ ที่ต้องการวัดเพียงครั้งเดียว

5. เจตคติเป็นเรื่องที่เปลี่ยนแปลงได้ และการเปลี่ยนแปลงของเจตคติในแต่ละเรื่องแตกต่างกัน เจตคติบางเรื่องมีความคงทนอยู่ได้นานกว่าเจตคติในบางเรื่อง เช่น เจตคติต่อการเมือง หรือพรรคการเมืองจะคงทนอยู่ได้นานกว่า เจตคติต่อการสูบบุหรี่หรือดื่มสุรา เป็นต้น ฉะนั้นการวัดเจตคติจะต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงและความคงอยู่ของเจตคตินั้น ๆ ด้วย

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับข้อควรพิจารณาในการวัดเจตคติ สรุปได้ว่า เจตคติเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับความรู้สึก ทำที่ ซึ่งมีอารมณ์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เจตคติเป็นเรื่องที่เปลี่ยนแปลงได้ และเจตคติในเรื่องที่ยังมีความหมายไม่แน่นอนและมีขอบเขตกว้างมาก การวัดแต่ละครั้งจึงต้องให้ความหมายและขอบเขตเจตคติในเรื่องนั้นให้ชัดเจน มิฉะนั้นอาจทำให้การวัดเจตคติผิดโดยไม่ตั้งใจ หรือวัดบางส่วนของเจตคติที่ต้องการเท่านั้น เจตคติอาจวัดได้จากสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม เป็นต้น

## 7. การสร้างมาตรวัดเจตคติแบบลิเคอร์ท

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2549, หน้า 224-226) ได้ระบุวิธีการสร้างมาตรวัดเจตคติแบบลิเคอร์ทไว้ว่า ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดเป้าเจตคติ ที่ต้องการจะศึกษาหรือที่ต้องการจะวัด ซึ่งอาจจะเป็นคน วัตถุ สิ่งของ องค์กร สถาบัน อาชีพ นโยบาย ฯลฯ เช่น เจตคติต่ออาชีพนักการเมือง เจตคติต่อวิชาภาษาไทย เจตคติต่อโรงเรียน เจตคติต่อนโยบายการจัดระเบียบสังคม เป็นต้น

2. ให้ความหมายหรือระบุขอบข่ายของเป้าเจตคติ ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจนว่า ประกอบด้วยคุณลักษณะใดบ้าง เพื่อให้สามารถเขียนข้อความแสดงความรู้สึกต่อเป้าเจตตินั้นได้อย่างครอบคลุมชัดเจน

3. เขียนข้อความแสดงความรู้สึกต่อเป้าเจตคติที่ต้องการจะวัดให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญ ๆ ตามกำหนดไว้ในข้อ 2 ให้มีข้อความทั้งทางบวกและทางลบมากพอ เมื่อวิเคราะห์แล้วเหลือจำนวนข้อความที่ต้องการนำไปใช้วัดเจตคติได้ ข้อความควรมีลักษณะดังนี้

3.1 เป็นข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อสิ่งที่ต้องการวัด สามารถโต้แย้งได้

3.2 เป็นข้อความที่ต้องมีความสมบูรณ์ชี้ชัดประเด็นเดียว

3.3 เป็นข้อความที่ต้องมีความแจ่มชัด สั้น กระชับรัด

3.4 เป็นข้อความที่ใช้ภาษาเข้าใจง่าย ไม่ใช่ศัพท์เทคนิคทางวิชาการ

3.5 เป็นข้อความง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

3.6 หลีกเลี่ยงการใช้คำคุณศัพท์หรือคำกริยาวิเศษณ์ เช่น เสมอ ๆ บ่อย ๆ ไม่เคย ไม่มีเลย ทั้งหมด เป็นต้น

3.7 ไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อน เพราะอาจทำให้ผู้ตอบเข้าใจได้ยากหรือสับสน

