

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรายวิชาตรีศรีตและโครงสร้าง เรื่อง ออกโต มาตาโดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สำหรับนักศึกษาปีที่ 2 มีเนื้อหา ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาจริง
 - 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาจริง
 - 1.2 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาจริง
2. การประเมินผลการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาจริง
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 3.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาจริง

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาจริง

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาจริง ได้มีสถานศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้ใช้คำเกี่ยวกับการนำปัญหาจริง หรือสถานการณ์จริงหรือคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ดอซซี (Dossey, 2002) ได้กล่าวถึง The Consortium for Mathematics and Its Applications (COMAP, Inc) ที่ให้ความหมายเกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า “การเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแบบจากโลกของเรา คือ การนำสถานการณ์จริงที่น่าสนใจ และปัญหานั้นเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของพวกเขา”

โรบิน (Robin, 1996) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า “สองสิ่งในโลก คือคณิตศาสตร์และกายภาพเป็นการเชื่อมโยงกัน นั่นคือเมื่อเรานำปัญหาทางกายภาพไปใส่ในคณิตศาสตร์แล้วแก้ปัญหาออกมาได้คำตอบหนึ่งจะสามารถนำคำตอบที่ได้ไปอธิบายโลกของกายภาพและสมเหตุสมผลกัน”

พามেলা (Pamelas, 1988) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า “เป็นการประยุกต์สิ่งที่เกิดขึ้นจากคณิตศาสตร์ในสองทางคือ 1. การนำแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ค้นหาโลกจริงและ 2. การนำสถานการณ์ในโลกจริงค้นหาแนวความคิดทางคณิตศาสตร์”

อนันตนิจ โปธ์ถาวร (2547) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจริงในสมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า “เป็นการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการประยุกต์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปสู่ปัญหาในโลกจริง ซึ่งสามารถนำความรู้ความเข้าใจทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริง และเป็นการเรียนรู้โครงสร้างของคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งที่เป็นจริง”

สุรสาล ผาสุก (2546) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า “เป็นสิ่งที่เชื่อมโยงความเป็นจริงของโลกกับคณิตศาสตร์ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบที่หลากหลายแตกต่างกัน เช่น สัญลักษณ์ฟังก์ชัน สูตร สมการ นิพจน์กราฟ ตารางสถานการณ์จำลองและการทดลอง เป็นต้น

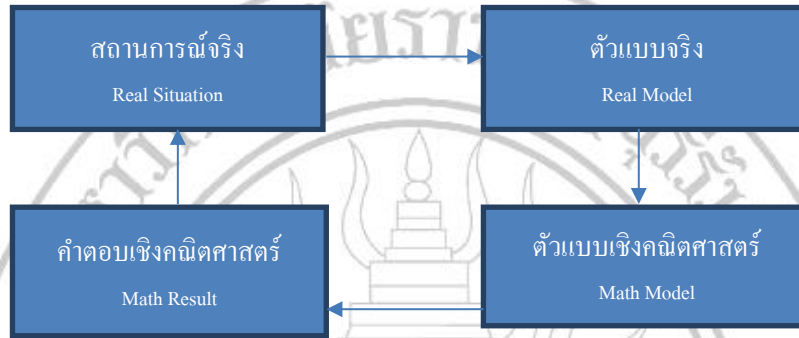
เบญจมินทร์ อรัญเพิ่ม (2548) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า “เป็นการออกแบบและสร้างสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือสถานการณ์จริงที่ต้องการศึกษาโดยอาศัยโมเดลทางคณิตศาสตร์ได้แก่ สัญลักษณ์กราฟ ตาราง ฟังก์ชัน สมการและอสมการ สูตร เป็นต้น

คุณ ยูง วง (Khoon Yoong Wong, 2002) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า ส่วนประกอบที่สำคัญสองแบบ คือ การทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริงหรือข้อเท็จจริงภายใต้การอภิปรายกัน แล้วทำการแก้ปัญหาโดยการเลือกใช้ข้อมูลจริงหรือเลือกใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์จากที่มีผู้ให้ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการนำปัญหาจริงไปใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ข้างต้น

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาจริง คือการประยุกต์ใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาที่พบเห็นได้ในสถานการณ์ความเป็นจริง จากนั้นใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบที่จะสามารถอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นจริงนั้นได้

1.2 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาจริง

บลูม (Blum, 1993) ได้เสนอแนวคิดในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาจริงในรูปของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งมีการจัดกิจกรรม ดังนี้



ภาพที่ 2.1 แนวคิดในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาจริงในรูปของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของบลูม

ขั้นตอนที่ 1 สถานการณ์จริง สู่ตัวแบบจริง (Real Situation to Real Model) ครูกำหนดสถานการณ์จริง โดยใช้สถานการณ์จริงที่ผู้เรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน กำหนดขอบเขตของสถานการณ์สิ่งที่ต้องการศึกษา สิ่งที่ถูกกำหนดขึ้นในสถานการณ์หรือสิ่งที่เคยทราบมาแล้ว เชื่อมโยงสถานการณ์ หรือปัญหาจริงให้อยู่ในรูปของตัวแบบจริงโดยทำการนำเสนอปัญหาจริงด้วยการเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับปัญหานั้นๆ