4. ตรวจสอบข้อความที่เขียนไว้ โดยตรวจสอบด้วยตนเองหรือให้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ ตรวจสอบ โดยพิจารณาในเรื่องของความครบถ้วนของคุณลักษณะของสิ่งที่ศึกษา ความถูกต้องเหมาะสมการใช้ภาษา ความสอดคล้องกันกับรูปแบบการตอบที่กำหนดไว้ว่าควรใช้รูปแบบของการตอบแบบใด

5. ตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยการทดลองใช้แบบวัดเจตคติกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่ง เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความและภาษาที่ใช้ รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติทั้งฉบับด้วย

6. กำหนดการให้คะแนนการตอบของแต่ละตัวเลือก โดยทั่วไปนิยมกำหนดเป็นคะแนน 5 4 3 2 1 (หรือ 4 3 2 1 0) สำหรับข้อความทางบวก และ 1 2 3 4 5 (หรือ 0 1 2 3 4) สำหรับข้อความทางลบ การกำหนดคะแนนลักษณะนี้เรียกว่า arbitrary weighting method

7. จัดชุดแบบวัดเจตคติ เมื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดแล้วให้จัดชุดแบบวัดเจตคติ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีจำนวนข้อความตั้งแต่ 20 ข้อขึ้นไป เพราะถ้าแบบวัดมีจำนวนข้อความน้อย ความเชื่อมั่นมักจะมีค่าน้อย ความเที่ยงตรงก็ไม่มี

บุญธรรม กิจปรีดาภิรุต (2551, หน้า 318) ได้อธิบายถึง การสร้างข้อความวัดเจตคติตามแนวของลิเคอร์ท์ว่าเป็นการวัดแบบภาพรวม ใช้ข้อความหลายข้อผสมกันในลักษณะตรวจสอบ ยืนยันกันเอง ลวงถามทั้งในเชิงบวก และเชิงลบ ปัญหาที่สำคัญของการสร้างข้อความคือ จะถามเรื่องอะไรบ้าง จะถามกี่ข้อ ลักษณะใจความของข้อความประกอบด้วยเรื่องใดบ้าง จำนวนข้อความเชิงบวกกับเชิงลบควรมีอย่างละเท่าใด จะมีเฉพาะบวกหรือลบอย่างเดียวได้หรือไม่

บุญธรรม กิจปรีดาภิรุต (2551, หน้า 322) ได้อธิบาย คำว่า ข้อความเชิงบวกกับข้อความเชิงลบ อย่างไรเรียกว่า เชิงบวก และอย่างไรเรียกว่าเชิงลบ เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่เป็นปัญหาในการทำความเข้าใจและการให้คะแนน ประเมินเจตคติ เนื่องจากการถามเจตคติบางเรื่องเนื้อหาเป็นเชิงลบ เช่น เจตคติที่มีต่อโรคเอดส์ เจตคติที่มีต่อการทิ้งขยะในสวนสาธารณะ โรคเอดส์ หรือการทิ้งขยะเป็นเรื่องเชิงลบ ข้อความที่เป็นเชิงลบ ข้อความที่เป็นเชิงบวก เชิงลบจะเป็นข้อความอย่างไร ถ้าผู้ตอบเห็นด้วยจะหมายความว่า อย่างไร เห็นว่า โรคเอดส์ การทิ้งขยะในสวนสาธารณะเป็นเรื่องดีใช่หรือไม่ เพื่อความเข้าใจและให้ตรงกับความรู้สึกของคนปกติ คำว่า เชิงบวก หมายถึง เป็นข้อความที่มีเนื้อหาตรงกับที่เราต้องการ ถ้าตอบเห็นด้วยก็จะให้

คะแนนมาก และถ้าตอบไม่เห็นด้วยก็จะให้คะแนนน้อย เมื่อนำคะแนนทุกข้อรวมกัน ผู้ที่ได้คะแนนมากจะมีเจตคติที่ดีต่อเรื่องนั้น ซึ่งถ้าเรื่องนั้นเป็นเนื้อหาเชิงบวกก็ตอบได้ทันที แต่ถ้าเป็นเนื้อหาเชิงลบ จะต้องให้ความหมายของเจตคติที่ดีไว้ด้วยว่า หมายถึง เจตคติที่ต่อต้าน คัดค้าน เรื่องนั้น เช่น เจตคติที่ดีต่อการทิ้งขยะในสวนสาธารณะ ก็หมายความว่า มีเจตคติต่อต้าน คัดค้านการทิ้งขยะในสวนสาธารณะ หรือเห็นว่าการทิ้งขยะในสวนสาธารณะเป็นเรื่องไม่ดี