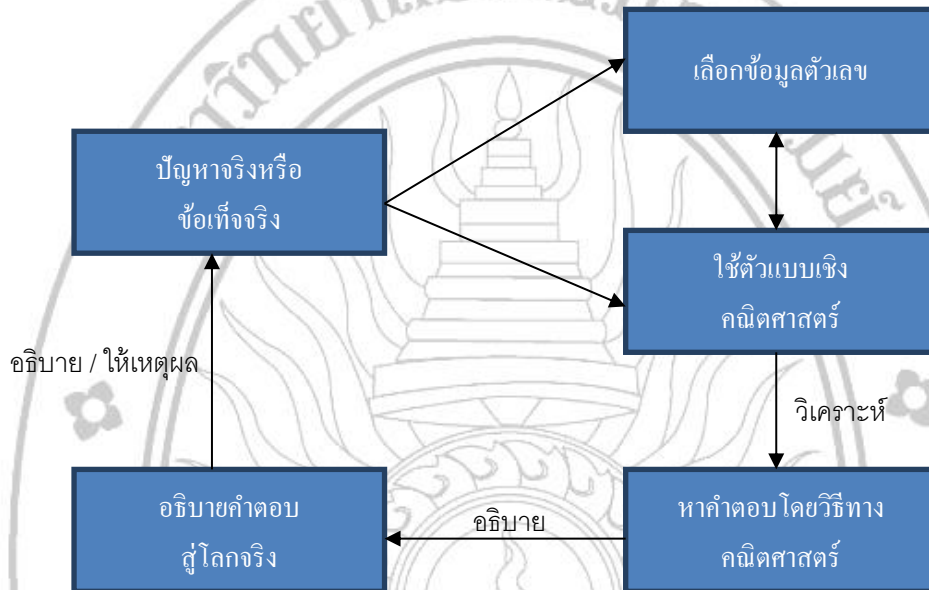
ขั้นตอนที่ 2 ตัวแบบจริง สู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Real Model to Math Model) จากตัวแบบจริงที่ถูกนำเสนอด้วยสื่อในรูปแบบต่างๆ เชื่อมโยงให้นักเรียนเห็นภาพที่สามารถเกิดขึ้นได้จากสถานการณ์จริงหรือปัญหาจริง จากนั้นเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จัดให้อยู่ในรูปของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชัน และกราฟ

ขั้นตอนที่ 3 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สู่คำตอบเชิงคณิตศาสตร์ (Math Model to Math Result) จากการจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชันและกราฟ นักเรียนทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 คำตอบเชิงคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์จริง (Math Result to Real Situation) จากคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่ได้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นำคำตอบมาอธิบาย

สถานการณ์จริง หรือปัญหาจริงที่กำหนดขึ้นในขั้นตอนแรก ว่าคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้สัมพันธ์กับปัญหาจริงอย่างไร

คุณ ยูง วง (Khoon Yong Wong, 2002) ได้เสนอกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาจริง โดยมีขั้นตอนดังนี้



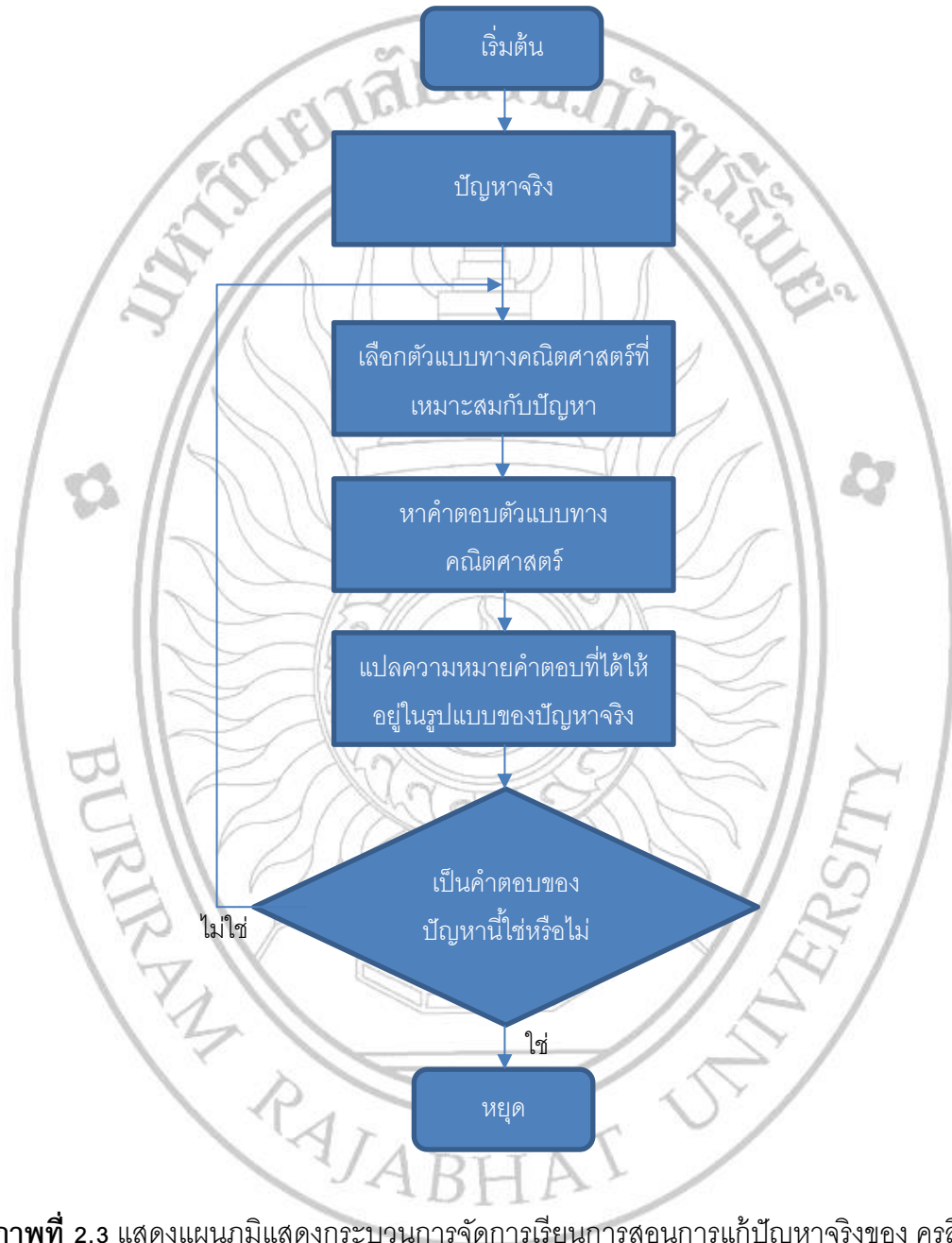
ภาพที่ 2.2 แสดงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาจริงของคุณ ยูง วง

กระบวนการเรียนการสอนนี้เริ่มจากปัญหาจริงหรือข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นในการแก้ปัญหาสามารถกระทำได้ 2 แนวทางด้วยกัน คือ เลือกข้อมูลที่เป็นตัวเลขจากปัญหาจริงที่พบ หรือ เลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ค่าของข้อมูลที่เป็นตัวเลข เมื่อได้คำตอบจากวิธีทางคณิตศาสตร์นำคำตอบที่ได้มาอธิบายสู่โลกจริง หรือสิ่งที่เกิดขึ้นจริง จากการอธิบายคำตอบสู่โลกจริงจะสามารถอธิบายหรือบอกเหตุผลที่เกิดขึ้นกับปัญหาจริงได้

ครูลิค (Krulik, 1980) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาจริง โดยกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้แบ่งออกเป็นกลวิธี 4 ขั้นตอนดังนี้

- จากปัญหาจริง
- แปลความหมายปัญหาให้อยู่ในรูปตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เลือกตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหา

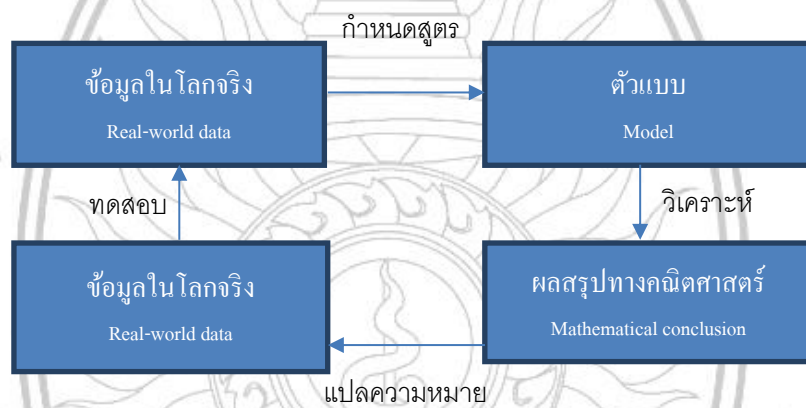
- แก้ปัญหาและหาคำตอบจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์
- แปลความหมายของคำตอบที่ได้เพื่อเปรียบเทียบกับปัญหาจริง



ภาพที่ 2.3 แสดงแผนภูมิแสดงกระบวนการจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหามาตรฐานของ ครูลลิต

ดอสซี่ (Dossey, 2002) ได้นำเสนอถึงการนำรูปแบบทางคณิตศาสตร์แบบระบบปิดเพื่อแก้ปัญหาจริง หรืออธิบายปัญหาจริง โดยมีการนำเสนอเป็นขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

- รวบรวมข้อมูลในโลกจริงให้มากพอ กำหนดให้อยู่ในรูปแบบของสูตร เพื่อให้อยู่ในรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์
- นำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์วิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์
- นำข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ทำการแปลความหมายเพื่อทำนายหรืออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในโลกจริง
- แปลความหมายข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปปัญหาจริง เพื่อทดสอบว่าข้อสรุปที่ได้ตรงตามข้อมูลในโลกจริงหรือไม่

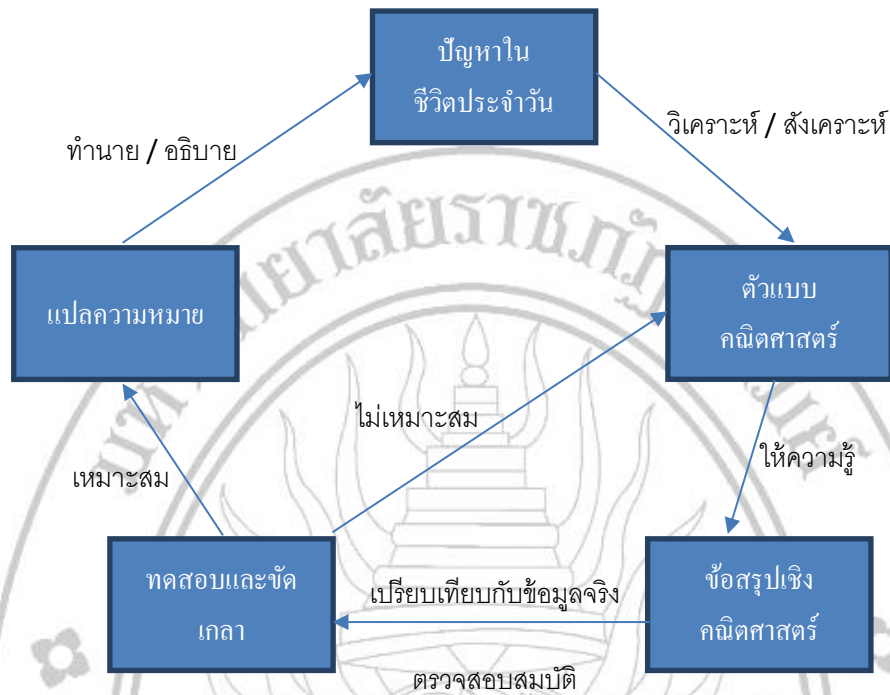


ภาพที่ 2.4 แสดงการจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหาจริงโดยใช้กระบวนการของตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบระบบปิดตามแนวคิดของดอสซี่

สุรสาล ผาสุก (2546) ได้เสนอกระบวนการของการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาจริงประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ 5 ขั้นตอน คือ

- การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง
- การเชื่อมโยงสถานการณ์จริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- การหาข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- การทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- การเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์เชิงคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริง

ทั้ง 5 ขั้นตอนมีลักษณะเป็นวงจร แสดงแผนภูมิต่อไปนี้

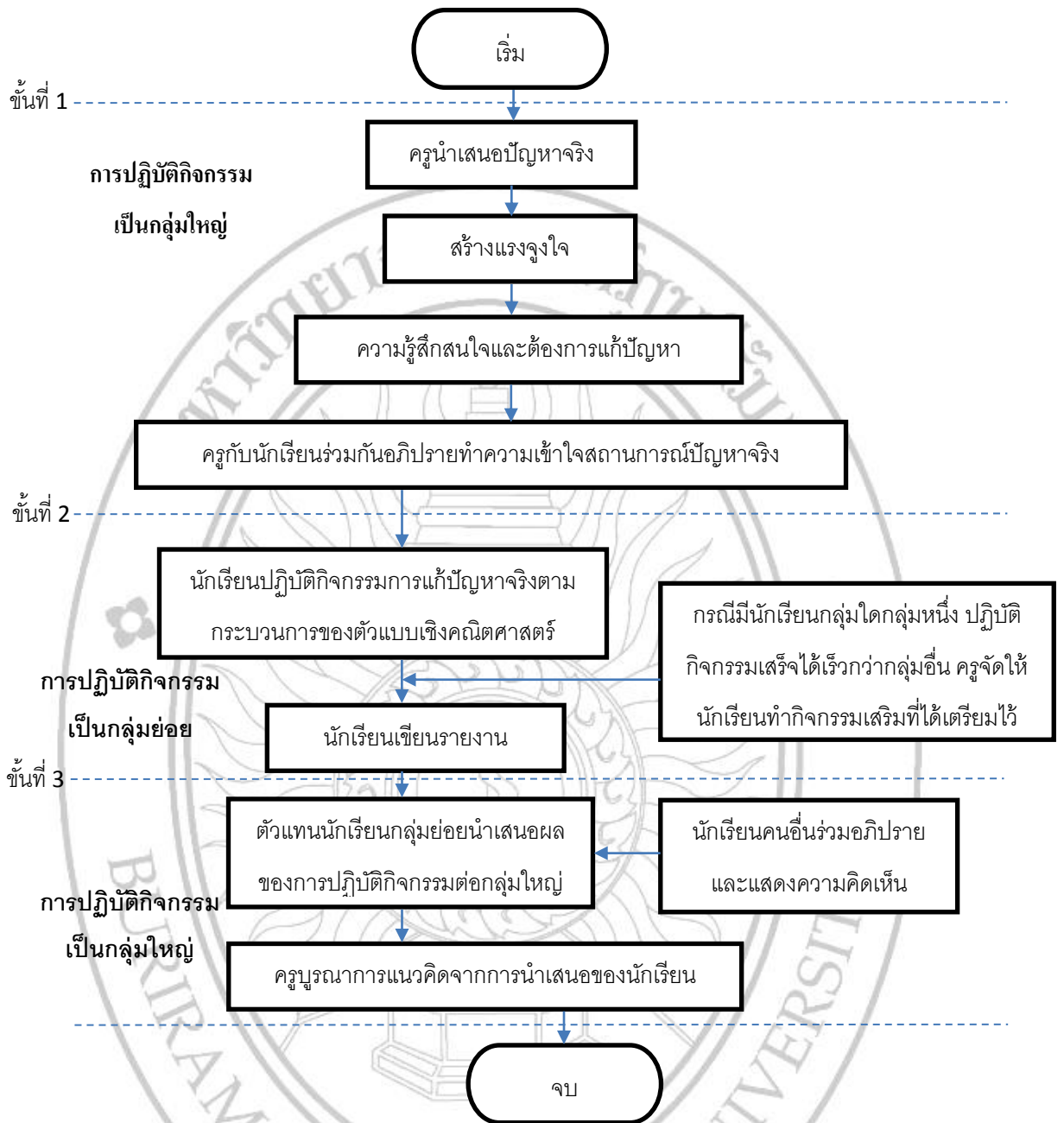


ภาพที่ 2.5 แนวคิดในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาจริงในรูปของตัวแบบเชิงความคิดศาสตร์ของ
สุรสาธิต ผาสุก

จากแนวคิดการจัดกิจกรรมดังกล่าว (สุรสาธิต ผาสุก, 2546) ยังได้เสนอรูปแบบการจัดกิจกรรม โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

- การนำเข้าสู่การปฏิบัติกิจกรรม
- การปฏิบัติกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงความคิดศาสตร์
- การสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม

ทั้ง 3 ขั้นตอนแสดงดังผังงานต่อไปนี้



ภาพที่ 2.6 ผังงานแสดงรูปแบบการจัดการจัดกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ สุรสาล ผาสุก

ชั้นที่ 1 การนำเข้าสู่การปฏิบัติกิจกรรม

เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

- ครูนำเสนอสถานการณ์จริง
- ครูสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความรู้สึกอยากแก้ปัญหา
- ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาของสถานการณ์จริง

- ครูจัดนักเรียนเป็น 4 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์ในระดับต่ำ และในระดับสูงอย่างละ 1 คน และในระดับปานกลาง 2 คน

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมในลักษณะต่างๆอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างผสมผสานกันดังต่อไปนี้

- ภายในกลุ่มย่อย นักเรียนทำการศึกษาเป็นรายบุคคลก่อนโดยใช้เวลาสั้นๆ จากนั้นจึงมาอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป

- ภายในกลุ่มย่อย แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก 2 คน ทำการศึกษาร่วมกันโดยใช้เวลาสั้น ๆ จากนั้นจึงมาอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป

- ภายในกลุ่มย่อย นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุป

เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนต่างๆ ครบถ้วนแล้ว ให้ นักเรียนในกลุ่มย่อยช่วยกันเขียนเรียบเรียงออกมาเป็นรายงานของกลุ่ม

บทบาทของครูในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยนั้น ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก หมุนเวียนไปสังเกตการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม ให้คำแนะนำในกรณีจำเป็น หรือ ถ้าจำเป็นอาจต้องให้การกระตุ้นหากเห็นว่าอภิปรายในกลุ่มใดหยุดชะงักไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ และกรณีมีนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ปฏิบัติกิจกรรมเสร็จได้เร็วกว่ากลุ่มอื่น ครูจัดให้นักเรียนทำกิจกรรมเสริมอย่างใดอย่างหนึ่งที่ได้จัดเตรียมไว้ดังต่อไปนี้

- ให้นักเรียนทบทวนกิจกรรมในแต่ละขั้นที่ได้ทำไปแล้วใหม่ โดยเฉพาะตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่าเหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่ในสถานการณ์จริงนั้นแล้วหรือยัง

- ให้ศึกษาประเด็นปัญหาเพิ่มเติมที่ครูจัดเตรียมไว้ซึ่งเป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม

เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลของการปฏิบัติกิจกรรม โดยพยายามให้ทุกกลุ่มที่มีผลของการปฏิบัติกิจกรรมคล้ายคลึงกัน ที่เหลือให้แสดงความคิดเห็นหรือเพิ่มเติมในประเด็นปลีกย่อยที่แตกต่างออกไป ในระหว่างการนำเสนอของตัวแทนกลุ่มย่อยนักเรียนคนอื่นๆ ร่วมอภิปรายและแสดงความคิดเห็น ครูทำหน้าที่บูรณาการแนวคิดจากการนำเสนอของนักเรียนกลุ่มย่อยและจากการอภิปรายแสดงความคิดเห็นของนักเรียนสรุปให้ชัดเจนในแต่ละขั้นตอน