บุญธรรม กิจปริดาบวิสุทธิ (2551, หน้า 322-323) ได้กล่าวถึง หลักการสร้างข้อความ ว่าควรรยึดหลักดังนี้

1. เป็นข้อความที่สามารถขัดแย้งได้ โต้แย้งด้วยความคิดเห็นที่แตกต่างกันได้ มิใช่เป็นข้อความที่เป็นเท็จจริง หรือเป็นเรื่องที่รู้ ที่เข้าใจกันอยู่แล้วว่าเป็นอย่างไร

2. ต้องมีใจความสมมบูรณ์ และชี้ให้เห็นเจตคติอย่างชัดเจนเพียงประการเดียว

3. ต้องเป็นข้อความง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน การเขียนเป็นประโยคสั้น ๆ ไม่ใช่ประโยคซ้อน ควรใช้ประโยคสั้นแบบมีแต่ประธาน กริยา กรรมและคำขยายที่เฉพาะเจาะจง จะทำให้ชัดเจนขึ้น

4. ต้องสั้นกะทัดรัด และได้ใจความชัดเจน คำที่ไม่มีความหมาย หรือคำที่ทำให้มีใจความคลุมเครือ เช่น นโยบาย 30 บาท รักษาทุกโรคของรัฐบาลทักษิณปัจจุบัน คำว่า รัฐบาลทักษิณ และปัจจุบัน ดัดออก ก็ยังมีความหมายหรือเข้าใจได้เหมือนเดิม หรือคำย่อ คำศัพท์วิชาการบางคำใส่ไว้จะทำให้คลุมเครือ และเข้าใจยาก ควรตัดออกให้หมด

5. แต่ละข้อต้องมีความคิดหรือใจความเดียว หากมีหลายความคิดหรือหลายใจความจะทำให้กำกวม และยุ่งยากในการวิเคราะห์ เช่น การคุมกำเนิดเป็นการขัดต่อหลักศาสนาและขนบธรรมเนียมประเพณีไทย เป็นข้อความที่มีสองใจความ คือ การคุมกำเนิดเป็นการขัดต่อหลักศาสนา กับการคุมกำเนิดเป็นการขัดต่อขนบธรรมเนียมประเพณีไทย ซึ่งก่อให้เกิดความลำบากในการตอบมาก ถ้าหากเห็นว่า การคุมกำเนิดขัดต่อศาสนา แต่ไม่เห็นด้วยว่าขัดต่อขนบธรรมเนียมประเพณีไทย ซึ่งก่อให้เกิดความยากลำบากใจในการตอบมาก ถ้าหากเห็นว่า การคุมกำเนิดขัดต่อศาสนา แต่ไม่เห็นด้วยว่าขัดต่อขนบธรรมเนียมไทยจะตอบอย่างไร หรือว่ามีเห็นด้วยมากในใจความว่า การคุมกำเนิดขัดต่อศาสนา แต่เห็นด้วยเพียงเล็กน้อย ว่าขัดต่อขนบธรรมเนียมไทย อย่างนี้จะตอบว่าอย่างไร ในขณะที่เดียวกันในการวิเคราะห์ก็เช่นเดียวกัน ผลที่ได้จะให้ความหมายว่าอย่างไร

6. ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ๆ ไม่ควรใช้ศัพท์เทคนิคทางวิชาการไม่ว่าจะใช้วัดผู้ที่มีระดับการศึกษาสูงหรือไม่ก็ตาม

7. การใช้คำคุณศัพท์หรือกริยาวิเศษณ์ ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษหากหลีกเลี่ยงได้ ก็ไม่ควรให้มี เนื่องจากคำคุณศัพท์หรือกริยาวิเศษณ์ มักทำให้กำกวม ไม่ชัดเจน เช่น คำว่า ทั้งหมด เสมอๆ ไม่เลย ไม่เคย เป็นครั้งคราว สวยมาก เป็นต้น

8. ไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธ โดยเฉพาะปฏิเสธซ้อน ห้ามใช้เด็ดขาด เนื่องจาก ประโยค ปฏิเสธเข้าใจยาก และเมื่อคำตอบเป็นปฏิเสธด้วย ก็จะทำให้เป็นปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ กล่าวคือ ถ้าตอบว่าเห็นด้วยจะแปลว่า ไม่เห็นด้วย และถ้าตอบว่าไม่เห็นด้วย จะแปลว่าเห็นด้วย เป็นต้น

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับการสร้างมาตรฐานวัดเจตคติแบบลิเคอร์ทประกอบด้วยขั้นตอน เช่น กำหนดเป้าเจตคติ ที่ต้องการจะศึกษาหรือที่ต้องการจะวัด ให้ความหมายหรือระบุขอบข่ายของ เป้าเจตคติ เขียนข้อความแสดงความรู้สึกต่อเป้าเจตคติที่ต้องการจะวัดให้ครอบคลุมคุณลักษณะ ที่สำคัญ ๆ ตรวจสอบข้อความที่เขียน ตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น กำหนดการให้คะแนนการตอบของแต่ละตัวเลือก จัดชุดแบบวัดเจตคติ

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศ

สุภิน พิทักษ์ศักดิ์ดากร (2541, หน้า 44) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยาในโรงเรียนปรินส์รอแยลส์วิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปรินส์รอแยลส์วิทยาลัย จำนวน 11 ห้องเรียน ที่เรียนวิชา คณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 ห้องเรียนและกลุ่มควบคุม 9 ห้องเรียน กลุ่มทดลองใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยาที่มีขั้นตอนดังนี้ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ 4) ตรวจสอบ/คำตอบ กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้รูปแบบการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบมีจำนวน 76.85 และ 73.25 ตามลำดับ

พนารัตน์ วัดไทยสง (2544, หน้า 48) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง โลก ดวงดาวและอวกาศ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง โลก ดวงดาวและอวกาศ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001

วีระศักดิ์ เลิศโสภา (2544, หน้า 62) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการใช้เทคนิคการสอน KWDL ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคการสอน KWDL สูงกว่านักเรียนที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนโดยใช้เทคนิคการสอน KWDL ระดับมาก

ฐิตยา อินทุยศ (2546, หน้า 59-60) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองใหม่ชลอราษฎร์รังสฤษดิ์ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของโพลยา มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.93/92.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทรงศนัย โกวิทยากร (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรกของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการใช้รูปแบบการสอนของโพลยา พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรกของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษหลังใช้รูปแบบการสอนของโพลยาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีความเห็นด้วยอย่างมากต่อการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรกจากการใช้รูปแบบการสอนของโพลยา ทั้งในด้านรูปแบบการสอนของโพลยา การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรก กิจกรรมการเรียนการสอนและประโยชน์ที่ได้รับ

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547, หน้า 110) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และตามแนว สสวท. ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และตามแนวคู่มือสสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL สูงกว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามแนวสสวท.

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เห็นด้วยในระดับมากต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรียงตามลำดับ ดังนี้ 1) ด้านประโยชน์ที่ได้จากการร่วมกิจกรรมนักเรียนได้ทำงานอย่างเป็นระบบและรอบคอบ เป็นการฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีความรับผิดชอบและกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น 2) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ นักเรียนได้รับความสนุกสนานและมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และ 3) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด และนักเรียนเห็นด้วยในระดับปานกลางต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนว สสวท. เรียงตามลำดับดังนี้ 1) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ นักเรียน