โจเซฟ พอล อัดัม (Joshua Paul Abrams, 2001) ได้เสนอกระบวนการของการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาจริง สามารถแสดงเป็นวงจรได้ดังนี้



ภาพที่ 2.7 แสดงการจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหาจริงโดยใช้วงจรของตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของโจเซฟ พอล อัดัม

สรุปแนวคิดที่นำมาใช้ในการจัดทำแผนการเรียนรู้เรื่องออโตมาตา โดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ผู้วิจัยได้แบ่งแผนจัดการเรียนรู้เรื่อง ออโตมาตา โดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สำหรับนักศึกษาปีที่ 2 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. แผนจัดการเรียนรู้พื้นฐานเรื่อง ออโตมาตา จำนวน 3 ชั่วโมง เพื่อให้ผู้เรียน

มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอโตมาตา และ 2. ผู้เรียนนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอโตมาตา เลือกตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจริง จำนวน 3.5 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ออโตมาตา โดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นได้ประยุกต์ใช้แนวคิดของบลูม (Blum Model Process) โดยดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ สุธาสาด ผาสุก เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ออโตมาตา สำหรับนักศึกษาปีที่ 2 ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบเรื่อง ออโตมาตา แบบเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ ตอนที่ 2 แบบทดสอบเรื่อง ออโตมาตา โดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวัน แบบแสดงวิธีทำจำนวน 5 โดยมีความคาดหวังว่า นักศึกษาปีที่ 2 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่เรียนโดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาดีสคริตและโครงสร้าง จากการทดสอบหลังเรียน เรื่อง ออโตมาตา สูงกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นขั้นตอน ได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สถานการณ์จริง สู่ตัวแบบจริง (Real Situation to Real Model) ครูกำหนดสถานการณ์จริง โดยใช้สถานการณ์จริงที่ผู้เรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน กำหนดขอบเขตของสถานการณ์สิ่งที่ต้องการศึกษา สิ่งที่ถูกกำหนดขึ้นในสถานการณ์หรือสิ่งที่เคยทราบมาแล้ว เชื่อมโยงสถานการณ์หรือปัญหาจริงให้อยู่ในรูปของตัวแบบจริงโดยทำการนำเสนอปัญหาจริงด้วยการเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับปัญหานั้นๆ

ขั้นตอนที่ 2 ตัวแบบจริง สู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Real Model to Math Model) จากตัวแบบจริงที่ถูกนำเสนอด้วยสื่อในรูปแบบต่างๆ เชื่อมโยงให้นักศึกษาเห็นภาพที่สามารถเกิดขึ้นได้จากสถานการณ์จริงหรือปัญหาจริง จากนั้นเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จัดให้อยู่ในรูปของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชัน

ขั้นตอนที่ 3 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สู่คำตอบเชิงคณิตศาสตร์ (Math Model to Math Result) จากการจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชัน นักศึกษาทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 คำตอบเชิงคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์จริง (Math Result to Real Situation) จากคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่ได้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นำคำตอบมาอธิบายสถานการณ์จริง หรือปัญหาจริงที่กำหนดขึ้นในขั้นตอนแรก ว่าคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้สัมพันธ์กับปัญหาจริงอย่างไร

2. การประเมินผลการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาจริง

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นผลที่ได้จากการเรียนรู้ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กล่าวได้ดังนี้

โลริน (Lorin W, 2001) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย ตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ไว้ 4 ระดับ ดังนี้

1. **ความรู้ความจำด้านคิดคำนวณ (Computation)** พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด เป็นความรู้ในการคิดคำนวณ ความจำแบบง่าย ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว เช่น ระลึกถึงแบบฝึกหัดที่ทำไปแล้ว โดยไม่มีกระบวนการตัดสินใจ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น คือ

- **ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts)** ความรู้ความจำเป็นเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปหรือแบบเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว นอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้พื้นฐานซึ่งผู้เรียนต้องนำมาใช้เสมอ

- **ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology)** เป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายของคำศัพท์และนิยามต่างๆ ตามที่ได้เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด และไม่ต้องการหาความรู้อื่นมาช่วย

- **ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms)** เป็นการที่ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาดำเนินการตามกระบวนการของการคิดคำนวณในแบบที่เคยได้เรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มิได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่ด้วยตนเอง เช่น ลำดับขั้นตอนในการหารยาว ลำดับขั้นตอนในการหา ห.ร.ม. หรือ ค.ร.น.

2. **ความเข้าใจ (Comprehension)** เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความ ได้การวัดพฤติกรรมในรับนี้แบ่งเป็น 6 ชั้น คือ

- **ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts)** เป็นความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กันโดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง

- ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles Rules and Generalization) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติกับตัวปัญหา ซึ่งผู้เรียนควรจะรู้หลัก จากที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้ว

- ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) เป็นความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตาม ลักษณะที่มุ่งหวัง

- ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ ในขั้นนี้มิได้รวมถึงการคิดคำนวณหาคำตอบของ สมการนั้น

- ความสามารถในการดำเนินตามเหตุผล (Ability to Follow A Line of Reasoning) คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปการอนุมาน (Deductive format) ดังนั้น การที่จะเข้าใจบทความ หรือผลงานทางคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยความสามารถในการดำเนินตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

- ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) เป็นความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ความสามารถ ระดับนี้รวมถึงการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลสถิติตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความนำความรู้กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี ฯลฯ ที่ได้ เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาคือใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้จะต้องไม่ใช่ โจทย์ข้อเดิมที่อยู่ในแบบฝึกหัด หรือเคยทำมาแล้ว พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- ความสามารถในการแก้ปัญหารoutine (Ability to Solve Routine Problem) ปัญหารoutine หมายถึง ปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เรียนมาแล้วในห้องเรียน โดยที่ผู้เรียนจะต้องจัดทำ ความเข้าใจและการใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาคือ

- ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถ ในการนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น มโนคติกฎ ศัพท์นิยาม ของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบ ความสัมพันธ์เปรียบเทียบ และนำมาสรุปในการตัดสินใจ

- ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการแยกแยะ จำแนกปัญหาโจทย์ออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้ แก้ปัญหาโจทย์

- ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphisms and Symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล ระลึกถึงความสัมพันธ์จะเป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) พฤติกรรมในขั้นนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่ตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ได้ต้องมีความสามารถในระดับสูงจะเป็นการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน ไม่เคยฝึกทำมาก่อน แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า โจทย์ปัญหานั้นจะอยู่นอกขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้นการแก้ปัญหานี้จึงครอบคลุมความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมา รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อสามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้พฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งเป็น 5 ขั้นย่อย คือ

- ความสามารถในการแก้โจทย์ที่แปลกกว่าธรรมดา (Ability to Solve Nonroutine Problems) เป็นความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ซึ่งผู้เรียนจะต้องแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ สืบเสาะว่ารู้อะไรบ้างในแต่ละตอนรวมทั้งการเรียนการรู้สัญลักษณ์ใหม่เพื่อนำไปสู่คำตอบ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาสถานการณ์ด้วย จะนำกระบวนการคิดคำนวณมาใช้โดยตรงไม่ได้ต้องพยายามหาวิธีการใหม่

- ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

- ความสามารถในการแสดงการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเอง ซึ่งไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่างๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

- ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (Ability to Criticize Proofs) เป็นความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์แต่เป็นความสามารถที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่าการเขียนพิสูจน์เพราะจะต้องใช้เหตุผลว่าการพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่มีตอนใดผิดพลาดบ้าง

- ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and validate Generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบ

ความสัมพันธ์ และการเขียนการพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ ข้อคำถามจะให้ความสนใจ
สมเหตุสมผล

จากประมวลศัพท์บัญญัติวิชาการศึกษาของ กรมวิชาการ (2521) ได้ระบุถึงความหมายของ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง
ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใดๆ ที่ต้องอาศัยทักษะ หรือมีฉะนั้นก็ต้องอาศัยความ
รอบรู้ในวิชาหนึ่งวิชาใดโดยเฉพาะ

นิภา เมธาวิชัย (2546) ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หมายถึง ความรู้และทักษะที่ได้รับพัฒนาจากการเรียนการ
สอนวิชาต่างๆ ครูอาศัยเครื่องมือวัดช่วยในการศึกษาว่านักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อย
เพียงใด

สุวิทย์ ทรัพย์ภานนท์ (2540) ได้กล่าวถึง ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หมายถึง ความสำเร็จ ความรู้ ความสามารถหรือทักษะ
หรือหมายถึงผลการเรียนการสอนหรือผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้นๆ ก็ได้

จากรุวรรณ ทศนโกวิท (2544) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่
กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถที่ได้รับจาก
การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

พงษ์ศรีศรี มีพงษ์ (2545) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสามารถ
หรือระดับของผลสัมฤทธิ์ของบุคคล หลังจากการเรียนหรือจากการฝึกอบรม

ศิริพร คล่องจิตต์ (2548) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นเกณฑ์ที่จะ
นำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของครูและเป็นเครื่องชี้วัด
ความสำเร็จของนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวว่า การสรุปและรายงาน
ผลการประเมิน จากคะแนนที่ได้จากการประเมิน อาจนำมาหาค่ากลางในรูปของค่าเฉลี่ยหรือ
ค่ามัธยฐาน ค่าร้อยละของระดับคุณภาพ แล้วนำมาแปลผล สรุปผลและรายงานการประเมิน โดย
กำหนดเกณฑ์การให้ระดับคุณภาพ ดังต่อไปนี้

ค่าร้อยละ	คุณภาพ	ค่าร้อยละ	คุณภาพ
80 ขึ้นไป	ดีมาก	50 - 59	พอใช้
60 - 79	ดี	ต่ำกว่า 50	ต้องปรับปรุง

การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถพิจารณาได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของ ผู้เรียนในด้านต่างๆ ได้แก่ ความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. ด้านความรู้ความคิด ความรู้ความคิดในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นการพัฒนา สมรรถภาพของผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรม ดังนี้

สมรรถภาพ	สมรรถภาพ พฤติกรรมการแสดงออก
1. ความรู้ความจำ	บอกบทนิยาม ทฤษฎีบท และข้อตกลงต่างๆ
2. ความเข้าใจ	อธิบายและยกตัวอย่างประกอบ
3. การนำไปใช้	นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
4. การวิเคราะห์	แยกแนวคิดที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ
5. การสังเคราะห์	รวบรวมความรู้ ข้อเท็จจริง และลงข้อสรุป หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่
6. การประเมินค่า	เปรียบเทียบความรู้และตัดสินใจหรือสรุปเพื่อเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การวัดผลประเมินผลด้านความคิด จะต้องพิจารณาจากจุดมุ่งหมายของการประเมินผลที่ กำหนดไว้แล้ว โดยพิจารณาจากพฤติกรรมการแสดงออกตามที่ระบุไว้ในหลักสูตรการเรียนรู้

2. ทักษะกระบวนการ เป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และ การนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยทักษะกระบวนการ แก้ปัญหาสามารถประเมินได้จากความสามารถในขั้นตอนของทักษะ ดังนี้

ทักษะกระบวนการ	การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะ
การแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - ทำความเข้าใจกับปัญหาโดยระบุประเด็นปัญหา กำหนดตัวแปร และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร - สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้ - ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ - ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา - ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

2.2 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่พบโดยส่วนใหญ่ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความรู้ความสามารถ ทักษะในด้านต่างๆหลังจากที่ได้เรียนผ่านไปแล้วช่วงหนึ่ง ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นถ้าได้แบบทดสอบที่ดีและมีคุณภาพมาใช้ในการวัดซึ่งได้มีผู้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบที่ดีดังนี้

ชวาล แพรัตกุล (2552) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีซึ่งสรุปได้ว่าแบบทดสอบที่ดีควรมีลักษณะ 10 ประการ ดังนี้

1. เทียบตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่จะทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คือแบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย
2. ยุติธรรม (Fair) เป็นแบบทดสอบที่ให้ความเสมอภาคเท่าเทียมกันที่ผู้สอบจะทำข้อสอบได้ตามความสามารถจริงของเขาในวิชานั้นๆ ซึ่งลักษณะที่สำคัญ คือ ต้องไม่มีความลำเอียงเข้าข้างกลุ่มใดและไม่เปิดโอกาสให้คนเก่งหรืออ่อนเดาข้อสอบได้
3. ถามลึก (Searching) เป็นแบบทดสอบที่ทำให้ผู้สอบได้คิดคำตอบด้านความสามารถในระดับสติปัญญาที่อยู่ในขั้นสูง ข้อสอบจะต้องล้วงลึกซึ่งจะทำให้ผู้สอบได้พัฒนาความสามารถที่กล้าแข็งต่อไป
4. ยั่วยุ (Exemplary) เป็นข้อสอบที่ลักษณะท้าทาย ชวนให้คิดต่อ เด็กสอบแล้วมีความอยากรู้เรื่องราวให้กว้างขวางยิ่งขึ้น
5. จำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่า ครูถามถึงอะไรหรือให้คิดอะไรไม่ถามคลุมเครือ
6. เป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ คือ
 - ชัดเจนในความหมายของคำถาม
 - ชัดเจนในวิธีการตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน
 - ชัดเจนในการแปลความหมายของคะแนน
7. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) สามารถให้คะแนนได้เที่ยงตรงที่สุด โดยใช้เวลา แรงงาน เงินทองน้อยที่สุด
8. ยากพอเหมาะ (Difficulty) ข้อสอบในแต่ละข้อไม่ยากหรือง่ายเกินไป ข้อสอบที่มีความยากปานกลางเป็นข้อสอบที่ดีเพราะช่วยแปลความหมายของคะแนนได้ดี

9. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ สามารถแยกได้กออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุดถึงแก่ที่สุด

10. ต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) คือ ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้ตรงที่แน่นอนไม่แปรผัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2546) ได้กล่าวถึง การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ต้องทำควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน โดยมีจุดประสงค์ 3 ประการดังนี้

1. เพื่อการวินิจฉัยความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียน ซึ่งอาจประเมินได้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

- ประเมินก่อนเรียน เป็นการประเมินความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นที่ผู้เรียนควรมีก่อนการเรียนรายวิชา บทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้ใหม่ ข้อมูลที่ได้จากการจัดผลประเมินผลจะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้เพื่อ (1) จัดกลุ่มผู้เรียนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงตามความถนัดความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน (2) วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้สอนพิจารณาเลือกผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน ด้วยการเลือกเนื้อหาสาระ กิจกรรมแบบฝึกหัด อุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ต่างๆ ที่เหมาะสม และตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

- ประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในระหว่างการเรียน ข้อมูลที่ได้จะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้เพื่อ (1) ศึกษาพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นระยะๆ ว่าผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเพียงใด ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นผู้สอนจะได้หาทางแก้ไขได้ทันที (2) ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียนใดก็จะได้จัดให้เรียนซ้ำ หรือผู้เรียนเรียนรู้บทเรียนใดได้เร็วกว่าที่กำหนดไว้ก็จะได้ปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบจุดเด่นและจุดด้อยของเรียนแต่ละคนด้วย

2. เพื่อใช้ผลการประเมินในการตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเป็นการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและใช้ผลการทดสอบเพื่อตัดสินผลการเรียนและให้ระดับคะแนนของรายวิชานั้น รวมทั้งนำผลการเรียนรู้นี้ดังกล่าวไปใช้เพื่อแนะแนวทางการศึกษาต่อ

3. เพื่อใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลสารสนเทศในการวางแผนบริหารจัดการศึกษาของสถานศึกษาการกำหนดนโยบาย และการพัฒนาหลักสูตรต่างๆ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล

ประเมินผลคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับวิธีการวัดผลประเมินผลทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวข้างต้น
จำแนกเป็น 2 ประเภทดังนี้ 1. แบบทดสอบ 2. ภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

1. แบบทดสอบ แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบ
ผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบประเภทต่างๆ ได้แก่แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่แบบ
เปรียบเทียบแบบเติมคำแบบเขียนคำตอบ แบบต่อเนื่อง แบบตอบสองขั้นตอน และแบบแสดงวิธี
ทำการสร้างแบบทดสอบแบบนี้มีขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

- ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมโนทัศน์ของแต่ละเรื่อง

- กำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัด

- เลือกประเภทของแบบทดสอบอย่างหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดง
ความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ

- กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่
ใช้ทดสอบ

- สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของการสร้าง
แบบทดสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

- ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ สำหรับแบบทดสอบ
บางแบบอาจต้องตรวจสอบความเป็นปรนัยด้วย

2. ภาระงานที่ได้รับมอบหมาย ภาระงานที่ได้รับมอบหมาย เป็นเครื่องมือวัดผลที่ผู้สอน
และผู้เรียนอาจมีส่วนร่วมกันกำหนดขอบเขตและเกณฑ์ต่างๆ ในการทำงาน ซึ่งประกอบด้วย
แบบฝึกหัดปัญหาทางคณิตศาสตร์การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์และการร่วมกิจกรรมการ
เรียนรู้ แฟ้มสะสมงานและโครงการคณิตศาสตร์เป็นภาระที่ได้รับมอบหมายที่ผู้สอน ผู้เรียน และผู้
ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ อาจร่วมกันประเมินผลผู้เรียนตามความเหมาะสม

สรุปการประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง ออโตมาตา โดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องออโตมาตาสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบโดยมีการให้น้ำหนักไม่เท่ากัน(ภาคผนวก ก.) จำนวน 10 ข้อ ตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ โดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวัน จำนวน 3 ข้อ การประเมินผลการเรียนรู้ครั้งนี้พิจารณาได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนในด้านต่างๆ ได้แก่ ความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)

1. ด้านความรู้ความคิด ความรู้ความคิดในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาสมรรถภาพของผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรม ดังนี้

สมรรถภาพ	สมรรถภาพ พฤติกรรมการแสดงออก
1. ความรู้ความจำ	บอกบทนิยาม ทฤษฎีบท และข้อตกลงต่างๆ
2. ความเข้าใจ	อธิบายและยกตัวอย่างประกอบ
3. การนำไปใช้	นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
4. การวิเคราะห์	แยกแนวคิดที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ
5. การสังเคราะห์	รวบรวมความรู้ ข้อเท็จจริง และลงข้อสรุป หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่
6. การประเมินค่า	เปรียบเทียบความรู้และตัดสินใจหรือสรุปเพื่อเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยได้ใช้การวัดผลประเมินผลด้านด้านความรู้ความคิด โดยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตอนที่ 1 แบบทดสอบแสดงวิธีทำ

2. ทักษะกระบวนการ เป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยทักษะกระบวนการแก้ปัญหาสามารถประเมินได้จากความสามารถในขั้นตอนของทักษะ ดังนี้

ทักษะกระบวนการ	การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะ
การแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - ทำความเข้าใจกับปัญหาโดยระบุประเด็นปัญหา กำหนดตัวแปรและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร - สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้ - ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ - ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา - ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้ใช้การวัดผลประเมินผลด้านทักษะกระบวนการโดยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตอนที่ 2 แบบทดสอบแสดงวิธีทำ

3. การสรุปผลและรายงานการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ทำการสรุปและรายงานผลการประเมิน จากคะแนนที่ได้จากการประเมินนำมาหาค่ากลางในรูปของค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละของระดับคุณภาพ แล้วนำมาแปลผล สรุปผลและรายงานการประเมิน โดยกำหนดเกณฑ์การให้ระดับคุณภาพ ดังต่อไปนี้

ค่าร้อยละ	คุณภาพ
80 ขึ้นไป	ดีมาก
60 - 79	ดี
50 - 59	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ต้องปรับปรุง

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยในประเทศ

สุรสาธิต ผาสุก (2546) ได้ศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และผลในด้ววจนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5 โรงเรียนทวีธาภิเศก อ.อิสรภาพ เขตธนบุรีกรุงเทพฯ จำนวน 32 คนดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2545 ใช้เวลาในการทดลอง 42 ชั่วโมง เป็นกิจกรรมปูพื้นฐาน 6 ชั่วโมง และปฏิบัติกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์36 ชั่วโมง ผลการวิจัย พบว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับ ความสามารถและการคิดในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและสังเคราะห์ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาสร้างตัวแบบที่เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นและเอกซ์โพเนนเชียลได้ดีคิดหาข้อสรุปจากตัวแบบในรูปฟังก์ชัน และทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบได้แต่การคิดเชื่อมโยงข้อสรุปจากตัวแบบในรูปฟังก์ชันและทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบได้แต่การคิดเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริงยังทำได้ไม่ดีนัก 2.เจตคติขงนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองการใช้กิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี

อนันตนิช โพธิ์ถาวร (2547) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนกลาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 88 คน แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงจำนวน 46 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติจำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า 1.นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ สูงกว่าร้อยละ 50 2.นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 3.นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงมีความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ทุกด้านในระดับมาก คือ ด้านการมีส่วนร่วม ด้านสัมพันธ์ไมตรีด้านการสนับสนุนจากครูด้านเป้าหมายการทำงาน ด้านความเป็นระเบียบในชั้นเรียน ด้านการชี้แจงกฎระเบียบและด้านความพึงพอใจในการทำงาน

เบญจมินทร์ อรัญเพิ่ม (2548) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา2547 โรงเรียนวชิรปราการวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน จำนวน 200 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 ที่เรียนด้วยชุดการสอนเรื่องแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 มีความสามารถในการเรียนเรื่องแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สนั่น มาสกลาง (2540) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนละความคิดเห็นต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง โดยได้มีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองกับวิธีการสอนปกติและศึกษาความคิดเห็นต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 96 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 48 คน เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง และกลุ่มควบคุมจำนวน48คน เรียนตามวิธีสอนปกติผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองและนักเรียนที่เรียนตามวิธีการสอนปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นในทางที่ดีต่อบรรยากาศและกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับเห็นด้วย

3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

คูน ยูง วง (Khoon Yoong Wong, 2002) ได้ศึกษาถึงการพัฒนาการเรียนการสอนชั้นเรียนเพื่อรองรับครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาช่วงอายุ12-14 ปีการออกแบบชั้นเรียนมุ่งเน้นให้มีการประยุกต์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เข้ากับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ของชาวบรูไน เนื้อหาที่บรรจุในชั้นเรียนมุ่งเน้นให้เกิดความรู้ทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์บทเรียนทางคณิตศาสตร์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา เนื้อหาส่วนใหญ่จะเป็นการยกตัวอย่างจากแบบฝึกหัดแนวความคิดของนักเรียน การอภิปรายร่วมกันจากการสอน ผลจากการศึกษาพบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์บทเรียนทางคณิตศาสตร์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ทำให้มองเห็นว่า เมื่อเลือกใช้ตัวแบบหรือวิธีการ

แก้ปัญหาที่แตกต่างกัน จะทำให้ทราบถึงพื้นฐานทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีเมื่อนักเรียนมีพื้นฐานทางการเรียนที่ดีจะทำให้นักเรียนเปิดรับสิ่งที่สนับสนุนการสอนนักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

ฮิโรนาริ โอซาวา (Hironari Osawa, 2002) ได้ศึกษาถึงการประยุกต์คณิตศาสตร์เข้ากับปัญหาจริง ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการของ Blum เป็นเครื่องมือในการสอนเรื่องกราฟ โดยใช้การวิงผลัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 เป็นกรณีศึกษา ในการวิเคราะห์หาจุดรับ-ส่ง ไม้ที่ดีที่สุดของการวิงผลัดจากกราฟเพื่อให้ได้เวลาในการวิงทั้งหมดน้อยที่สุด กรณีศึกษาดังกล่าวทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพความเป็นจริงของการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับการวิงผลัด ผลจากการศึกษาพบว่าใช้ตัวอย่างการวิงผลัดเป็นเครื่องมือในการสอนเรื่องกราฟ ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากความเป็นจริง ซึ่งเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนสนใจคณิตศาสตร์มากขึ้น เนื่องจากได้เห็นภาพของคณิตศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรม

จากการรวบรวมงานวิจัยภายในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาแผนการสอน รายดีสคริปต์และโครงสร้างประกอบด้วย หน่วยที่ 1 สแตมปี และหน่วยที่ 2 เครื่องทำน้ำผลไม้ ในเวลา 7.5 ชั่วโมง หรือ 3 คาบ