ได้รับความสนุกสนาน และมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนชอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาและได้แสดงความคิดเห็น ร่วมอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญห และ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรม นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนและได้รับประสบการณ์และความรู้ใหม่ ๆ

ปานจิต วัชรรังษี (2548, หน้า 102) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. พฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายพฤติกรรมพบว่า พฤติกรรมที่มีการปฏิบัติมากที่สุดคือ ความตั้งใจในการทำงานกลุ่มและการให้ความร่วมมือในการหาคำตอบ และพูดสนับสนุนความคิดเห็นเพื่อนมีการปฏิบัติในระดับต่ำที่สุด 3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาโดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนเห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับ นอกจากนี้นักเรียนมีข้อเสนอแนะว่าควรนำกระบวนการของโพลยาไปใช้กับสาระอื่น ๆ เช่น สมการ เศษส่วนและทศนิยม และควรจัดการเรียนรู้โดยวิธีอื่น ๆ ด้วย

สุภาพรณ์ ทองใส (2548, หน้า 112) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิดของวอร์รณี ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิดของวอร์รณีแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เห็นด้วยมากต่อวิธีจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิดของวอร์รณี โดยนักเรียนเห็นด้วยมากเป็นอันดับ 1 คือ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม สนุกสนานและเรียนรู้อย่างมีความสุข รองลงมาคือด้านประโยชน์ที่ได้รับนักเรียนได้ฝึกคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เห็นคุณค่าและประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น สามารถนำขั้นตอนการแก้ปัญหไปใช้ในการเรียนรู้สาระการเรียนรู้อื่น ๆ ได้ ลำดับสุดท้ายคือด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาในเวลาที่กำหนดได้ และทำให้นักเรียนสามารถสรุปและนำเสนอการแก้ปัญหตามขั้นตอน KWDL ร่วมกับเพื่อน ๆ ได้อย่างเป็นระบบ

นิยม เกียรติทาทราย (2548, หน้า 90-91) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการหาพื้นที่และปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาการหาพื้นที่และปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยปานกลาง นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นอันดับ 1 คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ โดยเห็นว่าทำให้นักเรียนได้มีการช่วยเหลือพึ่งพากัน ฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์อย่างมีขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในหน้าที่ รองลงมา คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจวิธีแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย นักเรียนชอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยเทคนิค KWDL ทำให้ได้แสดงความคิดเห็นและร่วมอภิปรายเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา และลำดับสุดท้าย คือ ด้านบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และมีความสนุกสนานในการจัดการเรียนรู้

เนตรนรินทร์ พิมพ์ละมาต (2549, หน้า 128) ผลการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันโดยใช้เทคนิคเกมแข่งขัน TGT ร่วมกับเทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานที่กำหนดไว้ โดยหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีผลการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียนแต่ละหน่วย พบว่า โจทย์ปัญหาการคูณ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด

จิตรีรัตน์ ฤทธิสมบุรณ์ (2549, หน้า 131) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้เทคนิคกลุ่มช่วยเหลือเป็นรายบุคคล ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการเรียนรู้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิคกลุ่มช่วยเหลือเป็นรายบุคคล ร่วมกับเทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีผลการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

2. ผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีระดับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่นักเรียนปฏิบัติในระดับมากเป็นลำดับที่ 1 คือ ด้านความใส่ใจตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน และด้านที่นักเรียนปฏิบัติในระดับมากเป็นลำดับสุดท้าย คือ ด้านการยอมรับฟังความคิดเห็นกันและกัน

3. ความคิดเห็นของนักเรียนต่อวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิคกลุ่มช่วยเหลือเป็นรายบุคคล ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า นักเรียนเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก คือ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการส่งเสริมในด้านการคิดวิเคราะห์เรื่องโจทย์ปัญหามากขึ้น และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรม นักเรียนได้รับการคิดที่เป็นลำดับขั้นตอนตามลำดับ

ยุพิน ยืนยง (2549, หน้า 117) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การนิเทศแบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อพัฒนาสมรรถภาพการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า ผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และโดยภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยมากต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

ชนเดช เกียรติมงคล (2549, หน้า 67) ได้ทำการวิจัย เรื่อง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ การเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดศรัทธาธรรม ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา กับวิธีสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปาริชาติ สมใจ (2549, หน้า 97) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเทคนิคกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า

1. ผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเทคนิคผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับเทคนิค KWDL แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมมีการปฏิบัติในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า การพูดชมเชยให้กำลังใจเพื่อน อยู่ในลำดับที่ 1 รองลงมา คือ การร่วมเสนอแนวคิดและปฏิบัติด้วยความเต็มใจ การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนและการพูดสนับสนุนกันและกัน ตามลำดับ

3. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเทคนิคกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนเห็นด้วยมาก เป็นอันดับที่ 1 รองลงมา คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และด้านบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามลำดับ

จิตร์รัตน์ เณรแดง (2549, หน้า 77-78) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบฝึกที่เน้นทักษะกระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 พบว่า 1) แบบฝึกที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยามีประสิทธิภาพ 78.67/78.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยา สูงกว่าเกณฑ์ที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุทัยธานีกำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สุทธิดา สุขสิงห์ (2549, หน้า 83) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบแก้ปัญหาของโพลยากับวิธีสอนแบบแก้ปัญหาที่เน้นประสบการณ์ทางภาษา พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบแก้ปัญหาของโพลยากับวิธีสอนแบบแก้ปัญหาที่เน้นประสบการณ์ทางภาษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเรียน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบแก้ปัญหาของโพลยากับวิธีสอนแบบแก้ปัญหาที่เน้นประสบการณ์ทางภาษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3) เจตคติต่อคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบแก้ปัญหาของโพลยากับวิธีสอนแบบแก้ปัญหาที่เน้นประสบการณ์ทางภาษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 4) เจตคติต่อคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบแก้ปัญหาของโพลยากับวิธีสอนแบบแก้ปัญหาที่เน้นประสบการณ์ทางภาษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรพินธ์ ชื่นชอบ (2549, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพัฒน์ คงศักดิ์ (2550, หน้า 98) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วย

เทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้ตามแนว สสวท. ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง เวลา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้ตามแนว สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผล การเรียนรู้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง เวลา ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล สูงกว่าผลการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้ตามแนว สสวท.

ไพรัช ศีลาเจริญ (2550, หน้า 63) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลการ จัดการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนตามขั้นตอนการสอนของโพลยากับวิธีการสอนตามคู่มือครูการ จัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้วิธีสอนตามขั้นตอนของโพลยา และสูงกว่าที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามคู่มือการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐพร โพธิ์เยี่ยม (2550, หน้า 118) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบกลุ่มช่วยเหลือเป็น รายบุคคล (TAI) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่า ผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ ปัญหาที่จัดการเรียนรู้แบบช่วยเหลือเป็นรายบุคคล (TAI) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประนอม พรหมเกตุ (2550, หน้า 130) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การนิเทศแบบเพื่อนช่วย เพื่อนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TAI ร่วมกับเทคนิค KWDL ของ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า ผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TAI ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยภาพรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อดิเรก เฉลียวฉลาด (2550, หน้า 78) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิค KWDL กับการสอนปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิค KWDL สูงกว่าการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติต่อการเรียน คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL สูงกว่า การสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตยา ทองคำ (2550, หน้า 89-90) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาบัญชีเบื้องต้น 1 เรื่องการวิเคราะห์รายการค้าของ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบแก้ปัญหาตามขั้นตอน การแก้โจทย์ปัญหาของโพลยากับการสอนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาบัญชี

เบื้องต้น 1 เรื่องการวิเคราะห์รายการค้าของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าการสอนอย่างปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อการเรียนวิชาบัญชีเบื้องต้น 1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสูงกว่าการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิรากร สำเร็จ (2551, หน้า 72) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. มีผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ 2 วิธีกับระดับความสามารถทางการเรียนสูงปานกลาง และต่ำต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่า

- 3.1 นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- 3.2 นักเรียนกลุ่มทดลองทั้งในกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขจรเดช มิตรอุดม (2552, หน้า 66-67) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาผลการใช้ชุดการสอนแบบ KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์เครื่องกล ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดการสอนแบบ KWDL เรื่อง ความเร็วตัด ความเร็วขอบ และอัตราทดของเครื่องมือกล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.33/82.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังจากเรียนด้วยแผนการใช้ชุดการสอนแบบ WKDL เรื่อง ความเร็วตัด ความเร็วขอบ และอัตราทดของเครื่องมือกล สูงขึ้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การสอนด้วยชุดการสอนแบบ KWDL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอนแบบ KWDL เรื่อง ความเร็วตัด ความเร็วขอบ และอัตราทดของเครื่องมือกล กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนรู้ออกของกลุ่มที่ใช้ชุดการสอนแบบ KWDL สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

ขอ, และคนอื่น ๆ (Shaw, et al.,1997, abstract) ได้นำเทคนิคการสอน KWDL มาทดลองสอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 4 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยแบ่งกลุ่มทดลองโดยใช้เทคนิค KWDL โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) และกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบปกติเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ปรากฏผลว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้เทคนิคการสอน KWDL มีเจตคติในการทำงานร่วมกันและมีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าการสอนแบบปกติ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะว่าการพัฒนาความสามารถและเจตคติในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ควรเน้นที่กระบวนการมากกว่าคำตอบ

ขอ, ชีสชิน, ไพล์ และเบียร์ดีน (Shaw, Chessin Price, & Beardain, 1997, abstract) ได้ทำการอบรมครูผู้สอนเกรด 4 การร่วมกลุ่มแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL และให้นำไปทดลองสอนกับนักเรียน แล้วนำผลไปเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ร่วมกลุ่มแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL สามารถเขียนคำตอบและละเอียดมากกว่า นอกจากนี้นักเรียนที่ร่วมกลุ่มแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL มีเจตคติด้านบวกกับคณิตศาสตร์

สซาโบ ชูซาน (Szabo,Susan, 2006, abstract) ได้ศึกษาเกี่ยวกับยุทธวิธี KWHLH ที่มีการพัฒนามาจาก KWL โดยทำการศึกษาจากผู้อ่านที่ต้องการความช่วยเหลือโดยใช้กลยุทธ์การอ่านอย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนต้องใช้ทั้งรูปแบบและวิธีการที่หลากหลายในการอ่านเพื่อช่วยให้ผู้อ่านสามารถอ่านได้เองอย่างอิสระ งานวิจัยนี้ช่วยพัฒนากลยุทธ์ KWHLH ซึ่งใช้กับนักเรียนเกรดแปดที่มีความพยายามจะเป็นนักอ่านด้วยข้อความที่ไม่มีรูปแบบที่เขากำลังอ่านในชั้นเรียน ไม่เพียงแต่จะใช้ KWHLH ในขณะที่กำลังอ่านเท่านั้นยังทำให้พวกเขาเรียนรู้ที่จะเข้าใจกลยุทธ์และยังเป็นการส่งเสริมให้การเรียนรู้แตกต่างกัน

บิลกิน อิบราฮิม (Bilgin, Ibrahim, 2006, abstract) ได้ศึกษาผลการแก้ปัญหา ร่วมกันโดยใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาของโพลยาของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในการปฏิบัติการ ในวิชาเคมี วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เป็นการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา ร่วมกันโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของของโพลยากับนักศึกษาระดับปริญญาตรีเกี่ยวกับความคิดรวบยอดและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 89 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่เรียนเคมีในสองปีแรก กลุ่มทดลองมี 44 คน ซึ่งได้ใช้วิธีการแก้ปัญหา ร่วมกันกับ

เทคนิคการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา และกลุ่มควบคุมมี 45 คน ซึ่งได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาเพียงอย่างเดียว ผลการทดลองพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพมากขึ้นทั้งในคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและการแก้โจทย์ทางคณิตศาสตร์ในวิชาเคมี

ดัวทิเป-ปักซู อสุมัน และอุบุซ บีฮิเย (Duatepe-Paksu, Asuman, & Ubuz Behiye 2009, abstract) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติและระดับการคิดโดยใช้ละครเป็นฐานในการสอนเรขาคณิต พบว่า การสอนโดยใช้ละครทำให้การเรียนง่ายและเข้าใจดีขึ้น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นพระประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ โดยมีสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้โดยแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งเน้นการนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาการดำเนินชีวิตและศึกษาต่อ การมีเหตุมีผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องใช้กระบวนการ และแนวทางในการจัดที่หลากหลาย เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน ตลอดจนผู้สอนจะต้องศึกษาทฤษฎีและจิตวิทยาที่สำคัญ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา มีการศึกษาวิจัยในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ ความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์ปัญหา พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าวิธีการสอนแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา รวมทั้งมีเจตคติต่อการเรียนสูงขึ้น โดยความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุดในด้านประโยชน์ที่ได้รับ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่วนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL นั้นก็มีการศึกษาวิจัยในด้านดังกล่าวเหมือนกันรวมทั้งความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL นั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และมีเจตคติต่อการเรียนสูงขึ้น นักเรียนมีระดับความคิดเห็นด้วยในระดับมากต่อการจัดการ

เรียนรู้ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรม โดยนักเรียนได้ทำงานอย่างเป็นระบบและรอบคอบ เป็นการฝึกให้มีความรับผิดชอบและกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น ได้รับความสนุกสนาน และมีความกระตือรือร้นในทำกิจกรรม และเรียนรู้อย่างมีความสุข อีกทั้งได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและได้วิธีการแก้ปัญหา ตลอดจนมีการฝึกคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งได้รับประสบการณ์และความรู้ใหม่ ๆ เห็นคุณค่าและประโยชน์จากการเรียนคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนอยู่ในระดับมากโดยมีความใส่ใจในการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน การยอมรับความคิดเห็นของกันและกัน ส่วนในด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยากับเทคนิค KWDL ของคาร์ร (Carr) และโอเกิล (Ogle) ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยากับเทคนิค KWDL ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยานอกจากจะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ เจตคติ แล้วยังช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มและรายบุคคลอีกด้วย เนื่องจากนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องไปฝึกแก้โจทย์ปัญหาร่วมกันแล้วนำมาเสนอที่หน้าชั้นเรียน และเป็นรายบุคคลในใบงาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน 4) ขั้นตรวจคำตอบ ส่วนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ครูจะเสนอโจทย์ปัญหาแล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านโจทย์และแก้ปัญหา ตามขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้น K (What we know) เรารู้อะไร หรือโจทย์บอกอะไร 2) ขั้น W (What we want to know) เราต้องการรู้ต้องการทราบอะไร หรือโจทย์ให้หาอะไร มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีการอะไรได้บ้าง 3) ขั้น 3 D (What we do to find out) เราทำอะไร อย่างไร โดยแต่ละขั้นตอนบันทึกข้อมูลลงในแผนผัง KWDL หลังจากนั้นแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ที่คลละความสามารถกัน คือ เก่ง อ่อน ปานกลาง มีการแก้ปัญหาร่วมกันในบัตรกิจกรรม KWDL แล้วบันทึกข้อมูลในแผนผัง KWDL และนำเสนอที่หน้าชั้นเรียน จากนั้นนักเรียนแต่ละคนจึงจะทำใบงานและบัตรกิจกรรม KWDL ในการสอน

ผู้วิจัยสนใจที่จะนำวิธีการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยากับเทคนิค KWDL ซึ่งเป็นวิธีที่ผู้วิจัยคิดว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้ เนื่องจากมีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เพื่อเป็นการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบทั้งสองวิธีซึ่งยังไม่มีผู้ใดได้ทำการศึกษาเอาไว้รวมทั้งเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป