

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดพิจิตร



การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
มิถุนายน 2562  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพระศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา และหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดพิจิตร" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



## ประกาศคุณูปการ

การวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.วรินทร์ สุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจน ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการวิจัยสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ ่องอาจวานิชย์ อาจารย์ประจำสาขา วิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร นางสาวศุภวรรณ ทุนภาค และนางธนพร เอมดี ศึกษาพิเศษชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 นายอนันต์ เดชขุนทด และนางณิชาภา อ่อนน้อม ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร บุคลากร และนักเรียนประจำระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของ โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม สามง่ามชนูปถัมภ์ เนินปอรัญนทชนูปถัมภ์ วชิรบรรณพิทยาคม หนองโสนพิทยาคม ท่าเสาพิทยาคม วังทรายพูนวิทยา พิบูลธรรมเวท สระหลวงพิทยาคม สากเหล็กวิทยา วิทยาวุฒิชัยพิทยาคม สรรพเพชญ์รัฐมาพิทยาคม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือ เป็นอย่างยิ่ง ในการเก็บข้อมูลและตอบแบบทดสอบ

กราบขอบพระคุณ คุณพวงพยอม แก้วการไธย ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัย จนสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ ปริญญาโท เพื่อนครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการวิจัยฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ได้ต่อไป

พีรภัทร เรืองเพชร

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กราฟ และความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดพิจิตร
ผู้ศึกษาค้นคว้า	พีรภัทร เรืองเพชร
ที่ปรึกษา	ดร.วรินทร์ สุภาพ
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561
คำสำคัญ	แบบทดสอบเพื่อสำรวจ แบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กราฟ และความสัมพันธ์เชิงเส้น

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 350 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 302 คน ใช้ในขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบ ได้มาโดยวิธีการเลือกเจาะจง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 358 คน ใช้ในขั้นตอนการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยสร้างแบบทดสอบ เพื่อสำรวจมโนทัศน์เป็นแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 350 คน และสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบผิดเพื่อสอบถามแนวคิดในการตอบคำถาม จากนั้น จึงนำข้อมูลมาสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 302 คน ผลการวิจัย พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นมีค่าความตรงเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.37-0.82 มีค่าอำนาจจำแนก 0.24-0.63 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.80 จากนั้น ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นพัฒนาไปเป็นแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน ตอนแรกเป็นแบบเลือกตอบ ตอนที่สองเป็นแบบเขียนอธิบายเหตุผลของการตอบเพื่อใช้สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 358 คน แล้ววิเคราะห์ระดับความเข้าใจและรูปแบบของความคลาดเคลื่อน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์อยู่ในระดับไม่เข้าใจ และพบว่า มีรูปแบบของความคลาดเคลื่อนในด้านการใช้ทฤษฎีบทมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านการนำความรู้ไปใช้ และด้านการคิดคำนวณ ตามลำดับ

**Title** THE DEVELOPMENT OF DIAGNOSTIC TEST FOR  
MISCONCEPTION IN GRAPHS AND LINEAR RELATION  
OF GRADE 7 STUDENTS IN PHICHIT POVINCE

**Author** Pheeraphat Ruangphet

**Advisor** Wanintorn Supap, Ph.D.

**Academic Paper** Independent Study M.Ed. in Mathematics,  
Naresuan University, 2018

**Keywords** Survey Test, Diagnostic Test for Misconception



### ABSTRACT

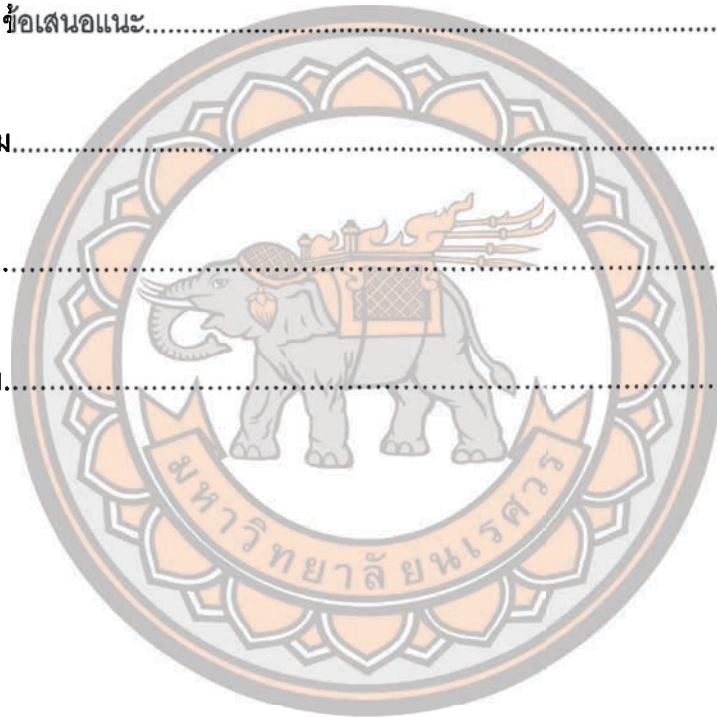
The objectives of this research are 1) to develop a diagnostic test for misconceptions in graphs and linear relation of grade 7 students 2) to explore the misconceptions of students in mathematics courses in graphs and linear relation of grade 7 students. The first stage samples used in the research were grade 8 and grade 7 students in the second semester of the academic year 2018, 350 and 302 people were acquired by purposive sampling method. The second stage samples used in the research were grade 7 students in the second semester of the academic year 2018, 358 people were acquired by purposive sampling method. The researcher conducted the research by creating a survey test to explore the concept as an answer-type test and applies to the sample group of 350 people. In addition, the researcher also interviewed the sample students who did the wrong test to inquire about the concept underlying their answers. After that, the 4 multiple choices diagnostic test for misconception was created and applied to 302 sample groups. The results of the research showed that the diagnostic test has the same validity value as 1.00, all items have difficulty values ranged from 0.37-0.82 with discriminant power of 0.24-0.63 and have reliability value 0.80. Then, the researcher applied the two-tier test to explore misconceptions and analyzed the types of defects that caused misunderstandings from 358 students. The test results showed that most students had a concept at the level of no understanding. There were misses of theorems, knowledge and calculation as evidence of no understanding.

## สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาของปัญหา.....	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
	ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
	ขอบเขตการวิจัย.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
	หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560.....	8
	แบบทดสอบวินิจฉัย.....	12
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	28
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	44
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	53
	ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	
	เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น.....	54
	ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์	
	เชิงเส้น.....	62
4	ผลการวิจัย.....	65
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	65

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 บทสรุป.....	70
สรุปผลการวิจัย.....	70
อภิปรายผลการวิจัย.....	71
ข้อเสนอแนะ.....	73
บรรณานุกรม.....	76
ภาคผนวก.....	85
ประวัติผู้วิจัย.....	124



## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ระดับความเข้าใจประเภทแนวคิดของนักเรียน.....	33
2 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำแบบทดสอบเพื่อสำรวจ.....	54
3 จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบเพื่อสำรวจแยกตามเนื้อหา.....	55
4 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน.....	57
5 การวิเคราะห์หิมโนทัศน์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น.....	58
6 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และวินิจฉัยข้อบกพร่องที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน.....	62
7 ตัวอย่างข้อสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์ เชิงเส้น.....	64
8 ร้อยละของนักเรียน แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจ จำแนกตามเนื้อหา.....	67
9 ความถี่ของคำตอบที่กลุ่มตัวอย่างเลือกตอบจำแนกตามเนื้อหา.....	67
10 ผลการประเมินความตรงของแบบทดสอบเพื่อสำรวจโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	87
11 ผลการประเมินความตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	88
12 ค่าความยาก (p) และ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ของแบบทดสอบวินิจฉัย จากการนำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 302 คน.....	89
13 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัย.....	99
14 เฉลยคำตอบและแนวทางการตอบของแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง.....	100
15 รูปแบบของความคลาดเคลื่อน.....	102



## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ผังมโนทัศน์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ.....	34
2 ตัวอย่างชุดภาพ เรื่อง หยาดน้ำฟ้า.....	36



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระเบียบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ได้ อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้การวางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์ จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น มีความสมดุลทั้งทางร่างกายจิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็นแก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และในสภาพสังคมปัจจุบันได้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วทั้งในด้านเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ วัฒนธรรม ซึ่งผลจากการเปลี่ยนแปลงนี้ยังผล ทำให้คนต้องมีการปรับตัวเพื่อเผชิญกับสถานการณ์ดังกล่าว โดยคุณแจสำคัญที่จะทำให้คนประสบความสำเร็จ ดำรงชีวิตอย่างมีความสุข สามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับสภาพสังคมของโลกยุค โลกาภิวัตน์ได้ก็คือ การศึกษา (สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์, 2542, น. 5) ดังนั้น คณิตศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือในการศึกษาเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (สุรางคณา ยาหยี, 2549, น. 1)

สิ่งหนึ่งที่ดูเป็นสิ่งที่เล็กๆ แต่มีผลกระทบที่ยิ่งใหญ่ สิ่งหนึ่งที่นักเรียนหลายคนได้มองข้ามไป โดยไม่ทันได้คิดว่าสิ่งนี้เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ คือ มโนทัศน์ (concept) ซึ่งมโนทัศน์เป็นเรื่องที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้มโนทัศน์ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ ถึงระดับสูงสุดได้ และยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้เร็วขึ้น เพราะเกิดจากการจัดระบบระเบียบของข้อมูลได้เรียบร้อยในสมอง เมื่อปะทะกับสิ่งเร้าใหม่ก็สามารถจำแนก จัดหมวดหมู่ และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ได้ง่าย อีกทั้งมโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิดมนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์พื้นฐาน เพราะมโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์หลักการต่างๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ นอกจากนี้ มโนทัศน์ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสื่อความหมายที่จะทำให้คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (สุรางค์ ใจวัตระกุล, 2541, น. 362) ในการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นั้น นักเรียนส่วนใหญ่ต้องใช้เวลาในการปรับตัวในเรื่องต่างๆ ด้วยสาเหตุที่ว่านักเรียนที่จะผ่านการเรียนในระดับประถม

ศึกษา ซึ่งในระดับชั้นประถมศึกษาในส่วนของเนื้อหายังคงมีความเป็นรูปธรรมอยู่ แต่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาเนื้อหาจะมีความเป็นนามธรรมมากขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาในบทที่ 3 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 คือ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งบทนี้จะเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้ประโยชน์ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป ยิ่งไปกว่านั้นผู้วิจัยได้ศึกษาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2556-2560 มีคะแนนเฉลี่ยดังต่อไปนี้ 25.41, 29.59, 32.42, 29.53, 26.55 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 และเมื่อพิจารณาสาระพีชคณิต ซึ่งเนื้อหากราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นจัดว่าเป็นส่วนหนึ่งของสาระนี้ พบว่า ในปีการศึกษา 2559 สาระที่ 4 พีชคณิต มีค่าเฉลี่ย คือ 38.58 และในปีการศึกษา 2560 มีค่าเฉลี่ย 30.04 หมายความว่าค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 และลดลงร้อยละ 8.54 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559-2560) นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์แบบทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของปีการศึกษา 2560 พบว่า ข้อสอบมีจำนวนทั้งหมด 25 ข้อ เป็นข้อสอบสาระที่ 4 พีชคณิต เรื่อง กราฟ สมการ ความสัมพันธ์เชิงเส้น จำนวน 5 ข้อ ทำให้ทราบว่า สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ จะเน้นเนื้อหาในเรื่อง ความสัมพันธ์เชิงเส้น ด้วยเหตุนี้ ครูผู้สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จึงต้องสร้างพื้นฐานที่ถูกต้องหรือสอนนักเรียนในเรื่องกราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นให้มีประสิทธิภาพสุด

การจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้นั้นจำเป็นที่จะต้องทราบมโนทัศน์ของผู้เรียนก่อน สอดคล้องกับ แอสล็อก (Ashlock, 2010 อ้างถึงใน อุไรวรรณ ศรีชัยมูล, 2544) กล่าวว่า การที่จะพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูจำเป็นที่จะต้องรู้ว่านักเรียนที่ตนกำลังสอนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในจุดใด และในลักษณะใด และยังสอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังคนะภักทขจร (2551) กล่าวว่า หากครูสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนแต่ละคนได้ในภายหลังของการประเมินผลการเรียนรู้แต่ละเนื้อหาก่อนที่จะเรียนเนื้อหาถัดไป ก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งทั้งต่อตัวนักเรียนและครู โดยจะทำให้ นักเรียนทราบถึงข้อบกพร่องที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของตน และสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ทัน ส่วนตัวครูนั่นก็จะทราบถึงข้อมูลของนักเรียนว่ามีจุดบกพร่องตรงส่วนไหนเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอนของตนถึงแม้มโนทัศน์จะมีความสำคัญเพียงใดก็ตาม นักเรียนจำนวนไม่น้อยที่มีปัญหาในการทำความเข้าใจมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ซึ่งเป็นผลให้เกิดการคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปจากสิ่งที่ถูกต้องที่เป็นจริงทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากสาเหตุหลายประการ ทั้งสาเหตุจากการละเลยในเงื่อนไขของทฤษฎีบท กฎหรือนิยามทางคณิตศาสตร์ และสาเหตุอื่นๆ

ที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการทำความเข้าใจคณิตศาสตร์ อาทิ ความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน ความบกพร่องของครูผู้สอนนักเรียนในระดับชั้นก่อนหน้า ซึ่งความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์นั้น เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะส่งผลกระทบต่อตัวนักเรียนอย่างมากเพราะจะทำให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ไม่ได้ไม่ถูกต้อง รวมทั้งอาจทำให้พื้นฐานความรู้ไม่ติดพอที่จะไปเรียนรู้มโนทัศน์อื่นๆ (อัมพร ม้าคอง, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับ แพรตต์และโน้ต (Pratt and Noss, 2002 อ้างถึงใน อุไรวรรณ ศรีชัยมูล, 2544, น. 2) กล่าวว่า ถ้านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะทำให้นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในระดับที่สูงขึ้นและนอกจากการเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่จะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดเลย ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในที่สุดและสอดคล้องกับ บรรานี (1992) กล่าวว่า มโนทัศน์พื้นฐานที่คลาดเคลื่อนจะก่อให้เกิดปัญหาในการเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงขึ้นไป ซึ่งหากผู้เรียนมีมโนทัศน์เดิมคลาดเคลื่อนย่อมส่งผลกระทบต่อ การแก้ปัญหา การแสดงวิธีทำและการเรียนรู้เนื้อหาที่สูงขึ้นอีกต่อไป

การที่ครูจะทราบถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้นั้น ครูจะต้องมีการวัดประเมินผลหลังการจัดการเรียนรู้ การวัดประเมินผลที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน เพราะการที่ครูทราบข้อบกพร่องทางการเรียนนั้นจะทำให้ครูสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับ วันเพ็ญ คำเทศ (2560, หน้า 55) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นมีหลายประเภท หากครูมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ครูสามารถหาแนวทางในการแก้ไขหรือปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนได้ และการทราบข้อบกพร่องของนักเรียนยังช่วยให้ครูสามารถพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ มาลา ปาจวง (2542, น. 6) กล่าวถึงความสำคัญของการหาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า ในการสอนคณิตศาสตร์นั้นการวิเคราะห์ความผิดพลาดเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ ซึ่งการศึกษาหาข้อผิดพลาดจะทำให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความคิดของเด็กที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยข้อมูลเหล่านี้มีความหมายมากในการสอน ซึ่งจากความสำคัญดังกล่าวผู้สอนจำเป็นจะต้องมีเครื่องมือที่สามารถค้นหาข้อบกพร่องหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ แบบทดสอบวินิจฉัย ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้หาความบกพร่องของนักเรียนได้ ผลการตอบของนักเรียนสามารถบอกได้ว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในประเด็นใด และสาเหตุมาจากอะไร ซึ่งครูสามารถ

นำผลจากการวินิจฉัยมาใช้ในการซ่อมเสริมการเรียนของนักเรียนได้ถูกต้องและตรงจุด (ไตรรงค์ เจนการ, และชัยวัฒน์ วัชรมัย, 2539, น. 2)

แบบทดสอบวินิจฉัย (diagnostic test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้เห็นจุดบกพร่องที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่งๆ ทั้งนี้เพื่อที่จะหาทางแก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้น อันจะสามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนรู้หรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 50) สอดคล้องกับ ขวัญใจ สายสุวรรณ (2554, น. 19) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดบกพร่องตลอดจนสาเหตุของจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหาย่อยๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงจุดและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป แบบทดสอบวินิจฉัยนั้นมีหลายรูปแบบที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ได้แก่ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบเติมคำตอบสั้น การวาดภาพ แบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบต่อเนื่องสามขั้นตอน ฯลฯ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกแบบต่อเนื่องสองขั้นตอนด้วยเหตุผลว่า แบบทดสอบวินิจฉัยแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน (Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบในตอนหนึ่งและเขียนอธิบายเหตุผลในตอนที่สอง ตามแนวคิดของ ทรีกัส (Treagust, et al., 2002, pp. 252-259) แบบทดสอบวินิจฉัยประเภทนี้ถูกพัฒนาและนำมาใช้เพื่อระบุแนวคิดที่แตกต่างกันออกไป ทำให้ข้อจำกัดและคำจำกัดความที่เกี่ยวกับความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนชัดเจนขึ้น จากคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นแบบทดสอบวินิจฉัยจึงมีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยข้อตกลงเบื้องต้นในรูปของคำนิยามและสัจพจน์ การใช้เหตุผลเพื่อสร้างทฤษฎีบทต่างๆ ที่นำไปใช้ได้อย่างเป็นระบบเพียงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 2)

ด้วยเห็นถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น เพื่อให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วินิจฉัยสาเหตุของข้อบกพร่องของนักเรียน ใช้ปรับปรุงการสอนของครู วางแผนการจัดการเรียนรู้และการสอนซ่อมเสริม ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอในการเรียน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น อีกทั้งสร้างความพร้อมในการเรียนในเรื่องต่อไปและในชั้นที่สูงขึ้น อันจะส่งผลให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพและนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นต่อไปและใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของครูให้มีประสิทธิภาพต่อไป

### จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยในการวางแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ
2. ใช้เป็นแนวทางในการสอนซ่อมเสริมเพื่อปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรวมถึงทักษะกระบวนการคิดของนักเรียน

### ตัวแปรที่ศึกษา

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### ขอบเขตการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาของงานวิจัยเป็นการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งประกอบด้วย คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ กราฟและการนำไปใช้ และความสัมพันธ์เชิงเส้น ตามแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### นิยามศัพท์เฉพาะ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น (Misconception in Graphs and Linear Relation) หมายถึง ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือเกิดจากข้อบกพร่องในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านทฤษฎีบท ด้านการคิดคำนวณ ด้านการตีความ ด้านการตรวจสอบการแก้และสรุปปัญหา และด้านการนำความรู้ไปใช้

แบบทดสอบเพื่อสำรวจ (Survey Test) หมายถึง แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อทดสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560) จำนวน 12 ข้อ โดยแบ่งเป็นเนื้อหา เรื่อง คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ จำนวน 4 ข้อ กราฟกับการนำไปใช้จำนวน 4 ข้อ และความสัมพันธ์เชิงเส้น จำนวน 4 ข้อ และได้มีการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้างเพื่อทราบแนวความคิดของการตอบคำถามของนักเรียน

แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Diagnostic Test for Misconception) หมายถึง แบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน ตอนแรกเป็นแบบเลือกตอบและตอนที่สองเป็นแบบเขียนตอบ จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 โดยตัวเลือกของแบบทดสอบพัฒนามาจากข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อใช้เป็นพื้นฐานแนวคิดในการวิจัยและเพื่อให้สามารถสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้อย่างมีคุณภาพ ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560
  - 1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์
  - 1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์
  - 1.3 คุณภาพของผู้เรียน
  - 1.4 มาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. แบบทดสอบวินิจฉัย
  - 2.1 ความหมายของการวินิจฉัย
  - 2.2 ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย
  - 2.3 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย
  - 2.4 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
  - 2.5 การหาคุณภาพแบบทดสอบ
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของมโนทัศน์
  - 3.2 ความสำคัญของมโนทัศน์
  - 3.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
  - 3.4 การวัดและเครื่องมือที่ใช้วัดมโนทัศน์
  - 3.5 สาเหตุของการคลาดเคลื่อน
  - 3.6 มโนทัศน์เรื่องกราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ



## หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาและตั้งจุดประสงค์ที่จะใช้ ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 แสดงรายละเอียด ดังนี้

### 1. ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจาก คณิตศาสตร์ ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือ สถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึง การส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้าน การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารอย่างปลอดภัย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนรู้เท่าทัน การเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้น สถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของนักเรียน

### 2. เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคนไว้ 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

2.1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ใน สถานการณ์ต่างๆ

2.2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเน เกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยาม แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทาง เรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิต ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

2.3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจ

### 3. คุณภาพของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ได้กำหนดคุณภาพนักเรียนให้นักเรียนที่เรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์ รู้จักการรวบรวมข้อมูล การจำแนกข้อมูล การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งได้กำหนดคุณภาพนักเรียนในแต่ละช่วงชั้นต่างกันไป เนื่องจากผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จึงขอล่าวถึงคุณภาพของนักเรียน เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ดังนี้

3.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.5 มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลัง สอง และใช้ความรู้ความเข้าใจเหล่านี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.6 มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่นๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.7 มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

3.8 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กววย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.9 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.10 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการ แก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.11 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.12 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

3.13 มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

3.14 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ในชีวิตจริง

จากคุณภาพผู้เรียนที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น พอสรุปได้ว่า ครูต้องพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีคุณภาพสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางได้กำหนดไว้ดังที่แสดงไว้ข้างต้น

#### 4. มาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 พบว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มี 4 สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้จำนวน 10 มาตรฐาน ดังนี้

#### สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหา ที่กำหนดให้

หมายเหตุ: มาตรฐาน ค 1.3 สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6

#### สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.3 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.4 เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

หมายเหตุ:

1. มาตรฐาน ค 2.1 และ ค 2.2 สำหรับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. มาตรฐาน ค 2.3 และ ค 2.4 สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

#### สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

หมายเหตุ: มาตรฐาน ค 3.2 สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6

#### สาระที่ 4 แคลคูลัส

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชัน และนำไปใช้

หมายเหตุ: มาตรฐาน ค. 4.1 สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้เนื้อหาที่ผู้วิจัยเลือกมาจัดอยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษามาตรฐานและตัวชี้วัดดังตาราง

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 1	1. เข้าใจและใช้สมบัติของการเท่ากัน และสมบัติของจำนวน เพื่อวิเคราะห์ และแก้ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้ในชีวิตจริง
	2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับกราฟ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง 3. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเส้นในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	สมการเชิงเส้นสองตัวแปร - กราฟของความสัมพันธ์เชิงเส้น - สมการเชิงเส้นสองตัวแปร - การนำความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและกราฟของความสัมพันธ์เชิงเส้นไปใช้ในชีวิตจริง

### แบบทดสอบวินิจฉัย

#### 1. ความหมายของการวินิจฉัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของการวินิจฉัยจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

จารุวรรณ กุศลการณ์ (2554, น. 17) สรุปว่า การวินิจฉัย หมายถึง การค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนทางการเรียนของผู้เรียน เพื่อให้ครูผู้สอนทำการแก้ไขสาเหตุของข้อผิดพลาดหรือจุดอ่อนทางการเรียนที่พบต่อไป

วราภุช นันทแก้ว (2558, น. 14) กล่าวถึง การวินิจฉัย (diagnose) ว่ามักถูกใช้ในวงการแพทย์ ซึ่งมีความหมายไปในทางการศึกษาปัญหาและค้นหาสาเหตุของความเจ็บไข้ได้ป่วยของคนไข้ ปัจจุบันคำนี้ได้แพร่หลายออกไปอย่างกว้างขวางและถูกนำไปใช้ในหลายๆ วงการ ซึ่งรวมถึงวงการศึกษานำมาใช้ในการเรียนการสอนแม้กระทั่งในกระบวนการวิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่อง

ข้อผิดพลาดที่เป็นอุปสรรคทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน โดยรวบรวมปัญหา มาวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำผลที่ได้มาพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นสรุปได้ว่า การวินิจฉัย คือ การศึกษาข้อบกพร่องและสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้นเพื่อใช้ในการแก้ไข

## 2. ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยนั้นมีนักวิจัยและนักวิชาการได้ให้นิยามความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้แสดงรายละเอียด ดังนี้

ยานี สังข์ศรีอินทร์ (2550, น. 12) ได้สรุปความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า แบบทดสอบวินิจฉัย เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียนของผู้เรียนวิชาต่างๆ เป็นรายบุคคล พร้อมทั้งระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้น เพื่อจัดให้มีการสอนซ่อมเสริมและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

วิยดา ซอนขำ (2551, น. 14) ได้สรุปความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน ในแต่ละเนื้อหาย่อยๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงจุดและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 15) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ค้นหาจุดบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียนวิชาต่างๆ ของนักเรียนหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง ผลจากแบบทดสอบทำให้ทราบว่า นักเรียนคนใดมีจุดบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียนเรื่องใดแล้ว สามารถนำสาเหตุหรือจุดบกพร่องนั้นๆ ไปเป็นแนวทางในการแก้ไขและจัดวิธีการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 50) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้เห็นจุดบกพร่อง จุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่งๆ ของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้ เพื่อจะหาทางแก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้นอันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียน และเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น

ขวัญใจ สายสุวรรณ (2554, น. 19) ผู้วิจัยได้สรุปว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดบกพร่องตลอดจนสาเหตุของจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนแต่ละคน ในแต่ละเนื้อหาย่อยๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงจุดและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

โชติกา ภาณีผล (2554, น. 3) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดจุดด้อยของการเรียนรู้ที่เป็นปัญหาของผู้เรียน มุ่งตรวจสอบกลไก องค์ประกอบย่อยของกระบวนการสำคัญที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้เพื่อเป็นประโยชน์ ต่อการปรับปรุงและซ่อมเสริม

นฤมล อุดรประจักษ์ (2555, น. 21) พอสสรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน ซึ่งปรับปรุงมาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ตัวลวงแต่ละข้อในแบบทดสอบวินิจฉัยมาจากคำตอบผิดที่นักเรียนส่วนมากตอบจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจและตัวลวงนั้นสามารถบอกถึงสาเหตุ ข้อบกพร่องลักษณะต่างๆ เกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สุมานี กลิ่นพูน (2555, น. 34) สรุปความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อมุ่งค้นหาจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนวิชาต่างๆ เป็นรายบุคคลพร้อมทั้งสามารถ ระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้น เพื่อนำไปสู่กระบวนการสอนซ่อมเสริมและเป็นแนวทางในการปรับปรุงทางการเรียนการสอนต่อไป

กัญวลัญญ์ จิตรดี (2559, น. 27) ได้สรุปความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าแบบทดสอบวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อน และสาเหตุของความบกพร่อง ของทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยวัดองค์ประกอบย่อยหรือเนื้อหาย่อยๆ ตลอดจนมีความตรงเชิงเนื้อหามากกว่าแบบทดสอบประเภทอื่น นำไปสู่การแก้ไขจุดบกพร่อง และสาเหตุของความบกพร่องนั้นๆ ได้ตรงจุด สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรือมีอุปสรรค ในการเรียนและเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น อีกทั้งช่วยให้ครูสามารถปรับวิธีสอนของตนได้อย่างเหมาะสมและสอนซ่อมเสริมนักเรียนได้ตรงกับข้อบกพร่อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและการสอนซ่อมเสริม

บราวน์ (Brown, 1970, p. 253) กล่าวถึง แบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะทำการสอนซ่อมเสริมและให้การแนะแนวซึ่งจะทำให้สามารถชี้ให้เห็นจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในแต่ละส่วนย่อยของแบบทดสอบนั้น

สิงห์ (Singha, 1974, pp. 200-201) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่า คือ แบบทดสอบที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนในส่วนที่จะช่วยซ่อมเสริม โดยแบบทดสอบประเภทนี้การสุ่มเนื้อหาจำเป็นต้องละเอียดมาก และแบบทดสอบประเภทนี้ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา มีความจำเป็นมากกว่าแบบทดสอบประเภทอื่น

อาร์มาน และมาริน (Ahmann, & Marin, 1975, p. 18) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวินิจฉัย ว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้หลังจากการเรียนการสอนแล้ว เพื่อให้ทราบถึงข้อบกพร่องเฉพาะที่เป็นพื้นฐานที่อยู่เบื้องหลังของนักเรียน

จากการศึกษาการให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยของนักวิจัยและนักวิชาการ ศึกษา สรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัย คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบความรู้ที่นักเรียนมี เพื่อให้ครูผู้สอนได้ทราบว่านักเรียนมีจุดบกพร่อง จุดอ่อน ในเรื่องใด และแบบทดสอบวินิจฉัยที่ครูสร้างขึ้นนั้นต้องเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพของแบบทดสอบได้แก่ ค่าความเที่ยง ความตรงสูง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนที่จะใช้ในการสอนซ่อมเสริมแก่ผู้เรียนต่อไป

### 3. ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

เพื่อให้การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในทัศนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2533, น. 54-55) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วัดได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced) และแบบอิงกลุ่ม (Norm-referenced)
2. จุดประสงค์ของแบบสอบจำกัดเฉพาะจุดประสงค์ที่มีประโยชน์ต่อการวินิจฉัยเท่านั้น
3. ขอบเขตของเนื้อหา มี 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบวินิจฉัยที่ยึดระดับชั้นเป็นหลัก

เช่น แบบสอบวินิจฉัย เรื่อง การบวก สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และแบบทดสอบวินิจฉัย ทักษะการคิดคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับการบวก

4. เป็นแบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาหรือที่เรียกว่า Power test ยกเว้นในกรณีที่มีจุดประสงค์ชัดเจนว่าเป็นแบบทดสอบที่เน้นความรวดเร็วในการคิด (Speed test) จึงจะกำหนดเวลาได้
5. เนื้อหาของแบบทดสอบครอบคลุมทุกแง่มุมของคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการคิดคำนวณ ความหมาย และนามธรรม กระบวนการคิดคำนวณ การคิดในใจ

6. ไม่ควรวัดเฉพาะการรับรู้ระดับนามธรรม แต่ควรวัดความรู้ทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับรูปธรรม กึ่งรูปธรรม และนามธรรม หรืออาจวัดความรู้ถึง 4 ระดับ คือ รูปธรรม กึ่งรูปธรรม กึ่งนามธรรม และนามธรรม

7. เน้นการให้คะแนนเป็นส่วนๆ (Part score) และการให้คะแนนของข้อสอบในแต่ละส่วน ไม่เน้นคะแนนรวม

8. ข้อสอบได้มาจากการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างละเอียดและการศึกษาสิ่งที่เด็กมักทำผิด

9. ข้อสอบควรจะง่ายเพื่อให้สามารถจำแนกระหว่างเด็กที่มีปัญหา ได้ข้อสอบแต่ละข้อควรมีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป และควรมีมากข้อ



10. เกณฑ์แสดงการรอบรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งนิยมใช้เกณฑ์อย่างต่ำ 2 ใน 3 (67%) หรือ 3 ใน 4 (75%) เพื่อแสดงว่าเด็กมีความรอบรู้ในเรื่องนั้นจริงมิใช่ทำผิดเพราะความเลินเล่อ  
ธีรารัตน์ นาชัยฤทธิ (2550, น. 21) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้  
ดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดและมีความเที่ยงตรง  
เชิงเนื้อหาสูง
2. แบบทดสอบแยกออกเป็นฉบับย่อยๆ หลายฉบับ โดยแต่ละฉบับวัดเนื้อหาย่อย  
อย่างเดียวกัน
3. ข้อสอบแต่ละข้อสามารถระบุสาเหตุของข้อบกพร่องของการตอบผิดได้
4. ข้อสอบแต่ละฉบับควรมีมากข้อและมีความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป
5. เกณฑ์แสดงการรอบรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ควรใช้เกณฑ์ 3 ใน 4 (75%) เพื่อแสดงว่า  
เด็กมีความรู้ในเรื่องนั้นจริง มิใช่ทำผิดเพราะความเลินเล่อ
6. เกณฑ์ปกติ (norm) ไม่มีความสำคัญ
7. ควรเป็นข้อสอบที่ไม่จำกัดเวลาในการสอบ (power test)
8. ใช้สอบเมื่อเรียนแต่ละบทเสร็จสิ้นแล้ว หรือใช้สอบเมื่อเรียนจบเนื้อหาย่อยเพื่อทดสอบ  
ความเข้าใจการตรวจให้คะแนนสามารถประเมินผลได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม

สุรพรรณ วีระสอน (2551, น. 14) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยจะแบ่งออกเป็นแบบทดสอบย่อยๆ เพื่อใช้วัดทักษะแต่ละอย่าง
2. ในทักษะหนึ่งๆ หรือในเนื้อหาหนึ่งๆ จะต้องมีจำนวนข้อมากๆ ข้อ
3. ข้อสอบจะต้องค่อนข้างง่าย โดยเรียงลำดับจากข้อสอบง่ายไปยาก
4. แบบทดสอบจะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นอันดับแรก
5. ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องบ่งถึงสาเหตุที่นักเรียนทำผิด
6. ไม่จำกัดเวลาในสอบ
7. การสร้างเกณฑ์ปกติไม่ใช่สิ่งสำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัย

สุรียาพร อุดลย์พงศ์ไพศาล (2552, น. 23) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย  
ไว้ดังนี้

1. เพื่อค้นหาสาเหตุของความบกพร่องและปัญหาต่างๆ ในการเรียนของนักเรียน
2. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน

3. เนื้อหาที่ต้องการวัดต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดประสงค์ของการสอน

4. เป็นแบบทดสอบที่เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) เป็นสำคัญ

5. มีจำนวนข้อสอบหลายๆ ข้อ และสามารถวัดได้ในทักษะเดียวกัน

6. คำถามมักเป็นคำถามที่ค่อนข้างง่าย โดยมีระดับความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป

7. เป็นแบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลา

8. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจจัย

อุบล มีสิมมา (2551, น. 12) กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัย ไว้ดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่แยกออกเป็นฉบับย่อยๆ โดยจะวัดเฉพาะด้านความรู้และความสามารถของนักเรียนเป็นด้านๆ ของแต่ละรายวิชา

2. เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

3. เป็นแบบทดสอบที่เน้นความตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ

4. เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมาก ในแต่ละเนื้อหาที่ต้องการทดสอบ

5. เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 50) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยไว้ดังต่อไปนี้

1. จะมุ่งวัดเป็นเรื่องๆ หรือด้านๆ ไป ถ้าต้องอาศัยทักษะย่อยๆ หลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อยๆ (Sub test) วัดตามทักษะย่อยๆ นั้น

2. มีคะแนนของแต่ละด้านแต่ละตอนเพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้นคะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่เป็นประโยชน์สำหรับกรณีนี้

3. มีจำนวนข้อสอบหลายๆ ข้อที่วัดมโนภาพหรือทักษะเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มโอกาสทำผิดพลาดให้มากขึ้น จะช่วยวัดนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้นๆ ได้อย่างเพียงพอ

4. มักเป็นแบบทดสอบที่ให้เวลาเต็มที่ (Power test) ในการทำข้อสอบโดยจะเริ่มจากข้อที่ง่ายๆ แล้วค่อยเพิ่มความยากขึ้น

5. การสร้างแบบทดสอบชนิดนี้จะสร้างจากรากฐานการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้เรียนได้สำเร็จและจากการศึกษาข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน

6. ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบวินิจจัย อยู่ที่ว่าเครื่องมือที่ใช้ดำเนินการสอบภายใต้สถานการณ์เดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

จากการศึกษาลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยสามารถสรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยได้ดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่วัดได้ตรงตามจุดประสงค์
2. เป็นแบบทดสอบที่เกณฑ์ไม่ใช่สิ่งสำคัญ เพราะแบบทดสอบวินิจฉัยไม่ได้ถูกใช้เพื่อเปรียบเทียบนักเรียน แต่เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดข้อบกพร่อง วัฒนธรรมทัศน และความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล
3. เป็นแบบทดสอบที่ใช้หาสาเหตุของความบกพร่องและปัญหาต่างๆ ในการเรียนรู้ของนักเรียน

4. เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย โดยมีระดับความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป

#### 4. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยดังนี้ อุลล มีสิมมา (2551, น. 16) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. วิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียด แบ่งเนื้อหาออกเป็นฉบับย่อยๆ
3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะของแบบทดสอบและจำนวนข้อสอบ
4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร
5. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้คำตอบที่รวบรวมมาจากการตอบของนักเรียนที่ตอบผิดในการทดสอบเพื่อสำรวจมาสร้างเป็นตัวอย่าง แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียน
6. วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบและวิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน เพื่อใช้ในการปรับปรุงแบบทดสอบต่อไป

7. จัดพิมพ์แบบทดสอบและคู่มือดำเนินการสอบ

ญาณัจฉรา สุตแท้ (2551, น. 15) ได้กล่าวถึง เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. วิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียด แบ่งเนื้อหาออกเป็นเนื้อหาเรื่องย่อยๆ และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหานั้น
3. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น
4. วิเคราะห์จุดบกพร่องของนักเรียนจากการเลือกตอบแบบทดสอบวินิจฉัย

5. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอน การทดสอบเพื่อสร้างตัวลอง ทดสอบเพื่อวิเคราะห์รายข้อ และทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้น

สุรียาพร อุดลพวงศ์ไพศาล (2552, น. 28) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ วินิจฉัย ไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัยอย่างละเอียด
3. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม
4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจเป็นแบบเติมคำ และนำไปทดสอบกับนักเรียน
5. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้คำตอบที่รวบรวมมาจากการตอบของนักเรียนที่

ตอบผิดในการทดสอบเพื่อสำรวจมาสร้างเป็นตัวลอง

6. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ และนำไปปรับปรุงแก้ไข
7. เขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย
8. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

สุเทพ สันติวรานนท์ (2553, น. 67-73) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ในเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย และวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
2. วิเคราะห์ทักษะที่จำเป็นและเนื้อหาวิชาอย่างละเอียด แล้วแบ่งเป็นองค์ประกอบ

ย่อยๆ

3. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด
4. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ในข้อสอบจะกำหนดให้

นักเรียนหาคำตอบและสาเหตุการเลือกตอบ ซึ่งในขั้นนี้ถือเป็นขั้นการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ สาเหตุของการเลือกตอบ

5. นำไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มที่ได้เรียนเนื้อหานั้นผ่านมาแล้ว
6. วิเคราะห์หาคำตอบ และสาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ทั้งนี้ เพื่อนำผลการวิเคราะห์มากำหนดสร้างตัวเลือก ของแบบทดสอบ วินิจฉัยต่อไป

7. เขียนข้อสอบโดยตัวเลือกร่างจากสาเหตุของการเลือกตอบของนักเรียน
8. นำข้อสอบในขั้นที่ 7 มารวบรวมเป็นฉบับแบบทดสอบวินิจฉัย แล้วนำไปทดลองใช้

และพัฒนาปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น

9. เขียนคู่มือในการใช้แบบทดสอบ และกำหนดแนวทางที่เหมาะสมเพื่อสามารถบ่งชี้ถึง**ความบกพร่อง** และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องในแต่ละทักษะนั้นได้

นฤมล อุดรประจักษ์ (2555, น. 30) สรุปเป็นขั้นตอนในการสร้างได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาเนื้อหาเพื่อวิเคราะห์เนื้อหา แล้วเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
4. กำหนดจำนวนคำถามลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตร
5. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรง
6. นำไปทดสอบกับนักเรียนเพื่อหาข้อบกพร่อง
7. นำผลที่ได้มาปรับปรุงเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
8. นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ และพัฒนาแบบทดสอบให้มีคุณภาพ

ดีขึ้น

9. จัดทำคู่มือและพิมพ์เป็นรูปเล่ม

สิทธิยา มณีสาย (2555, น. 36) สรุปเป็นขั้นตอนในการสร้างได้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาเนื้อหาเพื่อวิเคราะห์เนื้อหา แล้วเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
4. กำหนดจำนวนข้อคำถามลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตร
5. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรง
6. นำไปทดสอบกับนักเรียนเพื่อหาข้อบกพร่อง
7. นำผลที่ได้มาปรับปรุงเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
8. นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ และพัฒนาแบบทดสอบให้มีคุณภาพ

ดีขึ้น

9. จัดทำคู่มือและพิมพ์เป็นรูปเล่ม

สุมานี กลิ่นพูน (2555, น. 37) จากการศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุป ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยได้ ดังนี้

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตรโดยการทำเป็นตารางวิเคราะห์

หลักสูตร

3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะของแบบทดสอบและจำนวนข้อสอบ

4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร
  5. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยให้คำตอบที่รวบรวมมาจากการตอบของนักเรียนที่ตอบผิดในการทดสอบเพื่อสำรวจมาสร้างเป็นตัวลอง แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียน
  6. วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบและวิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน เพื่อใช้ในการปรับปรุงแบบทดสอบต่อไป
  7. จัดพิมพ์แบบทดสอบและคำชี้แจงในการดำเนินการสอบ
- จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยผู้วิจัยได้สรุปเป็นขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. กำหนดกรอบแนวคิดการสร้างรวมทั้งวางแผนการสร้างแบบทดสอบ
2. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ (survey test)
3. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปใช้
4. รวบรวมมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องต่างๆ แล้วนำมาสร้างเป็นตัวลองในแบบทดสอบวินิจฉัย
5. ศึกษาเอกสาร หลักสูตร มโนทัศน์ที่ต้องการวัด
6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยตัวลองของแบบทดสอบสร้างขึ้นจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ
7. นำแบบทดสอบให้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของแต่ละข้อ
8. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพรายข้อแล้วนำมาปรับปรุง
9. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ
10. จัดทำคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัย

## 5. การหาคุณภาพแบบทดสอบ

การหาคุณภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ศึกษาการหาคุณภาพแบบทดสอบ ดังนี้

### 5.1 ค่าความยากของแบบทดสอบ (Difficulty)

ในการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิด และข้อเสนอแนะถึงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ ดังนี้

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551, น. 88-89) กล่าวว่า ความยาก คือ สัดส่วนที่แสดงว่าข้อสอบ นั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนตอบถูกน้อย ก็เป็น

ข้อสอบยาก ซึ่งแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ไม่ใช้ค่าความยากเป็นเกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพเครื่องมือ ข้อสอบที่คัดเลือกมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลควรเป็นข้อสอบที่มีความยากปานกลาง คือ ประมาณ 0.50 แต่ในทางปฏิบัติกำหนดเกณฑ์ระดับความยากของข้อสอบที่จะเลือกไว้ในช่วง 0.20-0.80

พิสนุ ฟองศรี (2552, น. 21) กล่าวว่า ความยาก เป็นสัดส่วนของการตอบถูกผิดของข้อสอบ แต่ละข้อในแบบสอบ ข้อคำถามใดที่มีคนตอบถูกมากถือว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย จะมีความยากมาก ข้อใดที่มีคนตอบถูกน้อยถือว่าเป็นข้อสอบที่ยาก แต่จะได้ค่าความยากน้อยกว่าความยากมีค่าระหว่าง 0.00-1.00 ค่าความยากยิ่งสูง ข้อสอบยิ่งง่าย ค่าที่ใช้ได้ค่าระหว่าง 0.20-0.80 ค่าที่ดีที่สุด คือ ค่าปานกลาง คือ 0.50

สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 212) ได้กล่าวว่า ค่าความยาก-ง่ายของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง อัตราส่วนหรือร้อยละของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดโดยกล่าวว่า ค่าความยากของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นข้อสอบที่ต้องเน้นความสามารถในการวัดตามประสงค์นั้นอย่างแท้จริง แม้จะเป็นข้อสอบที่ง่ายหรือยากก็ไม่ถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดี ค่าความยากจึงไม่ได้นำมาชี้ถึงคุณภาพและไม่ได้นำมาเป็นเกณฑ์สำคัญในการคัดเลือกข้อสอบ สิ่งสำคัญ คือ ค่าอำนาจจำแนก

ไพศาล วรคำ (2554, น. 298) ความยากของข้อสอบเป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้น ความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อสอบนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบง่ายหรือมีดัชนีความยากสูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก หรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ การหาค่าความยากของข้อสอบนิยมหาเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่ม เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ ข้อสอบที่มีค่าความยากเหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบแต่พิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่า การหาความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น

สูตรที่ใช้ในการหาค่าความยากของข้อสอบแบบปรนัยสามารถหาได้จาก

$$p = \frac{f}{n}$$

เมื่อ	$p$	แทน	ดัชนีความยาก
	$f$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูก
	$n$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบ

สูตรที่ใช้ในการหาค่าความยากของข้อสอบแบบอัตนัยสามารถหาได้จาก

$$p = \frac{s_H + s_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$p$	แทน	ดัชนีความยาก
	$s_H$	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	$s_L$	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ประกอบ กรรณสูตร (2528, น. 33) ได้นำเสนอการหาค่าความยากเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 33% ซึ่งมีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$p = \frac{P_H + P_L}{2N}$$

เมื่อ	$p$	แทน	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
	$P_H$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$P_L$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$N$	แทน	จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่าแบบทดสอบที่มีคุณภาพจะต้องมีช่วงของความยากอยู่ที่ 0.20-0.80 ซึ่งแบบทดสอบวินิจัยที่มีคุณภาพจะต้องมีค่าความยากค่อนข้างสูง เพราะไม่ใช่ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจัยควรมีค่าความยากตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป และคำนวณค่าความยากรายข้อด้วยสูตรดัชนีความยาก

## 5.2 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 87) ได้กล่าวว่า อำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นประสิทธิภาพในการจำแนกผู้สอบเป็นผู้รอบรู้หรือสอบผ่านกับผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่าน

สุรวาท ทองบุ (2553, น. 101-103) ได้กล่าวว่า การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นมี 2 วิธี คือ การหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบสองครั้ง (ก่อนสอนและหลังสอน) และจากผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) เป็นวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดยเบรนนแมน หรือที่เรียกว่า "ดัชนีบี (B-Index)"

สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 213) ได้กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนก คือ ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้



ในการหาค่าอำนาจจำแนก จากผลการสอบครั้งเดียว (หลังการสอน) เพื่อจำแนก ผู้สอบออกเป็นกลุ่มรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) กับกลุ่มไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ซึ่งเป็น ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดยเบรนนัน (1974, pp. 244-261) หรือที่รู้จักกัน "ดัชนี บี (B-Index หรือ Brennan Index)" สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ	$B$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของผู้สอบ
	$U$	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	$L$	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	$N_1$	แทน	จำนวนคนสอบผ่านเกณฑ์
	$N_2$	แทน	จำนวนคนสอบไม่ผ่านเกณฑ์

ประกอบ กรรณสูตร (2528, น. 34) ได้นำเสนอการหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 33% ซึ่งมีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$r = \frac{(P_H - P_L)}{N}$$

เมื่อ	$r$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	$P_H$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$P_L$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$N$	แทน	จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

ไพศาล วรคำ (2554, น. 306) กล่าวว่า การหาค่าอำนาจจำแนกของเบรนนัน (Brennan's Index: B-Index) เป็นการหาค่าอำนาจจำแนกตามแนวคิดการสอบครั้งเดียว แล้วพิจารณา ความสามารถของข้อสอบในการแยกคนกลุ่มผ่านเกณฑ์กับกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ออกจากกัน โดยค่า อำนาจจำแนกหาจากความแตกต่างระหว่างสัดส่วนของผู้ผ่านเกณฑ์ตอบถูกกับผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ ตอบถูก หาได้จากสูตร ดังนี้

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F}$$

เมื่อ	$B$	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนนัน
	$f_p, f_F$	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์ (pass) และ ตอบถูกในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ (fail) ตามลำดับ
	$n_p, n_F$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ตามลำดับ

จากการศึกษาผู้วิจัยจึงเลือกคำนวณค่าความอำนาจจำแนกรายข้อด้วยวิธีดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนนและเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยควรมีค่าความยากตั้งแต่ 0 ขึ้นไป

### 5.3 การหาค่าความตรง (Validity)

ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ (2543, น. 246) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เกี่ยวกับความตรง ดังนี้ ความตรง เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวิจัยนั้นสามารถวัดสิ่งที่มุ่งจะวัดได้ซึ่งความตรงเป็นดัชนีที่บ่งบอกให้รู้ว่าเครื่องมือนั้นๆ สามารถวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้หรือไม่ การตรวจสอบความตรงของเครื่องมือเป็นการกระทำเพื่อดูว่าเครื่องมือนั้นสามารถวัดได้ตรงตามเกณฑ์ที่ต้องการหรือไม่ เป็นคุณภาพจะทำให้ผลการวัดที่ได้สามารถแทนคุณลักษณะที่ต้องการจะวัดได้มากน้อยเพียงใด แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และความตรงเชิงสัมพันธ์กับเกณฑ์

สมนึก ภัททิยธรณี (2553, น. 218-222) หาค่าความตรงของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ ความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงโครงสร้าง ดังนี้

ความตรงเชิงเนื้อหาขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการวัดผล เรียกว่า การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้สร้างข้อสอบกำหนดไว้หรือไม่ จากนั้น ผู้สร้างข้อสอบหาผลรวมของคะแนนในแต่ละจุดประสงค์หรือในข้อสอบแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อดูดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ  $IOC$  แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสรุปกับจุดประสงค์

เชิงพฤติกรรมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

ให้ 1 คะแนน ถ้าผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยว่าข้อสอบวัดได้ตรงจุดประสงค์

ให้ 0 คะแนน ถ้าผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงจุดประสงค์

ให้ -1 คะแนน ถ้าผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าข้อสอบวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์

ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตรงตามทฤษฎีต่างๆ ของโครงสร้างนั้นหรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ การหาความตรงทำได้หลายวิธี แต่ที่นิยมใช้ คือ วิธีของคาร์เวอร์ (Carver method)

#### 5.4 การหาค่าความเที่ยง (Reliability)

การหาค่าความเที่ยง หรือ ค่าความเชื่อมั่น เป็นการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบว่าข้อสอบฉบับนั้นจะให้ผลออกมาเท่าเดิมหรือไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะวัดกี่ครั้ง ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดการหาค่าความเที่ยงไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 225-229) ความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์มีหลายแนวคิด จำแนกเป็น 2 แนวคิด คือ

5.4.1 ความเที่ยงที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องในการจำแนกผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้ กลุ่มนี้มีความเชื่อว่า แบบทดสอบที่มีความเที่ยงจะสามารถจำแนกผู้สอบว่าใครเป็นผู้รอบรู้ (สอบผ่าน) ใครเป็นผู้ไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่าน) ได้อย่างคงเดิม ซึ่งวิธีการพิจารณาความสอดคล้องในการจำแนกผู้รอบรู้กับผู้ไม่รอบรู้ ทำได้ 2 วิธี คือ

วิธีที่หนึ่ง โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว

วิธีที่สอง โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดิม สอบซ้ำกับนักเรียนกลุ่มเดียว

5.4.2 ความเที่ยงชนิดที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องของคะแนนแต่ละคนที่แปรปรวนจากคะแนนจุดตัด โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียน 1 กลุ่มครั้งเดียว ซึ่งมีวิธีคำนวณหลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึง 2 วิธี คือ

1) วิธีของลิฟวิงส์ตัน (Livingston method) วิธีนี้นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์หนึ่งฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนครั้งเดียวสามารถนำผลการสอบไปคำนวณจากสูตรได้ดังนี้ (Livingston, 1972, pp. 13-26)

$$r_{cc} = \frac{r_u s^2 + (\bar{x} + c)^2}{s^2 + (\bar{x} + c)^2}$$

เมื่อ $r_{cc}$	แทน	ความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
$r_u$	แทน	ความเที่ยงของแบบทดสอบโดยวิธี KR-20
$s^2$	แทน	ความแปรปรวน
$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ
$c$	แทน	คะแนนเกณฑ์

2) วิธีของโลเวต (Lovett method) วิธีนี้ นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ฉบับเดียว ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว เพียงครั้งเดียวสามารถนำผลมาวิเคราะห์หาความเที่ยงได้จากสูตร ดังนี้ (สุรวาท ทองบุ, 2553, น. 111)

$$r_{cc} = 1 - \frac{K \sum x_1 + \sum x_1^2}{(K-1) \sum (x_1 + C)^2}$$

เมื่อ  $r_{cc}$  แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์

$K$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$X$  แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

$C$  แทน คะแนนจุดตัด

3) วิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson, KR-20) การหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีนี้จะใช้แบบทดสอบฉบับเดียวและทดสอบครั้งเดียว โดยมีระบบการให้คะแนนเป็นแบบตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสันเป็นดังนี้

$$r_{xx} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum pq}{s_x^2} \right)$$

เมื่อ  $r_{xx}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นหรือค่าความเที่ยง

$n$  แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

$p$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก

$q$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด ( $1 - p$ )

$s_x^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

จากการศึกษาการหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ใช้สูตรอย่างง่าย ในการหาค่าความยาก ใช้ดัชนีอำนาจจำแนกบี (Brennan' Index) หาค่าอำนาจจำแนก และใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (kr-20) ในการหาค่าความเชื่อมั่น จากการศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยพบว่าค่าความยากควรจะสูงเพราะแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่วัดจุดบกพร่องของนักเรียนมิใช่วัดความรู้ความสามารถระดับสูง จึงควรมีค่าประมาณ 0.3 หรือมากกว่า นอกจากนี้แบบทดสอบควรมีค่าความเชื่อมั่นสูงและค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0 อีกด้วย

## เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

### 1. ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์ตรงกับภาษาอังกฤษว่า "Concept" ซึ่งมีคำในภาษาไทยคำอื่นๆ ที่ใช้ในความหมายเดียวกัน เช่น ความคิดรวบยอด มโนคติ มโนภาพ หรือสังกัป เป็นต้น ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า "มโนทัศน์" (Concept) ซึ่งมีนักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ต่างๆ กัน ดังนี้

กู๊ด (Good, 1973, p. 124) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับมโนทัศน์ไว้ใน Dictionary of Education คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้

2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรมหรือวัตถุ

3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิดเห็นหรือภาพความคิด  
 คลาสไมเออร์ (Klausmeiern, 1985 อ้างถึงใน วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537, น. 175) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์ หมายถึง สิ่งที่ทำให้เราทราบคุณลักษณะของสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะ เป็นวัตถุ เหตุการณ์หรือกระบวนการ ซึ่งทำให้แยกสิ่งต่างๆ ออกจากสิ่งอื่นๆ ได้ในขณะเดียวกันก็สามารถโยงเข้ากับกลุ่มของประเภทเดียวกันได้"

มาโตเรลลา และคูเปอร์ (Martorella, & Cooper, 1986, p. 186) ได้กล่าวถึง ความหมายของมโนทัศน์ไว้สองความหมายในเวลาเดียวกันว่า

1. มโนทัศน์เป็นการจัดลำดับขั้นของประสบการณ์ที่เป็นระเบียบ  
 2. มโนทัศน์เป็นรายงานของความเกี่ยวพันทางปัญญา ที่นำมาจัดลำดับขั้นหรือประเภท ซึ่งไม่เพียงแต่จะจำแนกวัตถุ เหตุการณ์ที่ประสบ ถึงแม้เราจะเผชิญกับสิ่งใหม่ๆ หรือประสบการณ์เก่าๆ เราจะนำมโนทัศน์ทั้งเก่าและใหม่มาประสานสัมพันธ์ในการแก้ปัญหา

เอเรนส์ (Arends, 1994, p. 299) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจความคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ รอบตัวเรา และสามารถบอกความเหมือนหรือความต่างของสิ่งนั้นๆ"

ไฮดา (Haidar, 1997) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. SU (Scientific Understanding) คือ มีมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ของนักคณิตศาสตร์ปัจจุบันครบทุกแนวคิดและสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์นั้นๆ ได้

2. PU (Partial Understanding) คือ มีมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับนักคณิตศาสตร์ในปัจจุบันอย่างน้อย 1 มโนทัศน์

3. PU&MU (Partial Understanding with Misunderstanding) คือ มีมโนทัศน์บางส่วนที่สอดคล้องและบางส่วนที่ไม่สอดคล้องกับนักคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน

4. NU (Non-scientific Understanding) คือ ไม่มีมโนทัศน์ใดสอดคล้องกับนักคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน

5. NO (No Answer) คือ ไม่ตอบคำถามหรือเขียนอธิบายเหตุผล

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528, น. 234-235; นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงค์, 2537, น. 55-56; บุญชม ศรีสะอาด, 2537, น. 28; สุวิทย์ มูลคำ, 2547, น. 10; พรรณี ชูทัย, 2538, น. 423) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับมโนทัศน์ สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแยกแยะการเข้าใจประเภทของสิ่งต่างๆ ได้ถูกต้องตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จัดหมวดหมู่ของวัตถุหรือเหตุการณ์ต่างๆ เข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน และแบ่งแยกสิ่งเร้าที่ไม่มีลักษณะร่วมกันออกไว้ในประเภทอื่นๆ ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น เช่น การเข้าใจ คำว่า มโนทัศน์ของปากกา หมายถึง สิ่งที่ใช้เขียนมีสีต่างๆ ได้แก่ สีดำ สีแดง ฯลฯ แตกต่างจากคำว่าหนังสือ ซึ่ง หมายถึง สิ่งที่บันทึกข้อความต่างๆ เป็นรูปเล่มมีไว้สำหรับอ่าน เป็นต้น

ไสว เลี่ยมแก้ว (2548) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ คือ กฎที่ใช้แยกประเภทของสิ่งของ การกระทำ หรือความคิด เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับจิต

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2557) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ คือ ภาพเกิดในใจซึ่งเป็นตัวแทนของสิ่งหลายสิ่งต่างกัน แต่มีลักษณะบางอย่างคล้ายกัน เช่น แมว เป็นมโนทัศน์ทั่วไปสำหรับแมวทั้งหมด ถึงแม้แมวแต่ละตัวอาจจะไม่เหมือนกัน หรือดำ เป็นมโนทัศน์ของสีดำหรือความดำทั่วไป ไม่ว่าจะปรากฏเป็นคุณลักษณะของสิ่งใดในโอกาสใด

อัมพร ม้าคนอง (2557, น. 15) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญ ความหมาย ที่มา หรือการขยายความ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้นๆ ได้ และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น

จากความหมายของมโนทัศน์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ภาพ ความเข้าใจ ของบุคคลที่ใช้ในการแยก จำแนก หรือรวม สิ่งที่มีความสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกัน และแยกสิ่งที่ไม่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันไว้ในประเภทอื่น

## 2. ความสำคัญของมโนทัศน์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง ผู้สอนคาดหวังให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือไม่คลาดเคลื่อนในเรื่องที่เรียน ดังนั้น การสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์มีความสำคัญและจำเป็นต่อนักเรียนมาก ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

เดอ เซคโก (De Cecco, 1968, pp. 402-416) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์สรุปได้ว่า

1. มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่มีอยู่มากมาย การที่ตอบสนองสิ่งเร้าที่ละอย่างเป็นเรื่องยาก ดังนั้น มนุษย์จึงใช้มโนทัศน์ในการจัดแบ่งสิ่งต่างๆ เป็นกลุ่มทำให้การตอบสนองหรือสื่อความหมายทำได้ง่ายขึ้น

2. มโนทัศน์ช่วยให้รู้จักสิ่งต่างๆ การรู้จักเป็นการจัดสิ่งเร้าให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เช่น การแยกได้ว่าเสียงที่ได้ยินเป็นเสียงอะไร อยู่ในพวกไหน แล้วใช้มโนทัศน์นี้เป็นพื้นฐานต่อไป

3. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนรู้ได้มากขึ้น เช่น เมื่อมีการเรียนรู้เรื่องหนึ่งๆ สามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องเรียนซ้ำ เช่น รู้จักสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จากนั้นเมื่อพบสัตว์ประเภทเดียวกันจะสามารถจำแนกแยกแยะได้

4. มโนทัศน์ช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้รู้จักว่าวัตถุนั้นอยู่ในกลุ่มใด เหตุการณ์ใหม่อยู่ในกลุ่มใดแล้วทำให้เกิดการตัดสินใจต่อไป ดังนั้น การมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและกว้างขวางก็เท่ากับการรู้จักการแก้ปัญหา

5. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนการสอน เพราะในการเรียนการสอนต้องอาศัยการสื่อสารกันในรูปแบบการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน

ออสซูเบล (Ausubel, 1968, p. 505) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในสังคม เนื่องจากพฤติกรรมของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านความคิด การสื่อความหมายระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ล้วนต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นมโนทัศน์มาก่อนทั้งสิ้น

สิริวรรณ ศรีพหล (2536, น. 183) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า การให้นักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์เป็นเรื่องสำคัญเพราะความรู้ต่างๆ ในโลกนี้มีอยู่มากมาย ถ้าผู้สอนสอนแต่ข้อเท็จจริง โดยให้ผู้เรียนจดจำรายละเอียดของข้อมูลทำให้เกิดความยุ่งยากในการเข้าใจและเป็นการเรียนที่ไม่มีที่สิ้นสุด ถ้าเป็นการเรียนรู้ในลักษณะมโนทัศน์จะให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับเบื้องต้นหรือมโนทัศน์นั้นๆ ไปสู่ความรู้ใหม่ได้เรื่อยๆ เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานของการเรียนรู้ในระดับสูงต่อไป การเรียนรู้ข้อสรุปและหลักการ การเรียนรู้การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ จัดเป็นการเรียนรู้ในขั้นสูงที่ต้องอาศัยความรู้ในขั้นมโนทัศน์เกือบทั้งหมด

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2543, น. 302) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์คิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์เป็นพื้นฐาน เพราะมโนทัศน์ช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่างๆ และสามารถแก้ปัญหาที่จะเผชิญได้ นอกจากนี้ มโนทัศน์ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสื่อความหมายที่ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์ (2537, น. 57-60) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า การเรียนรู้มโนทัศน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้นถึงระดับสูงสุดได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้เรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น เพราะเกิดการจัดระบบระเบียบของข้อมูลไว้เรียบร้อยแล้ว ในสมอง เมื่อได้ปะทะกับสิ่งเร้าใหม่จะสามารถจำแนกจัดหมวดหมู่และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เก่าที่มีอยู่ได้ง่าย

จากความสำคัญของมโนทัศน์ที่นักการศึกษากล่าวไว้สรุปได้ว่า มโนทัศน์นั้นมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอน เพราะจุดประสงค์ของผู้สอนในแต่ละครั้ง คือ ต้องการให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ถ้าหากผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องหรือมีความคลาดเคลื่อนนั้นหมายความว่า การจัดการเรียนการสอนในครั้งนั้นยังไม่ประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ มโนทัศน์ยังมีส่วนให้การเรียนรู้ในเรื่องใหม่ๆ หรือการรับประสบการณ์ใหม่อื่นทำให้เกิดการเรียนรู้นั้นเป็นไปด้วยดีหรืออาจกล่าวได้ว่า มโนทัศน์ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ให้ไปถึงระดับสูงและรวดเร็ว

### 3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นถูกนิยามโดยนักการศึกษาดังนี้

ศิลาพร อินไผ่ (2554) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า เป็นความคิดและความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องหรือผิดไปจากความเป็นจริงที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้อง

อัศวิน บรรเทา (2558) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า เป็นความเชื่อหรือความเข้าใจที่ได้มาจากมโนคติ หรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ ไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ มโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนคติหรือความรู้ที่ต่างจากความหมายอันเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ

จากที่นักการศึกษาได้กล่าวมาทำให้สรุปได้ว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ความรู้ ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องหรือถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ครบทุกส่วนอาจได้มาจากประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้อง

### 4. การวัดและเครื่องมือที่ใช้วัดมโนทัศน์

ในส่วนของ การวัดมโนทัศน์นั้น ครูผู้สอนจะทำเมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว การตรวจสอบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน



มากนักน้อยเพียงใดเป็นเรื่องที่สำคัญ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงการวัดมโนทัศน์และเครื่องมือที่สามารถใช้วัดมโนทัศน์ไว้ดังนี้

วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 645-670) ได้กล่าวถึง การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจและความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of Concepts) นั้น หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง

เฟรเยอร์, เฟรดดริค, และคลาสไมเออร์ (Frayer, Fredrick, & Klausmeier, 1972, pp. 218-224) กล่าวว่า "ในการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะต้องทำการวิเคราะห์มโนทัศน์เนื้อหา นั้นก่อน แล้วค่อยออกข้อสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้นๆ"

ชวาล แพร์ตกุล (2520, น. 15) กล่าวว่า การวัดมโนทัศน์เป็นการวัดที่อยู่ในระดับสูงของการวัดความรู้ ความจำ ยังไม่ถึงขั้นที่ใช้ความคิด ซึ่งวัดได้ 2 ลักษณะ คือ 1) การวัดความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา และการขยายหลักวิชาของเรื่องราวต่างๆ และ 2) การวัดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และโครงสร้างของหลักวิชานั้น

สมนึก ภัททิยธานี (2547, น. 23) ได้เสนอการวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย

หลักวิชา (Principle) หมายถึง หลักการหรือหัวใจของเรื่องที่เกิดขึ้นหลายๆ ความคิดรวบยอดรวมกัน

การขยาย (Generalized) หมายถึง การนำหลักการหรือคติของเรื่องใดๆ ไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ให้ไกลออกไปจากเดิมหรือเป็นการสรุปออกนอกเรื่องนั้นๆ (เช่น บทสรุปตอนท้ายของนิทานอีสป)

ลักษณะที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และโครงสร้าง

คำถามลักษณะนี้ต่างจากลักษณะที่ 1: ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย คือ ลักษณะที่ 1 ถามเกี่ยวกับหลักการของหลายเนื้อหาที่ไม่สัมพันธ์กัน ไม่เป็นชนิดเดียวกันอย่างเดียวกันโดยตรง แต่อยู่ในเครือสกุลเดียวกัน ส่วนลักษณะที่ 2 นี้ ถามเกี่ยวกับหลักการจากหลายเนื้อหาที่สัมพันธ์กันเป็นพวกเดียวกัน และสกุลเดียวกัน เพื่อค้นหาทฤษฎีและโครงสร้างที่เป็นตัวร่วมของบรรดาเนื้อหาเหล่านั้น

เวสต์บรูก และมาเร็ก (Westbrook, & Marek, 1991 อ้างถึงใน สวณีย์ เพ็ชรพงศ์, 2557) ได้เสนอเกณฑ์การวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยจัดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์เป็นรายชื่อ โดยจัดได้ 5 กลุ่ม ตามลำดับความเข้าใจ ดังนี้

1. ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ประกอบที่สำคัญ ให้ 3 คะแนน
2. ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน
3. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ให้ 1 คะแนน
4. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน
5. ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

ไฮดา และอับราฮัม (Haidar, & Abraham, 1991 อ้างถึงใน กฤษดา สงวนสิน, 2548) ได้ทำการศึกษาและใช้เกณฑ์การวัดและประเมินมโนทัศน์ โดยใช้ในการจัดกลุ่มในแบบสัมภาษณ์ผังมโนทัศน์ ซึ่งจัดเป็นประเภทแนวคิดของนักเรียนตามระดับความเข้าใจ แบ่งออกเป็น 4 ระดับไว้ดังตารางต่อไปนี้

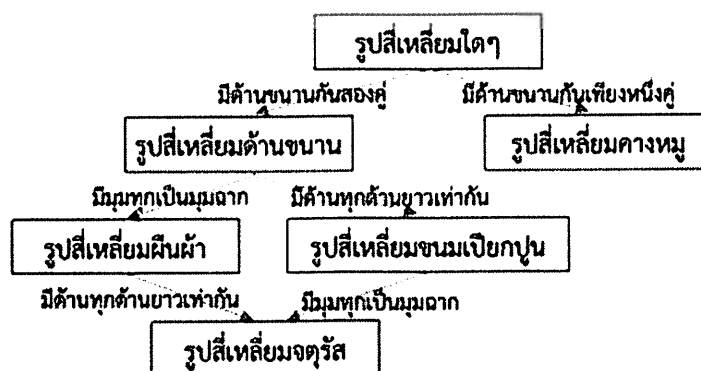
ตาราง 1 ระดับความเข้าใจประเภทแนวคิดของนักเรียน

ระดับความเข้าใจ	เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดประเภท
ไม่มีแนวคิด (no understanding)	- ไม่ตอบ / ตอบว่า "ไม่รู้" หรือ "ไม่เข้าใจ" - ตอบทวนคำถาม - อธิบายเหตุผลไม่ชัดเจนและไม่เกี่ยวข้อง
แนวคิดที่คลาดเคลื่อน (alternative conceptions)	พยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แต่สิ่งที่อธิบาย ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
แนวคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (partial understanding)	อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องอย่างน้อย 1 องค์ประกอบจากทั้งหมด
แนวคิดที่ถูกต้อง (sound understanding)	อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและ ครบถ้วน ทุกองค์ประกอบ

เครื่องมือสำหรับการวัดมโนทัศน์นั้นผู้วิจัยได้รวบรวมเครื่องมือที่นักวิชาการการศึกษาได้ให้ไว้ดังนี้

### 1. ผังมโนทัศน์ (Concept map)

บาร์ดี้ และบาร์เทลส์ (Baroody, & Bartel, 2001 อ้างถึงใน วรินทร์ สุภาพ, 2561) ได้กล่าวว่า ผังมโนทัศน์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งการเขียนผังมโนทัศน์นั้นจะมีคำแสดงมโนทัศน์ ซึ่งจะอยู่ในกรอบรูปวงกลม วงรีหรือสี่เหลี่ยม มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ด้วยเส้นเชื่อม มีคำหรือวลีกำกับเส้นเชื่อมด้วย และมโนทัศน์ที่อยู่ในกรอบส่วนใหญ่จะเป็นคำที่เป็นเหตุการณ์หรือเป็นคำนาม หรืออาจเป็นสัญลักษณ์ เช่น เครื่องหมาย + หรือ % หรือบางครั้งอาจจะเป็นการใช้คำมากกว่า 1 คำก็ได้ เช่น การทดสอบสมมุติฐาน และกล่าวถึงประพจน์ (Propositions) ว่าหมายถึง ข้อความที่ประกอบด้วยมโนทัศน์ตั้งแต่สองมโนทัศน์เชื่อมโยงกันด้วยคำหรือวลีที่มีความหมาย หรือเรียกว่า หน่วยย่อยที่มีความหมาย (semantic units) (Novak, & Cañas, 2008) ภาพ 1 คือ ตัวอย่างของผังมโนทัศน์ที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ ซึ่งจากภาพจะแสดงองค์ประกอบสำคัญของผังมโนทัศน์ 3 ประการ (Baroody, & Bartels, 2001) ได้แก่ 1) เชื่อมมโนทัศน์ (Concept Name) ที่เขียนอยู่ในภายใต้กรอบรูปต่างๆ เช่น รูปวงรี รูปสี่เหลี่ยม หรือรูปทรงอื่นๆ ซึ่งเป็นตัวแทนของมโนทัศน์ 2) เส้นเชื่อม (Linking Line) หรือ เส้นที่มีลูกศร (Arrows) ที่แสดงถึงความเชื่อมโยงและบ่งชี้ถึงทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างสองมโนทัศน์ ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ลูกศรในแต่ทิศทางของความสัมพันธ์มักจะ เป็นจากบนลงสู่ล่างเสมอ 3) คำหรือวลีกำกับเส้น (Linking Words or Linking Phrases) ที่แสดงกำกับเส้นเชื่อม และอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์



ภาพ 1 ผังมโนทัศน์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2557) กล่าวว่า การสร้างผังมโนทัศน์ สามารถผสมไปกับการจัดการเรียนรู้ได้และช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดความรู้อย่างเป็นระบบ นั่นคือ ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์และรวบรวมที่เกี่ยวข้องมากำหนดเป็นมโนทัศน์หลักและมโนทัศน์ย่อย จากนั้น นำมโนทัศน์เหล่านั้นมาเชื่อมโยงกันให้มีความหมาย ผังมโนทัศน์จะเป็นสื่อแสดงความรู้ที่เป็นนามธรรมอยู่ในใจของผู้เรียนให้เป็นรูปธรรม ซึ่งทำให้ครูเข้าใจผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

## 2. การสัมภาษณ์ประกอบภาพตัวอย่างและเหตุการณ์ (Interviews about Instances and Events)

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2557) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เกี่ยวกับภาพตัวอย่างและเหตุการณ์เป็นการสนทนาระหว่างครูกับนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งครูจะได้เข้าใจนักเรียนเชิงลึกเกี่ยวกับมโนทัศน์ (ไม่ใช่การท่องจำ) และความสามารถในการสื่อสารอธิบายเหตุผล (White, & Gunstone, 1992) ซึ่งมีขั้นตอนการสัมภาษณ์ประกอบภาพตัวอย่างและเหตุการณ์ ดังต่อไปนี้

2.1 ครูเตรียมความพร้อมของตนเองโดยคัดเลือกชุดรูปภาพเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่จะสัมภาษณ์ ชุดรูปภาพแต่ละชุดควรประกอบด้วยภาพแสดงมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ภาพแสดงมโนทัศน์ที่ผิด และภาพมีความคลุมเครือยากแก่การตัดสินใจว่าเป็นมโนทัศน์ที่ถูกหรือผิด จำนวนรูปภาพต่อชุดขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของมโนทัศน์และเวลาที่มีสำหรับการสัมภาษณ์ ทั้งนี้ อาจมีจำนวนภาพได้ตั้งแต่ 4-20 ภาพ ยกตัวอย่างการสัมภาษณ์ประกอบภาพตัวอย่างและเหตุการณ์ของวิทยาศาสตร์จากภาพ 5 เรื่อง หยาดน้ำฟ้า ซึ่งประกอบด้วยภาพ 8 ภาพ ได้แก่ 1) น้ำค้างแข็ง 2) เมฆ 3) ลูกเห็บ 4) หมอก 5) ควัน 6) หิมะ 7) ไอน้ำ 8) ฝน

ภาพแสดงมโนทัศน์ที่ถูกต้อง มี 3 ภาพ คือ ลูกเห็บ หิมะ และฝน

ภาพแสดงมโนทัศน์ที่ผิด มี 3 ภาพ คือ เมฆ ควัน และไอน้ำ

ภาพมีความคลุมเครือยากแก่การตัดสินใจว่าเป็นมโนทัศน์ที่ถูกหรือผิด มี 2 ภาพ คือ น้ำค้างแข็ง และหมอก ซึ่งทั้ง 2 ภาพนี้เป็นมโนทัศน์ที่ผิด

2.2 เลือกนักเรียนที่เรียนอ่อน หรือมีผลการเรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของห้องเล็กน้อยมาเป็นกลุ่มตัวอย่างของการสัมภาษณ์ 3-5 คน ทั้งนี้ เพราะถ้ากลุ่มตัวอย่างนี้มีความเข้าใจในมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องแล้ว ก็อาจสรุปภาพรวมได้ว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ของห้องมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว อย่างไรก็ตาม ครูต้องไม่ลืมว่าขณะสัมภาษณ์ ครูต้องทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์ที่ดี กล่าวคือ ห้ามแสดงท่าทีพอใจหรือไม่พอใจ หรือพยายามบอกคำตอบที่ถูกต้องแก่นักเรียนที่ถูกสัมภาษณ์ อีกทั้ง

การสัมภาษณ์นี้ ต้องไม่มีผลต่อคะแนนหรือผลการเรียนรู้ของผู้ถูกสัมภาษณ์ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ยอมพูดหรืออธิบายสิ่งที่ตนเองเข้าใจจริงๆ เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นๆ



ภาพ 2 ตัวอย่างชุดภาพ เรื่อง หยาดน้ำฟ้า

2.3 ครูดำเนินการสัมภาษณ์ใช้เวลาประมาณ 15-30 นาที วิธีการสัมภาษณ์เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview) หรือแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการสัมภาษณ์ของครู ซึ่งการสัมภาษณ์จะต้องป้อนคำถามให้นักเรียนได้ตัดสินใจและอธิบายเหตุผลของการตัดสินใจนั้น รวมทั้งต้องตอบสนองต่อการให้สัมภาษณ์ของนักเรียนด้วย เช่น เมื่อสัมภาษณ์เกี่ยวกับมโนทัศน์ เรื่อง หยาดน้ำฟ้า (ภาพ 6) ครูอาจตั้งคำถามดังนี้

“ตามความเข้าใจของคุณคิดว่า “หยาดน้ำฟ้า” หมายความว่าอย่างไร”

“จากภาพ 1 คุณคิดว่าเป็นภาพของอะไร”

“ลองอธิบายเหตุผลว่า ทำไมคุณจึงคิดว่าภาพ 1 เป็น/ไม่เป็น หยาดน้ำฟ้า”

“สิ่งที่ทำให้คุณคิดว่า... คืออะไร”

“เมื่อสักครู่นี้ คุณอธิบายว่า...คุณหมายความว่าอย่างไร ช่วยขยายความอีกนิด  
ได้ไหม”

“ถ้าปรับเปลี่ยน...ให้เป็น...คุณคิดว่า คำตอบของคุณน่าจะเหมือนเดิมไหม  
ทำไม”

“นอกจากเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว มีเหตุผลอื่นๆ เพิ่มเติมอีกไหม”

“ลองยกตัวอย่างเพิ่มเติมอีกได้ไหม”

“มีอะไรที่ต้องการอธิบายเพิ่มเติมไหม ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่เรายังไม่ได้ถาม”

เมื่อเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ ครูจำเป็นต้องนำข้อมูลสัมภาษณ์ที่ได้มาวิเคราะห์ว่า  
นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นหรือไม่ ถ้าไม่ ครูควรจัดกิจกรรมเพื่อปรับเปลี่ยน  
มโนทัศน์ที่ผิดให้ถูกต้องหรือถ้านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องแล้ว ก็สามารถจัดการเรียนรู้มโนทัศน์  
ใหม่ต่อเนื่องไปได้เลย

สุดท้ายการสัมภาษณ์เกี่ยวกับภาพตัวอย่างและเหตุการณ์ เพื่อตรวจสอบความ  
เข้าใจในมโนทัศน์ของผู้เรียน จะประสบความสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับความไว้วางใจระหว่าง  
นักเรียนและครู ว่าผลการสัมภาษณ์จะต้องไม่ส่งผลต่อคะแนนเก็บหรือเกรดใดๆ เลย มิฉะนั้น นักเรียน  
จะไม่แสดงความคิดเห็นที่แท้จริงออกมา ดังนั้น จึงไม่มีเกณฑ์สำหรับการให้คะแนนผลการสัมภาษณ์  
เกี่ยวกับภาพตัวอย่างและเหตุการณ์

### 3. ข้อสอบแบบเขียนตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวว่า เครื่องมือ  
ที่ใช้ในการวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือ ข้อสอบแบบเขียนตอบ ซึ่งมีรายละเอียด  
ดังต่อไปนี้

ข้อสอบแบบเขียนตอบจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้ความสามารถ  
ด้านการคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผล แก้ปัญหา และอธิบายหรือสื่อความหมาย ด้วยการเขียนตอบ ข้อสอบ  
แบบเขียนตอบมีหลายลักษณะ เช่น การเติมคำในช่องว่าง การเขียนตอบอย่างสั้น การแสดงวิธีทำและ  
การเขียนตอบอย่างละเอียด การสร้างข้อสอบแบบเขียนตอบจะต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถ  
ของนักเรียน เนื้อหาสาระ พฤติกรรมที่ต้องการวัดและเวลาที่ใช้ในการตอบคำถาม และควรมีการบันทึก  
ส่วนสำคัญของการสร้างข้อสอบ 2 ส่วนคือ 1) ส่วนของข้อสอบ ประกอบด้วย สถานการณ์และคำถาม  
ที่ใช้ในการประเมินนักเรียน และ 2) ส่วนของแนวทางการให้คะแนน ประกอบด้วย แนวการตอบที่  
ถูกต้องและเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อให้ครูใช้เป็นแนวทางในการตรวจให้คะแนน ซึ่งจะช่วยให้การตรวจ  
ให้คะแนนมีความเป็นปรนัยมากขึ้น ในที่นี้จะนำเสนอข้อสอบแบบเขียนตอบ 3 ลักษณะ คือ

### 3.1 ข้อสอบแบบเติมคำตอบ

ข้อสอบแบบเติมคำตอบใช้วัดผลประเมินผลได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ และด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เช่นเดียวกับข้อสอบแบบเลือกตอบ แต่ลักษณะการตอบจะเป็นการเขียนคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา

### 3.2 ข้อสอบเขียนตอบแบบสั้น

ข้อสอบเขียนตอบแบบสั้นเป็นข้อสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้นักเรียน ได้เชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในการหาคำตอบ ข้อสอบลักษณะนี้จะใช้วัดความรู้ ความเข้าใจของ นักเรียนและใช้วัดความสามารถในการใช้ภาษาที่นักเรียนจะต้องประมวลความคิดและเหตุผล เพื่อสรุปเป็นคำตอบที่เป็นข้อความสั้นๆ โดยข้อสอบเขียนตอบแบบสั้น จะประกอบด้วยสองส่วน คือ

- 1) สถานการณ์หรือข้อมูลเบื้องต้น
- 2) คำถาม

### 3.3 ข้อสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย

ข้อสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดง วิธีการแก้ปัญหาอย่างอิสระด้วยการเขียนตอบ ซึ่งนักเรียนอาจต้องใช้วิธีการที่หลากหลายหรือเลือกใช้ วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหา ข้อสอบลักษณะนี้จึงใช้วัดผลประเมินผลได้ ครอบคลุมทั้งมโนทัศน์ วิธีการคิด และการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน ตลอดจนการใช้ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ การวัดผลประเมินผลด้วยข้อสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียน อธิบายสามารถจะตรวจให้คะแนนอย่างเป็นปรนัยได้โดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจน และครอบคลุมประเด็นต่างๆ อย่างครบถ้วน

## 4. ข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวว่า ข้อสอบ ลักษณะนี้มุ่งให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำตอบของคำถามที่กำหนดให้ แล้วใช้การคิดหาเหตุผล เพื่ออธิบายคำตอบที่เลือกนั้น เป็นข้อสอบที่เน้นกระบวนการคิดอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะต้อง ทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดให้ในข้อสอบประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 มีคำถามและตัวเลือกที่ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือเป็นตัวเลือก แบบถูกผิดก็ได้

ตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลหรือให้คำอธิบายประกอบตัวเลือกจากขั้นตอนที่ 1 ซึ่งมีได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

4.1 มีตัวเลือกให้นักเรียนเลือกคำตอบ แต่ละตัวเลือกจะเป็นการแสดงผลของคำตอบในตอนที 1 ทั้งนี้เหตุผลที่ใช้เป็นตัวลวงอาจสร้างมาจากข้อผิดพลาดต่างๆ ที่พบจากการตอบของนักเรียน

4.2 มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้เขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบในตอนที 1

ตัวอย่างข้อสอบต่อเนื่องสองขั้นตอนเป็นดังนี้

ข้อมูลแสดงเงินเดือนของพนักงาน 15 คน ในบริษัทแห่งหนึ่งเป็นดังนี้

คนที่	เงินเดือน (บาท)	คนที่	เงินเดือน (บาท)	คนที่	เงินเดือน (บาท)
1	10,000	6	10,000	11	10,000
2	10,000	7	11,000	12	16,000
3	11,000	8	16,000	13	19,000
4	14,000	9	17,000	14	46,000
5	17,000	10	19,000	15	75,000

จากข้อมูล ควรเลือกใช้ค่ากลางชนิดใดแสดงเงินเดือนของพนักงานกลุ่มนี้ จึงจะเป็นตัวแทนของข้อมูลชุดนี้ได้ดีที่สุด

ก. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ข. มัธยฐาน

ค. ฐานนิยม

เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบนั้น

.....  
 .....

คำตอบที่ถูกต้องและแนวการให้เหตุผล

ตอบ ข. เพราะเงินเดือนของคนที 14 กับ 15 สูงมาก และเงินเดือนของคนทีเหลือใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงควรใช้มัธยฐานเป็นตัวแทนของข้อมูลจึงจะดีที่สุด

หรือ เพราะเงินเดือนของคนที 14 กับ 15 สูงมาก จึงไม่ควรใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและความถี่ของข้อมูลใกล้เคียงกัน จึงไม่ควรใช้ฐานนิยม ดังนั้น การใช้มัธยฐานจึงเหมาะสมที่สุด

หรือ เพราะเมื่อเรียงเงินเดือนจากน้อยไปมากแล้ว จะต้องใช้เงินเดือนของคนทีอยู่ตรงกลางของเงินเดือนชุดนี้ จะเป็นตัวแทนที่ดีที่สุด



หรือ เพราะค่าเฉลี่ยเลขคณิตของเงินเดือนเท่ากับ 20,000 บาท ฐานนิยมของเงินเดือนเท่ากับ 10,000 บาท และค่ามัธยฐานของเงินเดือนเท่ากับ 16,000 จะเห็นได้ว่า 16,000 มีค่าใกล้เคียงกับเงินเดือนของพนักงานกลุ่มนี้มากที่สุด ดังนั้น จึงควรใช้มัธยฐานเป็นตัวแทนของข้อมูลชุดนี้

หรือ เพราะมีข้อมูลบางตัวที่มีค่ามากกว่าข้อมูลที่เหลืออย่างชัดเจน การหาฐานนิยมและค่าเฉลี่ยเลขคณิต จะได้ค่ากลางที่ไม่เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด

นอกจากนี้ ยังมีนักวิชาการชาวต่างชาติที่ได้กล่าวถึงแบบทดสอบต่อเนื่องสองชั้นตอน อาทิ ทรีกัส (Treagust, 2002) ได้อธิบายถึง แบบทดสอบวินิจฉัยแบบต่อเนื่องสองชั้นตอน (Two-Tier) ว่าเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียน โดยแต่ละข้อของแบบทดสอบถูกออกแบบมาในรูปพิเศษเพื่อระบุแนวคิดที่แตกต่างกัน ในส่วนแรก ประกอบด้วยคำถาม และส่วนที่สองเป็นคำตอบ ซึ่งส่วนของคำตอบนั้น ส่วนแรกให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง และส่วนที่สองเป็นการเลือกเหตุผลที่สนับสนุนในส่วนแรกทำให้ได้ข้อจำกัดและคำจำกัดความที่เป็นความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนชัดเจนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ แชนทราเชกกรม และคณะ (Chandrasegaran, et al., 2007) ที่กล่าวว่า แบบวัดแนวคิดวินิจฉัยแบบต่อเนื่องสองชั้นตอน (Two-tier Multiple Choice Diagnostic Test) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็ นวิชา เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ หรือวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ โดยเป็นแบบวัดแนวคิดที่เน้นศึกษาความเข้าใจของผู้เรียนจากการเขียนอธิบายและกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยใช้ความเข้าใจมากกว่าความจำ และยังสอดคล้องกับเอเฟอร์ มัทลู (Ayfer Mutlu, 2015) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองชั้นตอนเกี่ยวกับมโนทัศน์รายวิชาเคมีของนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า แบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองชั้นตอนโดยชั้นแรกเป็นแบบเลือกตอบโดยตัวเลือกเหล่านั้น คือ คำตอบจากนักเรียนทั้งที่ถูกและผิด โดยตัวลวงได้มาจากคำตอบที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุด และชั้นที่สองให้นักเรียนเขียนเหตุผลที่เป็นไปได้ที่จะเป็นคำตอบซึ่งจากผลจากการวิจัยยังทำให้เห็นว่าการที่นักศึกษอธิบายเหตุผลในชั้นที่สองทำให้ทราบมโนทัศน์ทางการเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดมโนทัศน์ข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์เป็นการวัดด้านพุทธิพิสัยในระดับความจำ ความเข้าใจและความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ ครูผู้สอนต้องทำการวิเคราะห์เนื้อหา ก่อนแล้วออกข้อสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้น ซึ่งข้อสอบที่ใช้วัดมโนทัศน์นั้นควรเป็นข้อสอบแบบอัตนัยเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนความรู้ความเข้าใจที่ตนเองมีออกมาได้อย่างอิสระ และช่วยให้ครูได้วิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้อย่างชัดเจน และแบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนานั้นจึงควรเป็นแบบต่อเนื่องสองชั้นตอน โดยตอนแรกเป็นแบบเลือกตอบ และตอน

ที่สองเป็นแบบเขียนตอบ เพื่อที่ครูผู้สอนได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปใช้แล้วจะได้ทราบทันทีว่านักเรียนมีมโนทัศน์หรือมีจุดบกพร่องประการใด อย่างไร เพราะนอกเหนือจากคำตอบแล้วแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอนแสดงให้เห็นถึงเหตุผลของการตอบของนักเรียน เนื่องจากว่าแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอนนั้นมีตอนแรกเป็นแบบเลือกตอบ โดยที่ตัวลวงนั้นได้มาจากคำตอบที่ผิดพลาดจากการใช้แบบทดสอบเพื่อสำรวจ ซึ่งครูผู้สอนสามารถทราบได้ว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น นอกจากนี้ ในตอนที่สองของการตอบนั้นเป็นการเขียนแสดงเหตุผล แนวคิด ที่มาของคำตอบ ซึ่งเหตุผลการตอบของนักเรียนนั้นเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงข้อบกพร่องอันทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำแบบทดสอบวินิจฉัยในรูปแบบของแบบทดสอบต่อเนื่องสองขั้นตอนโดยมีตอนแรกเป็นแบบเลือกตอบและตอนที่สองเป็นแบบเขียนตอบ

#### 5. สาเหตุของการคลาดเคลื่อน

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดว่าผู้เรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้น หมายถึงผู้เรียนที่มีมโนทัศน์บางส่วนที่สอดคล้องและบางส่วนที่ไม่สอดคล้องกับนักคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน (Partial Understanding with Misunderstanding) และผู้เรียนที่มีมโนทัศน์หรือแนวคิดคลาดเคลื่อนไม่สอดคล้องกับนักคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน (Alternative Understanding) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาว่าผู้เรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นเกิดจากด้านใดบ้างดังเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

มอฟโซวิต-ฮาดาร์, ซาลาสกี, และอินบาร์ (Movshovitz-Hadar, Zaslacsky, & Inbar, 1987, pp. 3-14) ได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบของข้อบกพร่องของนักเรียนในรายวิชาพีชคณิต และได้จัดกลุ่มข้อบกพร่องไว้เป็น 6 ด้าน คือ

1. ข้อบกพร่องจากการใช้ข้อมูลผิด หมายถึง การที่นักเรียนนำข้อมูลจากโจทย์มาใช้ผิด อาจผิดตอนเริ่มต้นหรือภายหลังจากการนำข้อมูลมาแก้ปัญหาจากโจทย์แล้ว
2. ข้อบกพร่องในการใช้ภาษา เป็นการตีความจากโจทย์ผิดหรือไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้เขียน
3. ข้อบกพร่องในการอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์
4. ข้อบกพร่องจากการบิดเบือนทฤษฎี สูตร นิยามและสมบัติ
5. ข้อบกพร่องที่เกิดจากการขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา
6. ข้อบกพร่องที่เกิดจากความผิดพลาดในด้านเทคนิคการทำ

แบลนด์, เคลลี, โซฮาซิเดอร์, และสลีแมน (Blando, Kelly, Sohacider, & Sleeman, 1989, pp. 301-308) ได้ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์และหารูปแบบข้อบกพร่องทางเลขคณิตได้สรุปข้อบกพร่องทางการเรียนเลขคณิตไว้ 4 ด้าน คือ

1. ข้อบกพร่องในการคิดผิดพลาดระดับขั้นตอน เช่น บวกก่อนคูณ ลบก่อนหาร ละเลยการคำนวณในวงเล็บก่อน

2. ข้อบกพร่องในเรื่องของการทำผิดความหมาย เช่น หารแทนการบวก คูณแทนการบวก หารแทนการลบ

3. ข้อบกพร่องเนื่องจากการขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ เช่น  $6 + 4$  ได้เป็น 9

4. ข้อบกพร่องอื่นๆ คือ ปฏิเสธที่จะแก้ปัญห เช่น  $8 - (2 + 4)$  ได้เป็น -2 เวชฤทธิ์

อังกนะ ภัทรขจร (2551, น. 25-36) ได้ทำศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต "พิบูลบำเพ็ญ" พบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นเกิดจาก 4 ด้านด้วยกัน ได้แก่

1. ด้านการตีความจากโจทย์
2. ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ บทนิยาม และสมบัติ
3. ด้านการคิดคำนวณ
4. ด้านการตรวจสอบการแก้ปัญห

ไข่มุก เลื่องสุนทร (2552) ได้พบว่า ความคลาดเคลื่อนจากศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 1 สรุปได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมี 5 ด้าน ได้แก่

1. ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยามและสมบัติ ซึ่งด้านนี้นักเรียนขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยามและสมบัติ รวมทั้งนักเรียนจำทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยามและสมบัติไม่ได้

2. ด้านขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญห ในด้านนี้นักเรียนมีขั้นตอนการคิดถูกต้องแต่คำตอบผิด รวมถึงขั้นตอนผิดแต่คำตอบถูก

3. ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ ด้านนี้นักเรียนขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ

4. ด้านการใช้ข้อมูลผิด ด้านนี้พบว่า นักเรียนทำผิดคำสั่งและละเลยการใช้ข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญห

5. ด้านการตีความด้านภาษา ด้านนี้นักเรียนตีความจากประโยคภาษามาเป็นประโยคคณิตศาสตร์หรือประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง

คณิน พันธุ์สุภา (2557, น. 265) ได้เสนอว่า แบบรูปของความคลาดเคลื่อนมี 5 แบบรูป ได้แก่

1. ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ
2. ขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา
3. ผิดพลาดในเทคนิคการทำ
4. ด้านการใช้ข้อมูลผิด
5. ด้านการตีความด้านภาษา

จากการศึกษาลักษณะของความคลาดเคลื่อน พบว่า ลักษณะของความคลาดเคลื่อน ตามที่นักวิชาการแต่ละคนกล่าวไว้ นั้นผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ด้วยกัน ดังนี้

1. ด้านการใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติ ได้แก่ นักเรียนที่มีพฤติกรรม บิดเบือน ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ รวมทั้งนักเรียนที่เขียนหรือเลือกทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ มาใช้ในการแก้ปัญหาผิด

2. ด้านการตีความจากโจทย์/ตีความด้านภาษา ได้แก่ นักเรียนที่ไม่เข้าใจความหมาย ของคำศัพท์ที่ปรากฏในโจทย์ ไม่เข้าใจสิ่งที่โจทย์ให้หาหรือต้องการทราบ นักเรียนที่ไม่สามารถบอก สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ บอกได้แต่ผิดหรือไม่ครบทั้งหมด นักเรียนไม่สามารถแปลงข้อความจากโจทย์ เป็นวิธีการได้

3. ด้านการคิดคำนวณ ได้แก่ นักเรียนที่ขาดทักษะในการคำนวณ เช่น บวกลบผิด หรือนักเรียนที่แสดงวิธีคิดแต่ไม่แสดงคำตอบ

4. ด้านการตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปปัญหา ได้แก่ นักเรียนเขียนคำตอบ ไม่สมบูรณ์ อาจเกิดจากการไม่เขียนหน่วย สัญลักษณ์ เครื่องหมายบางอย่าง นักเรียนสรุปคำตอบ ไม่สอดคล้องกับหลักการการตอบหรือเขียนไม่ครบ กล่าวคือนักเรียนมีความสะเพร่าในการเขียน ตอบหรือเขียนคำตอบผิดทั้งๆ ที่ทำถูกต้องแล้ว

5. ด้านการนำความรู้ไปใช้ ได้แก่ นักเรียนที่ไม่สามารถนำความรู้ที่ได้รับมาปรับใช้ ในการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ นักเรียนเขียนขั้นตอนในการหาคำตอบไม่ครบ มีการเขียนข้ามขั้นตอน เขียนซ้ำวกวนสับสน หรือทำผิดขั้นตอน

#### 6. มโนทัศน์เรื่องกราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น

สำหรับเรื่องกราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นผู้วิจัยได้ศึกษามโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับ กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ไว้ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2557) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกราฟของความสัมพันธ์ คือ มีความสับสนเกี่ยวกับกราฟของความสัมพันธ์ที่เป็นคู่อันดับ ส่วนของเส้นตรงและเส้นตรง

ความคลาดเคลื่อนนี้ เกิดจากความไม่เข้าใจการเขียนกราฟของความสัมพันธ์เดียวกันที่มีโดเมนและเรนจ์ต่างกัน

มโนทัศน์ที่ถูกต้อง กราฟที่เป็นคู่อันดับ ส่วนของเส้นตรง และเส้นตรง ใช้สื่อความหมายที่แตกต่างกัน รวมทั้งการเขียนและการแปลความหมายของกราฟก็ต่างกันด้วย

กราฟของคู่อันดับ เช่น  $y = 2x$  เมื่อ  $x$  เป็น 2, 3 และ 4 จะได้กราฟของความสัมพันธ์เป็นคู่อันดับสามคู่ คือ (2, 4), (3, 6) และ (4, 8) ซึ่งเป็นจุดบนระนาบ

กราฟของส่วนของเส้นตรง เช่น  $y = 2x$  เมื่อ  $2 \leq x \leq 4$  ใช้แทนความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกตัวหน้ากับสมาชิกตัวหลังที่มีหลายคู่ โดย  $x$  อาจเป็นจำนวนเต็ม เศษส่วนหรือทศนิยมหรือเป็นจำนวนอตรรกยะใดๆ ที่เป็นไปตามเงื่อนไข  $2 \leq x \leq 4$  ในขณะที่  $y$  มีค่าเป็นสองเท่าของค่า  $x$  กราฟจึงเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งสองอยู่ที่ (2, 4) และ (4, 8)

กราฟเส้นตรง เช่น  $y = 2x$  เมื่อ  $x$  แทนจำนวนจริงใดๆ ใช้แทนความสัมพันธ์ที่ไม่จำกัดค่าของ  $x$  ทำให้ค่าของ  $y$  เปลี่ยนไปได้ตามค่าของ  $x$  กราฟจึงเป็นเส้นตรงที่มีความยาวไม่จำกัด

จากการศึกษามโนทัศน์เรื่องกราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นมาแล้วข้างต้น พบว่าถ้านักเรียนเขียนคู่อันดับผิด เช่น นักเรียนอาจจะนำค่า  $y$  มาเขียนก่อนค่า  $x$  หมายความว่า นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนในด้านการใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติ ถ้านักเรียนคิดแทนค่า  $x$  เพื่อหาค่า  $y$  หรือแทนค่า  $y$  เพื่อหาค่า  $x$  แล้วคิดคำตอบออกมาผิดหมายความว่านักเรียนมีความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากด้านการคิดคำนวณ ถ้านักเรียนเขียนเครื่องหมายผิด เช่น อาจจะลืมพิจารณาเครื่องหมายลบหน้าตัวเลข หมายความว่านักเรียนมีความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากการตรวจสอบการแก้ปัญหาและสรุปปัญหา และถ้านักเรียนไม่พิจารณาถึงความเป็นจริงของกราฟกับสถานการณ์หรือนักเรียนไม่ยังสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้นั้นหมายความว่านักเรียนมีความคลาดเคลื่อนที่ เกิดจากการนำความรู้ไปใช้

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เพื่อให้มีความสะดวกในการกำหนดคุณภาพของแบบทดสอบ การกำหนดสาเหตุและจำแนกประเภทของความคลาดเคลื่อน การกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ระเบียบวิธีวิจัย และขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

จกมล ทำสวน (2547) ได้ทำการวิจัย เรื่อง "การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม" ประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม และผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดทางการเรียนมากที่สุดในด้านการคำนวณ รองลงมา เป็นด้านการใช้ กฎ สูตร ทฤษฎีบท นิยามและสมบัติ และด้านการตีความจากโจทย์ ตามลำดับ ส่วนข้อผิดพลาดในแต่ละส่วนประกอบของแต่ละด้านมีค่าร้อยละ ดังนี้ ด้านการคำนวณ นักเรียนมีข้อผิดพลาดในส่วนสรุปผลไม่ถูกต้องร้อยละ 62.89 ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ ร้อยละ 21.65 ขาดทักษะในพีชคณิตเบื้องต้นในการแก้สมการ อสมการร้อยละ 8.25 และทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้องในการคิดคำนวณร้อยละ 7.21 ด้านการใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติ นักเรียนมีข้อผิดพลาดในความเข้าใจขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติร้อยละ 50.70 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติไม่ถูกต้องร้อยละ 36.62 จำทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติผิดพลาดร้อยละ 11.27 และขาดทักษะในการเลือกใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติที่เหมาะสมร้อยละ 1.41 และด้านตีความจากโจทย์

ญาณัจฉรา สุตแท้ (2550) ได้ทำการวิจัย เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1" กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในกระบวนการสร้างแบบทดสอบเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 2 จำนวน 540 คน ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอนแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 4 ฉบับ ซึ่งได้สร้างมาจากการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ แบบเติมคำตอบ และแสดงวิธีทำที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการวิจัย พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความยากเป็น 0.23-0.72, 0.34-0.70, 0.38-0.74, และ 0.43-0.73 ค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.41-0.79, 0.35-0.79, 0.35-0.65, และ 0.38-0.68 ค่าความเชื่อมั่นคำนวณโดยวิธีของลิวิสตัน มีค่าเป็น 0.74, 0.77, 0.85 และ 0.90 ตามลำดับ สำหรับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ ผลปรากฏว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดในเรื่องนั้นได้จริง

วรรณข มาตระกูล (2551) ได้ทำการวิจัย เรื่อง "การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุนวิทยา จังหวัดพะเยา" ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 36 คน และผลการวิจัย พบว่า ลักษณะของข้อบกพร่องที่พบ คือ ด้านการใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติ ด้านการคิดคำนวณ และด้านการตีความจากโจทย์ คิดเป็นร้อยละของข้อบกพร่อง

ทั้งหมด คือ 65.35 30.97 และ 3.68 ตามลำดับ ข้อบกพร่องด้านการใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติ พบว่า นักเรียนขาดความเข้าใจพื้นฐานทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติ มากที่สุด รองลงมา คือ จำทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติผิด ขาดทักษะในการเลือก ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติที่เหมาะสมมาใช้ และประยุกต์ใช้ข้อมูลกับทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติ ไม่ถูกต้อง ข้อบกพร่องด้านการคิดคำนวณ พบว่า นักเรียนขาดความเข้าใจในหลักเลขคณิตเบื้องต้นมากที่สุด รองลงมา คือ ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ การสรุปผลไม่ถูกต้องหรือสรุปผลไม่ทุกกรณี ทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้องในการคิดคำนวณตามลำดับ ส่วนข้อบกพร่องด้านการตีความจากโจทย์ พบว่า นักเรียนนำข้อมูลมาใช้ผิด

จันทิมา ญาติบำรุง (2551) ได้ทำการวิจัย เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4" กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 2 จำนวน 143 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มหลายขั้นตอน ผลการศึกษา พบว่า ได้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 2 ฉบับ โดยฉบับที่ 1 เป็นเรื่อง จำนวนจริง มีข้อสอบ 21 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.66-0.73 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30-0.55 และมีความเที่ยงเท่ากับ 0.92 ฉบับที่ 2 เป็นเรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ มีข้อสอบ 27 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.72-0.78 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24-0.45 และมีความเที่ยงเท่ากับ 0.85 นอกจากนี้ยังพบว่า ข้อสอบทั้งสองฉบับมีความตรงเชิงเนื้อหา

สุรียาพร อุดลย์พงศ์ไพศาล (2552) ได้ทำวิจัย เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในสหวิทยาเขตช่วงชั้น 3-4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระยอง เขต 1 จำนวน 822 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ผลการศึกษา พบว่า ได้แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ จำนวน 33 ข้อ และฉบับที่ 2 แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 32 ข้อ คุณภาพของแบบทดสอบด้านค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา ได้ค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.86-1.00 ในด้านค่าความยากง่ายของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.42-0.63 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ 0.33-0.88 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 และ 0.81 ตามลำดับ สำหรับคู่มือการใช้

แบบทดสอบวินิจฉัย ประกอบด้วย ความมุ่งหมายของแบบทดสอบ โครงสร้างของแบบทดสอบ ลักษณะของแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบ คุณภาพของแบบทดสอบ เวลาที่ใช้ในการดำเนินการสอบ วิธีดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนนและการแปลผล

วิสารัตน์ วงศ์ภูรี (2556) ได้ทำวิจัย เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 623 คน ของปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนเขตบางแค สังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน ผลการวิจัย พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 2 ฉบับที่วัดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการมีค่าความยากตั้งแต่ 0.35-0.79 และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.20-0.58 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรไบโนเมียล มีค่า 0.9289 และ 0.9197 สำหรับคะแนนจุดตัดของแบบทั้งสองฉบับมีค่า 20

เอกพล แสนโคตร (2556) ได้ทำวิจัย เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 จำนวน 617 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบสำรวจชนิดให้แสดงวิธีทำ เต็มคำตอบ พร้อมทั้งให้เหตุผล เพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการตอบผิดของผู้เรียน จากนั้นรวบรวมคำตอบผิดนำมาสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดในแบบทดสอบสำรวจมาสร้างเป็นเป็นตัวเลือก แล้วนำไปทดลองสอบ 3 ครั้ง ผลการวิจัย พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.46 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 และมีคะแนนจุดตัดเท่ากับ 10 คะแนน แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.58 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 และมีคะแนนจุดตัดเท่ากับ 13 คะแนน แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29-0.74 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 และมีคะแนนจุดตัดเท่ากับ 14 คะแนน และค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ ที่พิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและด้านวัดผล พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

พรธิดา สุขกรม (2558) ได้ทำวิจัย เรื่อง “การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และเขต 2” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่



การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และเขต 2 จำนวน 397 คน ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ การมีมโนทัศน์ที่จำกัด รองลงมา คือ การมีความเข้าใจที่บกพร่องเกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ การอ้างอิงเกินขอบเขตหรือเงื่อนไข และการตีความผิดตามลำดับ 2) ลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบมากของการมีมโนทัศน์ที่จำกัด คือ การมีมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวนตรรกยะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้คำนึงถึงกรณีที่เป็นค่าประมาณ การมีมโนทัศน์ที่จำกัดเกี่ยวกับรากที่สอง โดยไม่ครอบคลุมไปถึงกรณีที่เป็นจำนวนจริงลบ การมีมโนทัศน์เกี่ยวกับสมบัติของรากเพียงบางส่วน ทำให้นำไปประยุกต์ใช้ไม่ถูกต้อง 3) นักเรียนมีข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ การใช้ข้อมูลที่ผิด รองลงมา คือ ข้อผิดพลาดทางด้านภาษาและสัญลักษณ์ ข้อผิดพลาดในด้านการดำเนินการและคำนวณ และการบิดเบือนทฤษฎีบทหรือนิยามตามลำดับ 4) ลักษณะที่พบมากของการใช้ข้อมูลผิด คือ การแสดงแนวคิดในการหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่เลือกใช้ข้อมูล ผิดพลาด การไม่ทำตามที่โจทย์ระบุอย่างชัดเจน แต่เลือกทำสิ่งที่โจทย์ไม่ได้ระบุแทน การแสดงคำตอบที่ได้จากการคำนวณไม่ถูกต้อง

วรากฤษ นันท์แก้ว (2558) ได้ทำวิจัย เรื่อง “พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนมีลักษณะเป็นแบบอัตนัยและแบบเติมคำร่วมกับการสัมภาษณ์ ผลปรากฏว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องด้านความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหามากที่สุด ต่อมานำผลการสำรวจไปสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง 2 ฉบับ ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นทั้งสองฉบับมีข้อสอบทุกข้อมีค่าเฉลี่ยความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.80-1.00 โดยเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อ ฉบับที่ 1 เรื่องสถิติ มีข้อสอบ 42 ข้อ มีค่าความยากง่ายรายข้อตั้งแต่ 0.67-0.86 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.28-0.77 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.86 แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 เรื่องความน่าจะเป็น มีข้อสอบ 32 ข้อ มีค่าความยากง่ายรายข้อตั้งแต่ 0.66-0.86 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.34-0.71 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.81

กัญวลัญญ์ จิตรดี (2559) ได้ทำวิจัย เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก” กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก จำนวน 908 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่สร้างขึ้นโดยใช้ฟอร์มข้อสอบ

(Item form) จำนวน 5 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ รวม 100 ข้อ ผลการวิจัยปรากฏว่า แบบทดสอบวินิจฉัย ทั้ง 5 ฉบับ ค่าความตรงตามเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.80-1.00 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.54-0.70 ค่าอำนาจจำแนกใช้สูตรของ Brennan มีค่าตั้งแต่ 0.54-0.86 ค่าความตรงตามสภาพ ใช้สูตรสหสัมพันธ์ของ Spearman มีค่าตั้งแต่ 0.762-0.986 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ส่วนค่าความเที่ยงใช้สูตรของ Livingston มีค่าตั้งแต่ .96-.97 สำหรับคะแนนจุดตัดหาโดยวิธีของ Angoff แต่ละฉบับเท่ากับ 12 คะแนน จากคะแนนเต็มฉบับละ 20 คะแนน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดในเรื่องตัวประกอบและการหาตัวประกอบการแยกตัวประกอบ และตัวคูณร่วมน้อย

ณัฐญา สุธรรมปวง (2559) ได้ทำวิจัย เรื่อง "การวินิจฉัยมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตดินแดง" กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนจำนวน 35 คน และได้สุ่มเลือกมาโดยวิธีการสุ่มหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครในพื้นที่เขตดินแดงมีประเภทของมโนทัศน์ที่บกพร่องทางการเรียน ดังนี้คือ ข้อบกพร่องด้านทฤษฎี บทนิยาม กฎ สูตรและสมบัติ คิดเป็นร้อยละ 60.71 ข้อบกพร่องที่พบ คือ ไม่สามารถระบุหรือยกตัวอย่างจำนวนตรรกยะได้ รองลงมา คือ ข้อบกพร่องด้านการคำนวณ คิดเป็นร้อยละ 59.05 ข้อบกพร่องที่พบคือ เมื่อกำหนดโจทย์การหารากที่สองของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบ และนำไปใช้แก้ปัญหา ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์และไม่สามารถหาคำตอบได้ และข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุด คือ ข้อบกพร่องด้านทักษะกระบวนการ คิดเป็นร้อยละ 58.55

สุชานาฏ คำพินันท์ (2559) ได้ทำวิจัย เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1" กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จำนวน 837 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น ซึ่งแบ่งออกเป็นดังนี้ 1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเพื่อสำรวจหาข้อบกพร่องจำนวน 100 คน 2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพเบื้องต้น จำนวน 120 คน 3) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพแบบทดสอบ จำนวน 185 คน และ 4) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นหาสาเหตุข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน จำนวน 432 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพ

ได้แก่ การวิเคราะห์แบบสรุปเนื้อหา ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้วิธีของเบรนนาน (B-Index) ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของ โลเวทท์ ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ ผลการวิจัย พบว่า 1) ข้อบกพร่องที่สำรวจพบในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คือ ยกตัวอย่างและเปรียบเทียบจำนวนเต็ม ไม่ได้ ดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็มไม่ถูกต้อง คำนวณหาคำตอบไม่ได้ ขาดทักษะการวิเคราะห์ โจทย์ปัญหา หาความสัมพันธ์ของผลของคำตอบไม่ได้ 2) แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 21 ที่ได้มีทั้งหมด 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ตัวอย่างและการเปรียบเทียบจำนวนเต็ม จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.66-0.75 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.48-0.63 ตอนที่ 2 การดำเนินการของจำนวน จำนวน 12 ข้อ ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.67-0.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42-0.58 ตอนที่ 3 โจทย์ปัญหาและความสัมพันธ์ของคำตอบ จำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.67-0.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.39-0.57 แบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60-1.00 ค่าความยากของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.66-0.80 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.39-0.63 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.88 3) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 สาเหตุของข้อบกพร่องที่พบมากที่สุด คือ ที่พบมากที่สุด คือ แปลความหมายของเนื้อหาไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 31.06 รองลงมา คือ สรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 23.63 และคิดคำนวณไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 14.44 ตามลำดับ

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

บอยเดน (Boyden, 1970, p. 1504-A) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการแก้ โจทย์ปัญหาเลขคณิต (Verbal arithmetic problem solving) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยได้นำแบบทดสอบเชิงสำรวจไปสอบกับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 993 คน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบตอบอิสระ ซึ่งผลจากการสำรวจทำให้พบจุดบกพร่องในลักษณะต่างๆ 12 ประการ แล้วสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบเลือกตอบ โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดจากแบบทดสอบมาใช้เป็นตัวลวง ส่วนการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน และหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ Point-biserial correlation ปรากฏว่าแบบทดสอบสำรวจ มีค่าความเชื่อมั่น 0.727-0.850 และค่าอำนาจจำแนก 0.00-0.741 ส่วนแบบทดสอบวินิจฉัย มีค่าความเชื่อมั่น 0.802 และค่าอำนาจจำแนก 0.334-0.629 นอกจากนี้ ผลจากการศึกษายังพบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นสามารถค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลและทั้งชั้นได้ และครูสามารถใช้ให้เป็นประโยชน์ในการจัดสอนซ่อมเสริมอย่างมาก

ฌอง (Jean, 1978, p. 4636-A) ได้ทำการศึกษาจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก (Addition Process) ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยค้นหาจุดบกพร่องและทำการสอนซ่อมเสริมจุดบกพร่องนั้น และผลที่ได้จากการศึกษา พบว่า นักเรียนที่บกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับตัวเลขนั้นเป็นเพราะขาดทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวน ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมได้คะแนนเพิ่มขึ้นจากการทำแบบทดสอบหลังการสอนซ่อมเสริมแล้วมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เกรแฮม (Graham, 1997, p. 4591-A) ได้ศึกษาการพัฒนาและการหาคุณภาพของระดับความสามารถในการปฏิบัติและรูปแบบการบกพร่องของแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง การบวก และการลบเศษส่วน โดยใช้คอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษา จำนวน 500 คน ผู้วิจัยได้ศึกษาชุดขั้นตอนคณิตศาสตร์ที่จะให้คำตอบในการแก้ปัญหาหลายชุด และรูปแบบของความคลาดเคลื่อน ซึ่งพบว่า มีความคลาดเคลื่อน 5 รูปแบบ ที่ได้รับการวินิจฉัยสำเร็จ โดยใช้แบบทดสอบจากคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ ผลการศึกษา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ยอมรับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับการวินิจฉัย และระบุว่าปัญหาในแบบทดสอบทางคอมพิวเตอร์โดยเฉลี่ย จะยากกว่าปัญหาในแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน อย่างไรก็ตาม นักศึกษายังให้ความคิดเห็นว่าแบบทดสอบทางคอมพิวเตอร์จะตอบเสร็จก็ใช้เวลานานกว่าเมื่อเทียบกับแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน

อิสเมล (Ismail, 1995, p. 2356-A) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบสำหรับวินิจฉัยและแก้ไขปัญหาในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงและมีอำนาจจำแนกดี แต่ข้อคำถามอาจจะมีค่าความยากมากเกินไปสำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อนมากๆ จากผลของการวิจัยครั้งนี้ผลจากการวินิจฉัยถูกนำไปใช้ในอนาคต โดยนำแบบทดสอบที่ได้ไปวินิจฉัยนักเรียน สำหรับโรงเรียนที่มีชั้นเรียนขนาดใหญ่ และครูผู้สอนไม่สามารถจัดหาแบบทดสอบวินิจฉัยมาประเมินนักเรียนของตนเองได้

เอเฟอร์ (Ayfer, 2015, pp. 629-635) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ในรายวิชาเคมีของนักศึกษาระดับปริญญาตรี เรื่อง จลนศาสตร์เคมี สมดุลเคมี กรด-เบส และไฟฟ้าเคมี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี อายุ 18-21 ปี จำนวน 219 คน โดยมีนักศึกษา 68 คน ได้ทำแบบทดสอบแบบปลายเปิด จากนั้น จึงนำคำอธิบายมาสร้างเป็นตัวเลือก โดยแบบทดสอบวินิจฉัยมีลักษณะเป็นแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน แบบทดสอบวินิจฉัยที่ได้มีทั้งหมด 44 ข้อ วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบแล้วได้ค่าความเชื่อมั่น 0.84

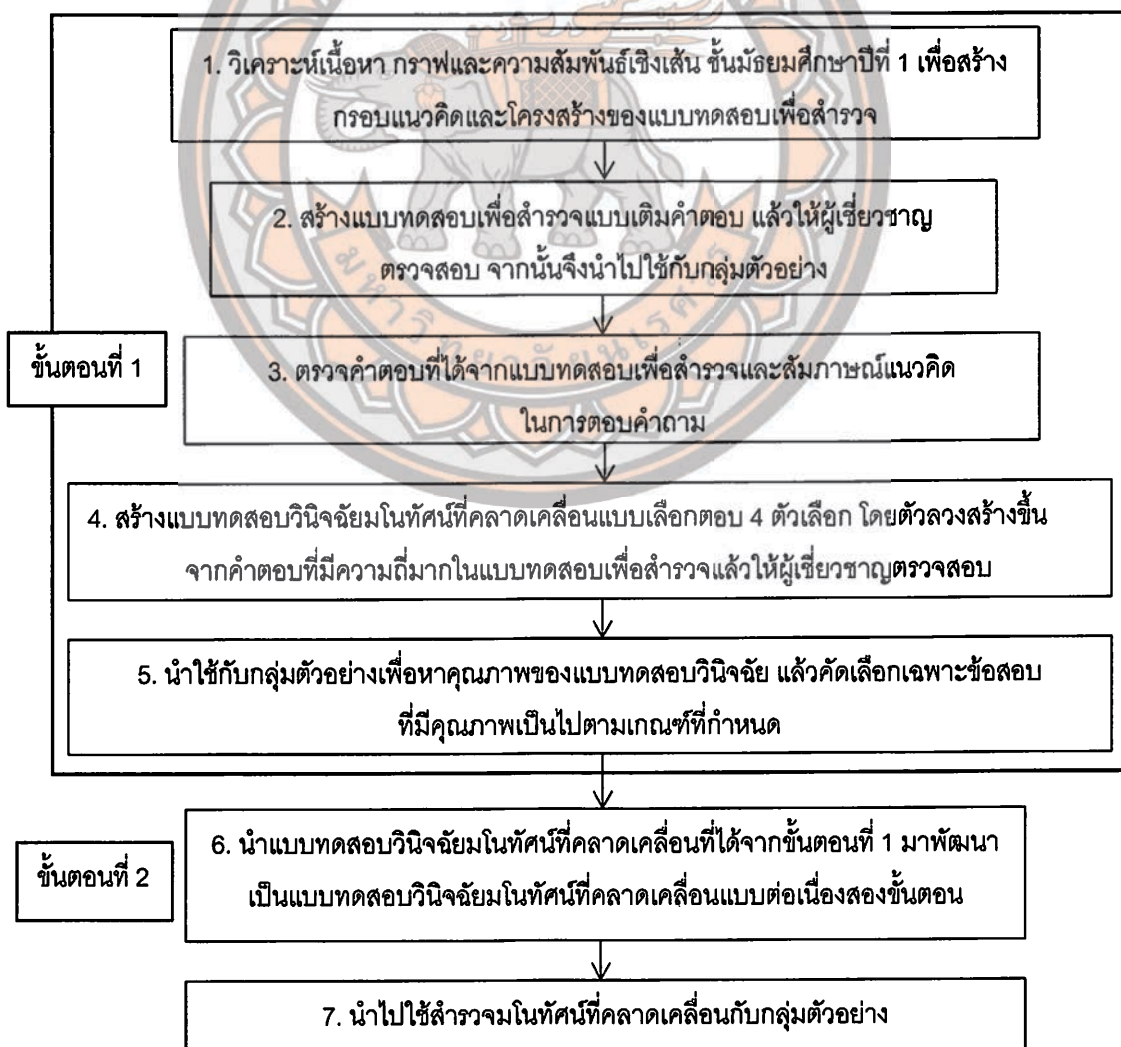
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยส่วนใหญ่จะทำมาในรูปแบบของแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งทำให้ได้ผลวินิจฉัยออกมาที่ไม่แน่ชัด อาจเนื่องมาจากการเดาคำตอบที่ถูกต้องของนักเรียน ดังนั้น การทราบที่มาถึงคำตอบหรือการทราบเหตุผลของการตอบคำถามของนักเรียนจะทำให้ได้ผลการวินิจฉัยที่แม่นยำยิ่งขึ้น ประกอบกับแบบทดสอบวินิจฉัยในอดีตอาจมีค่าความยากที่น้อยเกินไปจึงเป็นอุปสรรคสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยที่เป็นแบบเลือกตอบสองขั้นตอน เพื่อให้นักเรียนสามารถบอกเหตุผลของการตอบได้อย่างอิสระ เพื่อให้ได้ทราบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรวมทั้งข้อบกพร่องที่ทำให้มโนทัศน์คลาดเคลื่อน อีกทั้งผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนกที่มากกว่า 0 เพื่อให้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยที่สามารถใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำได้อีกด้วย



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนของการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ชั้น ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น และขั้นตอนที่ 2 การสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น เขียนเป็นแผนภาพสรุปได้ดังนี้



แต่ละขั้นตอนของการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมัธยมนวัตกรรมที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น**

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย คือ ขั้นสำรวจมัธยมนวัตกรรมและขั้นพัฒนาแบบทดสอบซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

**1. ขั้นสำรวจมัธยมนวัตกรรมที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น**

**ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

1. ประชากรที่ใช้ในขั้นสำรวจมัธยมนวัตกรรมที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนในเขตจังหวัดพิจิตร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3,177 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 30 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในขั้นสำรวจมัธยมนวัตกรรมที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นโดยใช้แบบทดสอบเพื่อสำรวจ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนในเขตจังหวัดพิจิตร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 และจากการใช้ตารางสำเร็จรูปของ เครจซี่และมอร์แกน (Krejcie, & Morgan, 1970 อ้างถึงใน บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 43-46) กำหนดให้สัดส่วนลักษณะที่สนใจในประชากรเท่ากับ 0.5 ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% และระดับความเชื่อมั่น 95% จะได้ว่าขนาดประชากร 3,000 คน จะต้องมียกกลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 340 คน ทำการเลือกแบบเจาะจงจากโรงเรียนทั้งหมด 30 โรงเรียน ได้โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 4 โรงเรียน มีนักเรียน 350 คน ดังตาราง 2

**ตาราง 2 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำแบบทดสอบเพื่อสำรวจ**

ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียนชั้น ม.2 (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
พิจิตรพิทยาคม	434	136
สามง่ามชนูปถัมภ์	122	92
เนินปอรั้งนงชนูทิศ	82	66
วชิรবারมีพิทยาคม	71	56
<b>รวม</b>	<b>709</b>	<b>350</b>

เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น

เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น คือ แบบทดสอบเพื่อสำรวจ มีลักษณะเป็นแบบเติมคำตอบ จำนวน 12 ข้อ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น

1. วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น เพื่อสร้างกรอบแนวคิดและโครงสร้างของแบบสำรวจ รวมทั้งกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและจำนวนข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์ แสดงรายละเอียดดังนี้

ตาราง 3 จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบเพื่อสำรวจแยกตามเนื้อหา

จุดประสงค์	เนื้อหา	จำนวนข้อสอบ
<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนและอ่านกราฟของคู่อันดับบนระนาบในระบบพิกัดฉากได้</li> </ul>	คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>ระบุตำแหน่งของคู่อันดับได้</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>อ่านและแปลความหมายของกราฟที่กำหนดให้ได้</li> </ul>	กราฟและการนำไปใช้	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนกราฟจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองชุดที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นได้</li> </ul>	ความสัมพันธ์เชิงเส้น	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>วิเคราะห์กราฟจากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ได้</li> </ul>		

2. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยมีลักษณะเป็นแบบเติมคำตอบ โดยมีขอบเขตของเนื้อหาและจำนวนข้อตามตารางวิเคราะห์ไว้

3. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่ผู้วิจัยสร้างไปหาความตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) รายข้อ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

ถ้าผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ ให้คะแนนเป็น +1

ถ้าผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ ให้คะแนนเป็น 0

ถ้าผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์ ให้คะแนนเป็น -1



ข้อสอบในแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้สำรวจมโนทัศน์จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อ ตั้งแต่ 0.60-1.00 ซึ่งผลปรากฏว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

4. ปรับปรุงแบบทดสอบเพื่อสำรวจตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 350 คน ซึ่งผู้วิจัยพบประเด็นที่ต้องปรับปรุง ดังนี้

4.1 รูปภาพต้องมีขนาดใหญ่ มองเห็นได้ชัดเจน

4.2 การใช้คำที่สื่อให้เด็กเข้าใจได้ตรงกันและเป็นคำที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อกับโรงเรียนที่ผู้วิจัยเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้น ขอความอนุเคราะห์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อกำหนดวันและเวลาที่ผู้วิจัยจะใช้สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น

2. ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

3. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจ จำนวน 12 ข้อ ไปใช้สำรวจมโนทัศน์กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 350 คน ตามวัน เวลาที่กำหนดไว้ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง เมื่อนักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบเสร็จ ผู้วิจัยจะตรวจสอบความครบถ้วนของการตอบคำถาม

4. ตรวจสอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจโดยเปรียบเทียบคำตอบกับเฉลย แล้วจำแนกคำตอบที่ถูกต้องและผิดของนักเรียน

5. คัดเลือกนักเรียนที่ตอบคำถามผิด จำนวน 16 คน มาสัมภาษณ์แนวคิดในการตอบคำถาม โดยเป็นการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

ตัวอย่างคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์นักเรียนที่ทำแบบทดสอบเพื่อสำรวจผิด

1. ไหนลองบอกครูซิว่าโจทย์เค้าถามอะไร

2. ทำไมเธอถึงคิดอย่างนั้น

3. ไหนลองบอกครูซิว่าตรงนี้มาได้ยังไง

4. คู่อันดับ...หมายถึงอะไร

5. เธอเริ่มทำจากตรงไหนก่อนเขียนเลขข้อให้แตกต่างจากเลขขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

6. รวบรวมและวิเคราะห์ความถี่ลักษณะคำตอบที่ผิด เพื่อนำมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นไปสร้างเป็นตัวอย่างสำหรับแบบทดสอบวินิจฉัยต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยตรวจแบบทดสอบเพื่อสำรวจเทียบกับเฉลย โดยถ้านักเรียนตอบถูกนักเรียนจะได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดจะได้ 0 คะแนน

2. เมื่อตรวจเสร็จผู้วิจัยนับความถี่ของคำตอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนว่าแต่ละข้อที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคำตอบแบบใดมากที่สุดและนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) เพื่อรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นมาสร้างเป็นตัวลงสำหรับแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่คลาดเคลื่อนต่อไป

2. ขั้นพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในขั้นพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในเขตจังหวัดพิจิตร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3,234 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 30 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในขั้นพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในเขตจังหวัดพิจิตร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จากโรงเรียนที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ได้โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 5 โรงเรียน มีนักเรียน 302 คน ดังตาราง 4

ตาราง 4 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่คลาดเคลื่อน

โรงเรียน	จำนวนนักเรียนชั้น ม.1 (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
พิจิตรพิทยาคม	415	128
หนองไผ่พิทยาคม	108	86
ท่าเสาพิทยาคม	28	24
วังทรายพูนวิทยา	42	36
พิบูลธรรมเวท	31	28
รวม	624	302

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัยมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น

แบบทดสอบวินิจฉัยมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีวิธีการสร้าง ดังนี้

1. นำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ได้แก่ ลักษณะคำตอบที่นักเรียนมักตอบผิด และมีความถี่สูงสุด เช่น นักเรียนตอบว่า  $(-3, 2)$  เป็นคู่อันดับที่อยู่ใต้แกน  $y$  ลงมา 3 หน่วย มาปรับเป็นตัวเลขของแบบทดสอบวินิจฉัยมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทุกมโนทัศน์ของเรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น แสดงดังตาราง 5

### ตาราง 5 การวิเคราะห์มโนทัศน์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์	มโนทัศน์
คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ	เขียนและอ่านกราฟของคู่อันดับบนระนาบในระบบพิกัดฉากได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สัญลักษณ์ <math>(a, b)</math> เมื่อ <math>a</math> และ <math>b</math> แทนจำนวนใดๆ เราเรียกว่า "คู่อันดับ เอ บี" <math>a</math> เป็นสมาชิกตัวที่หนึ่ง <math>b</math> เป็นสมาชิกตัวที่สอง โดยการเขียนสมาชิกจะสลับตำแหน่งกันไม่ได้เพราะจะทำให้ความหมายเปลี่ยนไป เช่น <math>(1, 5)</math> หมายความว่า ขนม 1 ห่อราคา 5 บาท <math>(5, 1)</math> หมายความว่า ขนม 5 ห่อราคา 1 บาท</li> <li>• คู่อันดับ <math>(0, 0)</math> เรียกว่าเป็นจุดกำเนิด</li> <li>• เส้นจำนวนในแนวนอน เรียกว่า แกนนอนหรือแกน <math>x</math> ส่วนเส้นจำนวนในแนวตั้ง เรียกว่า แกนตั้งหรือแกน <math>y</math></li> <li>• จุด <math>P</math> มีพิกัดเป็น <math>(x, y)</math> เขียนแทนด้วย <math>P(x, y)</math> สามารถหาจุด <math>P</math> บนพิกัดฉากได้โดยเลื่อนจุดซ้ายขวา บนแกนนอนก่อน จากนั้นเลื่อนขึ้นลงให้ตรงกับจุดนั้นบนแกนตั้ง</li> </ul>

๕๓

## ตาราง 5 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์	มโนทัศน์
กราฟและการนำไปใช้	อ่านและแปลความหมายของกราฟที่กำหนดให้ได้	การแปลความหมายจากกราฟให้ดูว่าแกน $y$ (แกนตั้ง) และแกน $x$ (แกนนอน) แทนสิ่งใด จากนั้นลากเส้นตรงให้เส้นตรงทั้งสองตัดตั้งฉากกัน จะได้จุดตัด 1 จุด
ความสัมพันธ์เชิงเส้น	เขียนแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองชุดที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>คู่อันดับ <math>(x, y)</math> เป็นคู่อันดับที่สอดคล้อง เมื่อแทนค่า <math>x</math> และ <math>y</math> ในสมการแล้วทำให้สมการเป็นจริง</li> <li>ถ้ากำหนดสมการมาให้ การเขียนกราฟจากสมการทำได้ โดยกำหนดค่า <math>x</math> เพื่อหาค่า <math>y</math> แล้วนำ <math>(x, y)</math> ที่ได้มาจุด</li> </ul>

4. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ซึ่งค่าความตรงของข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60-1.00 จึงจะสามารถนำมาใช้ได้

5. นำแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งพบว่ามีประเด็นที่ต้องปรับปรุงแก้ไขดังนี้

5.1 ปรับรูปภาพ เนื่องจากรูปภาพยังไม่ชัดเจน ควรปรับขนาดรูปภาพให้ใหญ่ขึ้น และดูชัดเจนขึ้น

5.2 ปรับการใช้คำถาม ควรเป็นคำถามที่สื่อออกไปแล้วนักเรียนเข้าใจได้ง่ายและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

6. นำแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 302 คน

7. วิเคราะห์คุณภาพรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก อำนาจจำแนก

7.1 ค่าความยาก (difficulty) ของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยได้หาเป็นรายข้อ โดยแต่ละข้อจะต้องมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป

7.2 ค่าอำนาจจำแนก (discrimination) ของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยได้หาเป็นรายข้อ โดยแต่ละข้อจะต้องมีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0 ขึ้นไป

8. นำแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มาคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากการหาคุณภาพรายข้อของแบบทดสอบ พบว่า มีข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้งสิ้น 15 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยต้องการข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปพัฒนาเป็นแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองชั้นตอน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกข้อสอบที่ค่าความยากใกล้เคียง 0.65 และค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0 จำนวน 5 ข้อ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ จำนวน 20 ข้อ ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

9. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยการหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) โดยค่าความเชื่อมั่นนั้นจะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จึงจะถือว่าแบบทดสอบมีคุณภาพ จากนั้นจัดทำคู่มือการวินิจฉัยยืมในทัศนที่คลาดเคลื่อนและจัดพิมพ์รูปเล่มแบบทดสอบวินิจฉัย

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการทดลองใช้แบบทดสอบวินิจฉัยยืมในทัศนที่คลาดเคลื่อน

2. ดำเนินการทดลองใช้แบบทดสอบวินิจฉัยยืมในทัศนที่คลาดเคลื่อนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามวัน เวลาที่กำหนดไว้ โดยการทำแบบทดสอบใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3. หลังการสอบทุกครั้ง ทำการตรวจความครบถ้วนในการตอบของนักเรียน ถ้านักเรียนตอบครบทุกข้อจึงจะถือว่าครบถ้วนสมบูรณ์

4. ตรวจแบบทดสอบวินิจฉัยยืมในทัศนที่คลาดเคลื่อนแล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ คัดเลือกให้เหลือข้อสอบจำนวน 20 ข้อ

5. ตรวจแบบทดสอบวินิจฉัยแล้วนำผลไปวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งฉบับ จากนั้นจัดพิมพ์รูปเล่ม

#### วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบวินิจฉัยยืมในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนประกอบด้วย 3 เรื่อง 1) คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ 2) กราฟและการนำไปใช้ 3) ความสัมพันธ์เชิงเส้น มีวิธีการให้คะแนน คือ ถ้านักเรียนตอบถูกจะได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

#### สถิติที่ใช้

1. ผู้วิจัยหาความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง (IOC) ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ  $IOC$  แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$  แทน ผลรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องนั้นมีเกณฑ์ดังนี้

ถ้าผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ ให้คะแนนเป็น +1

ถ้าผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ ให้คะแนนเป็น 0

ถ้าผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์ ให้คะแนนเป็น -1

2. วิเคราะห์ความยากง่ายรายข้อ อำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ที่คลาดเคลื่อน คำนวณโดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 298) ดังนี้

$$p = \frac{f}{n}$$

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F}$$

เมื่อ  $p$  แทน ดัชนีความยาก

$f$  แทน จำนวนผู้ตอบถูก

$n$  แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

$B$  แทน ดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนแนน

$f_p, f_F$  แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์ (pass) และตอบถูกในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ (fail) ตามลำดับ

$n_p, n_F$  แทน จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ตามลำดับ

3. วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ที่คลาดเคลื่อน โดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson: Kr-20) (ประคอง กรรณสูตร, 2528, น. 46) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$r_{xx} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ  $r_{xx}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$n$  แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

$p$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก

$q$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด (1-p)

$S_x^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

## ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในขั้นสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในเขตจังหวัดพิจิตร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3,234 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 30 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในขั้นพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในเขตจังหวัดพิจิตร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จากโรงเรียนที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ได้โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 4 โรงเรียน มีนักเรียน 358 คน ดังตาราง 6 การเลือกกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้ผู้วิจัยทำโดยพิจารณาการเลือกจากขนาดของโรงเรียน ความสามารถของนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ต้องเสมอหรือใกล้เคียงกับโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้หาคุณภาพแบบทดสอบ

ตาราง 6 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและวินิจฉัยข้อบกพร่องที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

โรงเรียน	จำนวนนักเรียนชั้น ม.1 (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
สระหลวงพิทยาคม	325	174
สากเหล็กวิทยา	188	129
ห้วยยาวพิทยาคม	35	32
สรรเพชรอุฎฐมาพิทยาคม	27	23
รวม	575	358

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีลักษณะเป็นแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน โดยมีตอนแรกเป็นแบบเลือกตอบ และตอนที่สองเป็นแบบเติมคำตอบ จำนวน 20 ข้อ

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงจุดประสงค์ของการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น

2. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ที่พัฒนาแล้ว จำนวน 20 ข้อ มาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 358 คน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยตรวจสอบแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น แล้ววิเคราะห์คำตอบของนักเรียน จากนั้นจัดกลุ่มระดับความเข้าใจของนักเรียนว่าอยู่ในกลุ่มใด ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งระดับของความเข้าใจออกเป็น 5 ระดับดังนี้

1.1 ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้อง และให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ประกอบที่สำคัญ

1.2 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้อง และการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

1.3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้อง แต่การให้เหตุผลบางส่วนแสดง ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

1.4 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

1.5 ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม

2. ผู้วิจัยคัดเลือกคำตอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในระดับความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) มาวิเคราะห์และจัดกลุ่มรูปแบบความคลาดเคลื่อนใน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติ ด้านการตีความจากโจทย์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา และด้านการนำความรู้ไปใช้ โดยใช้สถิติร้อยละ

3. ผู้วิจัยจัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น แต่ละข้อของตัวเลือกได้ระบุรูปแบบความคลาดเคลื่อนรวมทั้ง เหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนว่าเกิดจากอะไร



ตาราง 7 ตัวอย่างข้อสอบวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์  
เชิงเส้น

คำถาม	ตัวเลือก	สาเหตุของความคลาดเคลื่อน	ข้อบกพร่อง
ถ้าดินสอราคาแห่งละ 5 บาท ข้อใดเป็น	1. (1, 5), (2, 6), (3, 7)	ไม่ทราบว่าตัวเลขข้างหลังคือราคาของดินสอ	ด้านการใช้ทฤษฎีบท
คู่อันดับแสดง	2. (5, 1), (10, 2), (15, 3)	สลับตำแหน่งของจำนวนดินสอกับราคา	ด้านการใช้ทฤษฎีบท
ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนดินสอกับราคา	3. (1, 5), (2, 10), (3, 15)	ตัวเลือกนี้ถูกต้อง	-
ดินสอ	4. (1, 5), (2, 5), (3, 5)	ไม่ทราบความสัมพันธ์	ด้านการคิดคำนวณ
อธิบายเหตุผลของการตอบ	แนวการตอบ ... เลขตัวหน้าคือจำนวนดินสอ ซึ่งแห่งละ 5 บาท ถ้า 1 แห่ง 5 บาท 2 แห่ง 10 บาท 3 แห่ง 15 บาท		

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดพิจิตร
2. การสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดพิจิตร

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดพิจิตร

ในการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ เพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียน จำนวน 12 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา 3 หัวข้อ ได้แก่ คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับจำนวน 4 ข้อ กราฟและการนำไปใช้ จำนวน 4 ข้อ ความสัมพันธ์เชิงเส้น จำนวน 4 ข้อ แล้วนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง (ดังตาราง 10 ในภาคผนวก ข) จากนั้น นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1 ทุกข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 350 คน จากนั้น นำผลที่ได้จากแบบทดสอบเพื่อสำรวจมาวิเคราะห์เพื่อรวบรวมลักษณะคำตอบที่ผิดและมีความถี่สูงสุดมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัย

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมคำตอบที่ผิดและวิเคราะห์ข้อบกพร่องของการตอบผิดแล้วนำมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัย จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประเมินความตรงของแบบทดสอบ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1 ทุกข้อ (ดังตาราง 11 ในภาคผนวก ข) แล้วนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 302 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ ดังตาราง 12 ในภาคผนวก ข

จากตาราง 11 เป็นผลจากการที่ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มก่อนหน้า จำนวน 302 คน เพื่อหาคุณภาพรายข้อของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น พบว่า ข้อสอบทั้งหมดมีค่าความยาก 0.37-0.82 ค่าอำนาจจำแนก 0.24-0.63 ซึ่งมีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ได้แก่ข้อ 7, 8, 12, 13, 15, 20, 21, 22, 23, 24 และ 25 ที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ทำให้ได้จำนวนข้อสอบไม่ครบ 20 ข้อ ผู้วิจัยจึงได้เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนดที่สุด เพื่อให้ได้ข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ จากนั้นนำไปใช้ในการสำรวจความคิดเห็นและวิเคราะห์หาสาเหตุข้อบกพร่องกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอีกกลุ่มที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มก่อนหน้า จำนวน 358 คน

จากตาราง 10-12 (แสดงดังภาคผนวก ข) แสดงให้เห็นว่า ผู้วิจัยได้แบบทดสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพ มีค่าความยาก 0.30-0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไปทุกข้อ และมีค่าความเชื่อมั่น 0.8036

2. การสำรวจความคิดเห็นที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดพิจิตร

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมกระดาษคำตอบที่สมบูรณ์ที่ได้จากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 358 คน แล้ววิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างที่มีความเข้าใจในระดับต่างๆ จำแนกเป็นรายข้อซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ แสดงดังตารางในภาคผนวก ค แล้วจึงวิเคราะห์ระดับความเข้าใจแบ่งเป็น 5 ระดับ จำแนกตามเนื้อหา (แสดงดังตาราง 8) จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกเฉพาะนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC: Alternative Conception) ซึ่งเป็นกลุ่มที่คำตอบผิดและอธิบายเหตุผลหรือแนวคิดผิดของแต่ละข้อ มาทำการวิเคราะห์รูปแบบของความคลาดเคลื่อนและข้อบกพร่องของสาเหตุนั้น แสดงดังตารางในภาคผนวก ง และเมื่อสรุปความถี่ของรูปแบบของความคลาดเคลื่อน จำแนกรายเนื้อหา ได้แก่ เนื้อหาเรื่องคู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ กราฟและการนำไปใช้ และความสัมพันธ์เชิงเส้น แสดงดังตาราง 9

ตาราง 8 ร้อยละของนักเรียน แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจ จำแนกตามเนื้อหา

เนื้อหา	ระดับความเข้าใจ									
	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)		ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)		ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)		ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)		ไม่เข้าใจ (NU)	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ	90	2.89	224	7.22	847	27.23	789	25.36	1160	37.30
กราฟกับการนำไปใช้	37	2.37	100	6.43	458	29.47	380	24.43	580	37.30
ความสัมพันธ์เชิงเส้น	29	0.32	0	0	246	18.58	640	44.80	580	37.30

เมื่อได้ความถี่ของระดับความเข้าใจในแต่ละเนื้อหาแล้วผู้วิจัยได้นำกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) มาหาความถี่ของรูปแบบของความคลาดเคลื่อนเป็นรายด้านดังตาราง 9

ตาราง 9 ความถี่ของคำตอบที่กลุ่มตัวอย่างเลือกตอบจำแนกตามเนื้อหา

เนื้อหา	ข้อ	รูปแบบของความคลาดเคลื่อน	ความถี่	ร้อยละ
คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ	1 - 10	ด้านการใช้ทฤษฎีบท	254	27.09
		ด้านการตีความจากโจทย์	0	0
		ด้านการคิดคำนวณ	0	0
		ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	439	46.80
		ด้านการนำความรู้ไปใช้	245	26.11

ตาราง 9 (ต่อ)

เนื้อหา	ข้อ	รูปแบบของความคลาดเคลื่อน	ความถี่	ร้อยละ
กราฟและ การนำไปใช้	11 – 15	ด้านการใช้ทฤษฎีบท	69	13.83
		ด้านการตีความจากโจทย์	99	19.84
		ด้านการคิดคำนวณ	169	33.87
		ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	0	0
		ด้านการนำความรู้ไปใช้	162	32.46
ความสัมพันธ์ เชิงเส้น	16 – 20	ด้านการใช้ทฤษฎีบท	324	50.87
		ด้านการตีความจากโจทย์	0	0
		ด้านการคิดคำนวณ	112	17.58
		ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	0	0
		ด้านการนำความรู้ไปใช้	201	31.55

จากตาราง 9 จะเห็นว่าผู้วิจัยได้ทำการจำแนกข้อบกพร่องออกเป็น 5 ด้านในแต่ละเนื้อหา ซึ่งจะเห็นว่าในเนื้อหา เรื่อง คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับนักเรียนที่มีมีโน้ตคณิตคลาดเคลื่อน มีข้อบกพร่องอันเกิดจากการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหามากที่สุด รองลงมาเป็นข้อบกพร่องในด้านทฤษฎีบทและการนำความรู้ไปใช้ ในเนื้อหาเรื่องนี้ผู้วิจัยยังไม่พบข้อบกพร่องด้านการตีความจากโจทย์และด้านการคิดคำนวณอาจเป็นเพราะในเนื้อหานี้ ลักษณะคำถามจะถามค่อนข้างตรงและมีเลขไม่มากนักนักเรียนจึงไม่จำเป็นต้องตีความ ในเนื้อหาเรื่องกราฟและการนำไปใช้นักเรียนมีข้อบกพร่องด้านการนำความรู้ไปใช้และด้านการคิดคำนวณมากที่สุดเนื่องจากว่านักเรียนต้องนำความรู้มาประยุกต์ และมีตัวเลขที่ต้องมีการดำเนินการจึงอาจเกิดการผิดพลาดได้ เนื้อหาสุดท้ายคือ เรื่องความสัมพันธ์เชิงเส้น ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องด้านทฤษฎีบทมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการนำความรู้ไปใช้ และด้านการคิดคำนวณ ในเนื้อหาเรื่องนี้ผู้วิจัยไม่พบข้อบกพร่องด้านการตีความจากโจทย์และด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา อาจเป็นเพราะเนื้อหาบทนี้เน้นการถามตรงๆ แต่ถ้าต้องรู้ทฤษฎีในการแก้ปัญหา

จากผลการศึกษาวิจัย พบว่า ในเนื้อหาเรื่องคู่อันดับและกราฟของคู่อันดับนั้น นักเรียนมีข้อบกพร่องในด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.80 สาเหตุเป็นเพราะว่านักเรียนมักจะไม่ทันระวังเรื่องเครื่องหมายบวกลบหน้าตัวเลข ในบางครั้งนักเรียนดูตัวเลขสลับกัน อาจจะมองเร็วไปจึงเลือกหาตำแหน่งของคู่อันดับผิด มากไปกว่านั้นคือ มีนักเรียน

บางกลุ่มอ่านโจทย์ผิดซึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดนี้ถือเป็นความสะเพร่าที่ของนักเรียนที่ต้องรีบดำเนินการแก้ไข ข้อบกพร่องลำดับต่อมา คือ ข้อบกพร่องในด้านการใช้ทฤษฎีบท คิดเป็นร้อยละ 27.09 ซึ่งมีสาเหตุมาจากนักเรียนมีความเข้าใจว่าค่า  $x$ ,  $y$  สลับกัน และนักเรียนไม่ทราบการเขียนคู่อันดับ  $x$ ,  $y$  บนระนาบ ข้อบกพร่องลำดับต่อมา คือ ข้อบกพร่องในด้านการนำความรู้ไปใช้ คิดเป็นร้อยละ 26.11 นักเรียนที่มีความบกพร่องในด้านนี้สาเหตุมาจากนักเรียนไม่ทราบเครื่องหมายบวกลบของตัวเลขในแต่ละจุดภาค เนื้อหาเรื่องกราฟและการนำไปใช้นักเรียนมีข้อบกพร่องในด้านการคิดคำนวณมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.87 สาเหตุมาจากนักเรียนขาดทักษะในเรื่องของการคูณและหาร ข้อบกพร่องลำดับต่อมา คือ ข้อบกพร่องในด้านการนำความรู้ไปใช้ คิดเป็นร้อยละ 32.46 สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนี้มาจากนักเรียนไม่สามารถเขียนคู่อันดับจากประโยคได้ ข้อบกพร่องลำดับต่อมา คือ ข้อบกพร่องในด้านการตีความจากโจทย์ คิดเป็นร้อยละ 19.84 ซึ่งมีสาเหตุมาจากนักเรียนไม่พิจารณาและตอบคำถามให้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถาม และข้อบกพร่องลำดับสุดท้าย คือ ข้อบกพร่องในด้านการใช้ทฤษฎีบท คิดเป็นร้อยละ 13.83 มีสาเหตุมาจากนักเรียนดูแกน  $x$ ,  $y$  ผิดและยังดูค่า  $x$ ,  $y$  สลับกัน และเนื้อหาสุดท้าย คือ เนื้อหาเรื่องความสัมพันธ์เชิงเส้น ข้อบกพร่องที่พบมากที่สุด คือ ข้อบกพร่องด้านการใช้ทฤษฎีบท คิดเป็นร้อยละ 50.87 มีสาเหตุมาจากนักเรียนไม่พิจารณาความชันเวลาจะพยากรณ์รูปแบบกราฟ นอกจากนี้ ยังเรียนไม่ตรวจสอบจุดตัดแกน  $x$  จุดตัดแกน  $y$  ข้อบกพร่องลำดับต่อมา คือ ข้อบกพร่องด้านการนำความรู้ไปใช้ คิดเป็นร้อยละ 31.55 ซึ่งมีสาเหตุมาจากนักเรียนไม่คำนึงถึงความจริง อาทิเช่น ในข้อที่ 20 นักเรียนไม่นึกถึงความเป็นจริงที่ว่าส่วนสูงของมนุษย์ไม่มีการลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น อีกตัวอย่าง คือ ข้อที่ 18 ว่าเงินไม่สามารถติดลบได้ และข้อบกพร่องลำดับสุดท้าย คือ ข้อบกพร่องในด้านการคิดคำนวณคิดเป็นร้อยละ 17.58 ซึ่งมีสาเหตุมาจากนักเรียนแทนค่าจุดตัดแกน  $x$  จุดตัดแกน  $y$  แล้วคำนวณผิด

## บทที่ 5

### บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนในเขตจังหวัดพิจิตร จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บได้แล้วได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลการวิจัยเป็นดังนี้

1. ผลการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้แบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นเป็นรายข้อ ด้านค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ ปรากฏว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าความตรง 1.00 ทุกข้อ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ด้านค่าความยากของข้อสอบรายข้อ แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นมีค่าความยากตั้งแต่ 0.37-0.82 ด้านค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น มีค่า 0.24-0.63 และด้านค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.8036

2. ผลสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีระดับความเข้าใจอยู่ในระดับไม่เข้าใจ (No Understanding) สูงที่สุด จำนวน 116 คน คิดเป็นร้อยละ 37.20 รองลงมา คือ นักเรียนมีระดับความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Alternative Conception) ซึ่งเป็นระดับที่ผู้วิจัยนำมาศึกษาวิเคราะห์หาสาเหตุและข้อบกพร่องทั้ง 5 ด้านที่ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

## อภิปรายผลการวิจัย

จากผลที่ได้การวิจัย สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลจากการตรวจสอบหาค่าความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหา (IOC) ผลปรากฏว่าค่าความตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทุกข้อได้ค่าเฉลี่ย 1.00 โดยเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ทุกข้อ คือมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่สร้างขึ้นฉบับนี้มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา นั่นหมายความว่า ข้อสอบทุกข้อสร้างขึ้นได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาสาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา (จงกล ทำสวน, 2547; ญาณัจฉรา สุดแท้, 2550; จันทิมา ญาติบำรุง, 2551; สุริยาพร อุดลย์พงศ์ไพศาล, 2552; วิสารัตน์ วงศ์ภูรี, 2556; วราภฤช นันทแก้ว, 2558; กัญวลัญญ์ จิตรดี, 2559; สุชานาฏ คำพินันท์, 2559) คือ เป็นแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ หากข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมามีความตรงเชิงเนื้อหา

2. คุณภาพรายข้อของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากและอำนาจจำแนก ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นนี้มีค่าความยากตั้งแต่ 0.37-0.82 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24-0.63 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิสารัตน์ วงศ์ภูรี (2556) ได้ทำวิจัย เรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้แบบทดสอบที่มีค่าความยาก 0.35-0.79 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.20-0.58 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุริยาพร อุดลย์พงศ์ไพศาล (2552) ได้ทำวิจัย เรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้แบบทดสอบที่มีค่าความยาก 0.42-0.63 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.33-0.88 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ข้อสอบเหล่านี้เป็นข้อสอบที่มีความยากอยู่ในระดับพอเหมาะ จนถึงง่ายและยังมีค่าอำนาจจำแนกมากกว่าศูนย์ ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการ (2546, น. 7; วิสารัตน์ นาชัยฤทธิ์, 2550, น. 21, สุพันธ์ วีระสอน, 2551, น. 14) ที่กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่ายและมีค่าอำนาจจำแนกไม่เป็นลบ



3. ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นในทัศนที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการหาคุณภาพของแบบทดสอบผลปรากฏว่าแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นในทัศนที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่น 0.80 แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะก่อนที่ผู้วิจัยจะนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ขอคำปรึกษาและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้ซึ่งเป็นผู้พิจารณาความสอดคล้อง (IOC) จึงทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพสูง ทั้งนี้แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับนี้ยังคงมีค่าความเชื่อมั่นใกล้เคียงกับผู้ที่เคยสร้างไว้ คือ จันทิมา ญาติบำรุง (2551, น. 42-68) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.85 สุริยาพร อุดลย์พงศไพศาล (2552, น. 54-76) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.86 และวราภฤช นันทแก้ว (2558, น. 56-75) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ 0.81 และ 0.86

4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและรูปแบบของความคลาดเคลื่อน จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่ารูปแบบของความคลาดเคลื่อนนั้น นักเรียนมีรูปแบบของความคลาดเคลื่อนด้านการใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติมากที่สุด นักเรียนมักขาดความเข้าใจพื้นฐานด้านทฤษฎีบทเบื้องต้นสำหรับเรื่องกราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นนั้น ทฤษฎีบทถือเป็นสิ่งสำคัญ จากการนำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จะพบว่า นักเรียนให้เหตุผลที่ยังไม่สอดคล้องกับทฤษฎีบท นักเรียนบางให้เหตุผลบิดเบือนทฤษฎีบท อาทิ การลงพิกัดจุดบนระนาบยังมีนักเรียนที่ไม่ได้สนใจว่าแกนตั้งคือ แกน  $y$  แกนนอน คือ แกน  $x$  ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัมพร ม้าคนอง (2536, น. 53) ที่ค้นพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องด้านทฤษฎีบท สาเหตุหนึ่งมาจากการที่นักเรียนไม่ให้ความสนใจในเงื่อนไขหรือกฎเกณฑ์ในการที่จะนำทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติมาใช้ ซึ่งเป็นข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้ง่ายนักเรียนจึงต้องทำความเข้าใจในทฤษฎีบทเบื้องต้นเหล่านั้นและนำไปใช้จนชิน จึงจะสามารถที่จะนำความรู้ประยุกต์ใช้กับโจทย์ได้ และยังคงสอดคล้องกับงานวิจัยของ จงกล ทำสวน (2547, น. 53) ที่พบว่านักเรียนขาดทักษะในพีชคณิตเบื้องต้นในการแก้สมการ ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พบว่า นักเรียนที่หาคำตอบในเรื่องความสัมพันธ์เชิงเส้นผิบนั้นมาสาเหตุมาจากความบกพร่องทางทฤษฎีพีชคณิตเบื้องต้น รูปแบบของความคลาดเคลื่อนที่พบลำดับถัดมา คือ ข้อบกพร่องด้านการนำความรู้ไปใช้

และด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา สาเหตุอาจมาจากนักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่นักเรียนได้รับมาประยุกต์ใช้กับโจทย์ปัญหาในสถานการณ์ที่แตกต่าง นักเรียนอาจเคยชินกับโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูยกมาในห้องเรียน เมื่อนักเรียนได้รับโจทย์ใหม่นักเรียนจึงมีความสับสนในการที่จะเริ่มทำ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ ข้อที่ 20 ซึ่งเป็นกราฟในข้อใดเป็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสูงกับอายุ คำถามข้อนี้เป็นคำถามที่หลอกนักเรียนได้เป็นจำนวนมาก เพราะฉะนั้นนักเรียนไม่ได้คำนึงถึงหลักความเป็นจริงที่ว่าส่วนสูงของมนุษย์ไม่ลดลง มากไปกว่านั้นนักเรียนจำนวนไม่น้อยขาดความระมัดระวังในการตรวจสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อหาเรื่องคู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ เป็นเรื่องที่จะละเอียดอ่อนและต้องใช้ความรอบคอบทั้งในเรื่องเครื่องหมาย ตำแหน่งของคู่อันดับในจตุภาคทั้ง 4 รวมทั้งความสอดคล้องของคำตอบกับสิ่งที่โจทย์ถาม จากการตรวจแบบทดสอบ พบว่านักเรียนผิดพลาดเพราะเครื่องหมายลบ ซึ่งสอดคล้องกับ จงกล ทำสวน (2547, น. 53) และวรากฤษ นันท์แก้ว (2558, น. 84) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนหาคำตอบได้แล้วหรือแสดงวิธีหาคำตอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนมักนำคำตอบที่ได้มาตอบเป็นคำตอบสุดท้ายทันที โดยไม่มีการตรวจสอบว่าคำตอบที่นักเรียนได้นั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ และเนื่องด้วยการขาดความระมัดระวังจึงทำให้นักเรียนเขียนคำตอบผิด และรูปแบบของความคลาดเคลื่อนลำดับต่อมาคือด้านการคิดคำนวณและด้านการตีความ ทั้งสองข้อบกพร่องนี้พบได้น้อย เพราะโจทย์ปัญหาในเรื่องกราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นั้นยังไม่เน้นเรื่องการคำนวณเลขมากๆ และลักษณะโจทย์ปัญหาเป็นโจทย์ที่ถามตรงๆ ไม่ซับซ้อน แต่ยังมีนักเรียนที่มีความบกพร่องในเรื่องของการแก้สมการ การนำข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์ให้มาใช้ผิด สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรนุช มาตระกูล (2551; พรธิดา สุขกรรม, 2558) ที่พบว่า ข้อผิดพลาดในด้านการดำเนินการและการคำนวณการเลือกใช้ข้อมูลผิดพลาด การไม่ทำตามที่โจทย์ระบุอย่างชัดเจนแต่เลิกทำในสิ่งที่โจทย์ไม่ได้ระบุ ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่จำกัดและมีความเข้าใจที่บกพร่องเกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์

### ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องกราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งนี้เพื่อนำแบบทดสอบวินิจฉัยมาวินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียนและค้นหาสาเหตุหรือข้อบกพร่องที่ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปใช้ในการสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ เพื่อที่จะเป็น

การแก้ไขข้อบกพร่องที่ทำให้เด็กมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ของนักเรียนในการเรียนในระดับที่สูงขึ้นไป ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังต่อไปนี้

### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำแบบทดสอบวินิจฉัยไปใช้

1.1 ผู้ที่มีความสนใจจะนำแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรศึกษาคู่่มือการใช้และวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้ที่นำแบบทดสอบไปใช้จะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือ ทั้งเรื่องเวลาที่ใช้ ข้อปฏิบัติในการดำเนินการสอบ เพื่อให้ผลการวินิจฉัยมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการทดสอบ

1.2 แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ฉบับนี้เหมาะสำหรับการวินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียน รวมทั้งวิเคราะห์หาสาเหตุหรือข้อบกพร่องที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น แบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความยากค่อนข้างสูง จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้เพื่อการสอบแข่งขัน หรือวัตถุประสงค์อื่นๆ นอกเหนือจากวินิจฉัยมโนทัศน์ของผู้เรียน

1.3 หลังการนำแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปใช้ ทำให้ครูได้ทราบมโนทัศน์ของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูจะต้องนำผลการวินิจฉัยมาจัดกลุ่มว่านักเรียนมีมโนทัศน์ระดับใด และมีสาเหตุเกิดจากอะไร แล้วครูจะต้องจัดหาวิธีแก้ไขสาเหตุหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเพื่อทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแก้ไขข้อบกพร่องที่อาจจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นได้

1.4 แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ฉบับนี้มีลักษณะเป็นแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน โดยในตอนแรกเป็นแบบเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก และในตอนต่อไปจะเป็นแบบเขียนตอบ ซึ่งในวิธีการวิเคราะห์มโนทัศน์นั้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์มโนทัศน์ของนักเรียนแต่ได้เลือกนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) มาทำการวินิจฉัยหาสาเหตุข้อบกพร่อง ฉะนั้น ครูผู้สอนที่นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปใช้ควรศึกษา วิเคราะห์ หรือวินิจฉัยนักเรียนร่วมกับวิธีอื่น เช่น การสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน การตรวจแบบฝึกหัด การบ้าน การสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ผลสอบระหว่างเรียน อีกทั้งผู้สอนควรวิเคราะห์นักเรียนที่มีระดับมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน ซึ่งคือ ผู้ที่มีคำตอบถูกต้องแต่ยังให้เหตุผลไม่ถูกต้องสมบูรณ์ แล้ววิเคราะห์ว่ายังมีส่วนใดที่ขาดหายไปหรือมีความเข้าใจส่วนใดที่ผิดไป

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาอื่นๆ เพื่อให้สอดคล้องและรองรับกับหลักสูตร ซึ่งผลการวินิจฉัยที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนสำหรับการวางแผนการจัดการเรียนการสอน และเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนได้มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องตามตัวชี้วัด

2.2 ควรมีการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยที่วินิจฉัยได้ทันที โดยอาจจะมีการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการประมวลผลหรืออาจจะสร้างแบบทดสอบผ่านระบบออนไลน์ มีแบบทดสอบที่มีข้อสอบให้นักเรียนได้เลือกทำอย่างหลากหลายแล้ววินิจฉัยผลได้ทันที

2.3 ขณะให้นักเรียนทำแบบทดสอบควรมีครูที่ควบคุมหลายคน สำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อสอบยังไม่สมบูรณ์ จะได้เรียกนักเรียนคนนั้นกลับมาทำข้อสอบให้เสร็จและเป็นการป้องกันความวุ่นวายในขณะดำเนินการเก็บข้อสอบ





## บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- กรมวิชาการ. (2551). *แนวทางการพัฒนา การวัดและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษดา สงวนสิน. (2548). *แนวคิดเกี่ยวกับสถานะและการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กัญวลัญช์ จิตรดี. (2559). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เกียรติสุดา ศรีสุข. (2545). *เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย*. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ขวัญใจ สายสุวรรณ. (2554). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ไฉ่มุก เลื่องสุนทร. (2552). *การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 1*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณิน พันธุ์สุภา. (2557). *การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 8(3), 265-274.*
- จงกล ทำสวน. (2547). *การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาริตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- จันทิมา ญาตินำรุ่ง. (2551). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จารุวรรณ กุศลการณ. (2554). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและ ปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชลประทานวิทยา จังหวัด นนทบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชวาล แพรัตกุล. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ: พิกัดอักษร.
- โชติกา ภาชีณล. (2554). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวัดประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ญาณ์จรรยา สูดแท้. (2551). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ณัฐญา สุธรรมปวง. (2559). การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้ เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสังกัด กรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตดินแดง (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2533). การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ไตรรงค์ เจนการ, และชัยวัฒน์ วัชรมัย. (2539). แนวทางการสร้างแบบสอบวินิจฉัยเพื่อพัฒนา การเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักงานทดสอบทางการศึกษา.
- ทวีวรรณ ทองนวล. (2545). การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการบวกจำนวนเต็มของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของจังหวัดยะลา (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ธีรรัตน์ นาชัยฤทธิ. (2550). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคอมพิวเตอร์ สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การคูณและการหารจำนวนนับ (วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นฤมล อุดรประจักษ์. (2555). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์. (2545). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: สำนักงานปฏิรูปการศึกษา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยา.
- ประคอง กรรณสูต. (2528). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. ปทุมธานี: ศูนย์หนังสือ ดร.ศรีสง่า.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2540). Meeting NCTM standards. วารสารสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 25(98), 29-30.
- พรธิดา สุขกรม. (2558). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 1 และเขต 2. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.
- พรรณิ ชูทัยเจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ต้นอ่อน.
- พิตะวัน ทิอ่อน. (2556). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง การคูณและการหารจำนวนนับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนในเขตเทศบาลเมืองอุดรดิตถ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พิสนุ พองศรี. (2552). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธากการพิมพ์.
- ไพศาล วรคำ. (2554). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภูรินาถ โภคากรณ์. (2545). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ร้อยละ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- มาลา ปาจุวัง. (2542). ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจักรคำคณาทร (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ยานี สังข์ศรีอินทร์. (2550). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย เรื่อง ระบบเลขฐาน วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบัน การพลศึกษา วิทยาเขตในภาคใต้. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.



- วรินทร์ สุภาพ. (2561). ผังมโนทัศน์: เครื่องมือสำคัญสำหรับการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์  
ในศตวรรษที่ 2. วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ,  
8(14), 1-14.
- วรรณุช มาตระกูล. (2551). การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์  
ในสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุนวิทยาคม จังหวัดพะเยา.  
เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรากฤษ นันท์แก้ว. (2558). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องของการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยม  
ศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วันเพ็ญ คำเทศ. (2560). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์: ประเภทและเครื่องมือประเมิน  
(รายงานการวิจัย). นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- วิดา ชอนขำ. (2551). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิสารรัตน์ วงศ์ภูรี. (2556). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา  
ปีที่ 6. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, 6(2), 400-410.
- เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร. (2551). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต "พิบูลบำเพ็ญ". ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (ม.ป.ป.). รายงานผลการดำเนินงานการทดสอบทาง  
การศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET (Ordinary National Education Test).  
กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). เอกสารพัฒนา วิชาชีพครู  
ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดและประเมินผล คณิตศาสตร์.  
กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). แนวคิดของการวัดผลประเมินผล  
วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์  
พื้นฐาน เล่ม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครู  
และบุคลากรทางการศึกษาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์  
พื้นฐาน เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากร  
ทางการศึกษาลาดพร้าว.
- สมจิตร เมืองนาม. (2536). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมีสำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดมหาสารคาม* (วิทยานิพนธ์  
ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา*. มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม: ภาควิชาวัดผลและวิจัย  
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2522). *แบบทดสอบวินิจฉัย*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบ กรมวิชาการ  
กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2542). *มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สวนีย์ เพ็ชรพงศ์. (2557). *ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้  
7 ชั้น 7E ร่วมกับการสร้างผังมโนทัศน์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สิทธิยา มณีสาย. (2555). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทาง  
วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).  
มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21.  
สืบค้น 9 มีนาคม 2562, จาก [http://evaluate.cri2.go.th/critwosys/files/report  
ONET59\\_full.pdf](http://evaluate.cri2.go.th/critwosys/files/report<br/>ONET59_full.pdf)*
- สิริวรรณ ศรีพหล. (2536). *การศึกษาสถานภาพทั่วไปของการจัดการศึกษาด้านสภกษตรศนศึกษา  
ในประเทศไทย* (รายงานการวิจัย). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- สุขุม มูลเมือง. (2523). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนทศนิยม  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดนครพนม (วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุชานาฏ คำพินันท์. (2559). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).  
มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุมานี กลิ่นพูน. (2555). การสร้างแบบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัย  
ราชภัฏมหาสารคาม.
- สุพรรณ วีระสอน. (2551). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1  
(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุรวาท ทองบุญ. (2555). การวัดผลประเมินผลทางการศึกษา. มหาสารคาม: ดกสิลาการพิมพ์.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2544). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- สุรางคณา ยาหยี. (2549). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือเน้นทักษะการเชื่อมโยง  
เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ:  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุริยาพร อดุลย์พงศ์ไพศาล. (2552). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. เชียงใหม่:  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). ครอบเครื่องเรื่องการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุเทพ สันติวรานนท์. (2553). แบบทดสอบวินิจฉัยและแนวทางในการสร้าง. พิษณุโลก:  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ไสว เลี่ยมแก้ว. (2548). จิตและการรับรู้. สงขลา: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อรรถโกวิท ไชยประเสริฐ. (2555). การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง  
ฟังก์ชันของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในเครือคริสตจักรสะพานเหลือง  
(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- อัมพร ม้าคะนอง. (2551). *การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2558). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัศวิน บรรเทา. (2558). *การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหารเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต)*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อุบล มีสิมมา. (2551). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากลนคร เขต 1 (วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อุไรวรรณ ศรีชัยมูล. (2556). *การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์และการให้เหตุผล ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์. กำแพงเพชร: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร*.
- เอกพล แสนโคตร. (2556). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต)*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- Ahmann, S.J., & Marin, D.G. (1975). *Evaluating pupil growth principle of tests and measurement* (3rd ed.). New York: Allyn and Bacon.
- Arends. (1994). *Learning to teach* (3d ed.). New York: McGraw Hill.
- Ashlock, R.B. (2010). *Error patterns in computation*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt-Rinehart and Winston.
- Ayfer Mutlu. (2015). *Development of a two-tier diagnostic test to assess undergraduates' understanding of some chemistry concepts*. Turkey: Kırklareli University.
- Boyden, J.M. (1970). Construction of a diagnostic test in verbal arithmetic problem solving at the fifth grade level. *Dissertation Abstracts International*, 31, 1504-A.
- Brown, F.G. (1970). *Principle of education and psychological testing* (2nd ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.

- David, F.T. (2006). *Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention*. Australia: Curtin University of technology.
- DE CECCO. (1968). *The psychology of learning and instruction: Educational psychology*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Fruyer, D.A., Fredrick, W.C., & Klausmier, H.J. (1969). *A schan for testing the level of concept mastery*. N.P.: Wisconsin Research and Development Center for Cognitive Learning.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill Book.
- Graham, J.A.H. (1997). The development and validation of a computer delivered diagnostic test of addition and subtraction of fraction for remedial college students. *Dissertation Abstracts International*, 58, 4591-A.
- Ismail, M.B. (1995). Development and validation of a multicomponent diagnostic test of arithmetic solving ability for sixth-grade students in Malaysia. *Dissertation Abstracts International*, 55, 2356-A.
- Jean, B.V. (1978). *Diagnostic assessment of addition processes with identification and remediation of error patterns*. N.P.: n.p.
- Klausmeier, H.J. (1985). *Educational psychology* (5th ed.). New York: Harper & Row.
- Movshovitz-Hadar, N. (1988). Stimulating presentations of theorems followed by responsive proofs. *For the Learning of Mathematics*, 8(2), 12-30.
- Pratt, & Noss. (2002). Misconceptions in mathematics and imagery. In *Proceedings of International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics* (p. 458). New York: Cornell University.
- Singha, H.S. (1974). *Modern education teaching*. New Delhi: Sterling.
- Wilson, J.W. (1971). *Evaluation of learning in secondary school mathematics in handbook on formative and summative evaluation of student learning*. U.S.A., McGraw-Hill.



## ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ งามอาภาวิชย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
2. ดร.วรินทร์ สุภาพ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
3. นางสาวศุภวรรณ ทุนกาศ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา อำเภอเมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร
4. นางธนพร เอมดี ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา อำเภอเมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร
5. นายอนันต์ เดชขุนทด ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร

ภาคผนวก ข คุณภาพรายข้อของแบบทดสอบ

ตาราง 10 ผลการประเมินความตรงของแบบทดสอบเพื่อสำรวจโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
3	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
4	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
5	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
6	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
7	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
8	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
9	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
10	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
11	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
12	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้



ตาราง 11 ผลการประเมินความตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
3	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
4	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
5	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
6	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
7	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
8	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
9	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
10	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
11	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
12	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
13	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
14	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
15	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
16	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
17	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
18	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
19	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
20	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
21	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
22	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
23	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
24	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
25	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้

ตาราง 12 ค่าความยาก (p) และ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ของแบบทดสอบวินิจจัย  
จากการนำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 302 คน

ข้อที่	P	B	แปลผล
1	0.67	0.52	นำไปใช้ได้
2	0.82	0.56	นำไปใช้ได้
3	0.66	0.55	นำไปใช้ได้
4	0.80	0.42	นำไปใช้ได้
5	0.75	0.63	นำไปใช้ได้
6	0.72	0.48	นำไปใช้ได้
7*	0.0	0.0	นำไปใช้ไม่ได้
8	0.56	0.44	นำไปใช้ได้
9	0.74	0.46	นำไปใช้ได้
10	0.68	0.38	นำไปใช้ได้
11	0.63	0.35	นำไปใช้ได้
12*	0.28	0.58	นำไปใช้ไม่ได้
13*	0.25	0.31	นำไปใช้ไม่ได้
14	0.8	0.44	นำไปใช้ได้
15*	0.17	0.52	นำไปใช้ไม่ได้
16	0.83	0.59	นำไปใช้ได้
17	0.77	0.52	นำไปใช้ได้
18	0.81	0.63	นำไปใช้ได้
19	0.75	0.52	นำไปใช้ได้
20	0.56	0.30	นำไปใช้ได้
21	0.52	0.37	นำไปใช้ได้
22*	0.23	0.61	นำไปใช้ไม่ได้
23	0.37	0.39	นำไปใช้ได้
24	0.40	0.24	นำไปใช้ได้
25	0.49	0.33	นำไปใช้ได้

ภาคผนวก ค จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีมโนทัศน์ในระดับต่างๆ จำแนกเป็นรายข้อ

ข้อที่	ระดับความเข้าใจ	จำนวนนักเรียน	คิดเป็นร้อยละ
1	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	-	0
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	22	7
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	112	36
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	61	19.6
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
2	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	37	11.8
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	42	13.5
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	68	21.8
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	48	15.4
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
3	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	6	1.9
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	52	16.7
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	34	10.9
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	103	33.1
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
4	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	35	11.2
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	44	14.1
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	74	23.7
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	42	13.5
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
5	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	-	0
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	16	5.1
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	105	33.7
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	74	23.7
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2

ข้อที่	ระดับความเข้าใจ	จำนวนนักเรียน	คิดเป็นร้อยละ
6	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	10	3.2
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	18	5.7
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	77	24.7
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	90	28.9
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
7	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	2	0.6
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	-	0
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	73	23.4
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	120	38.5
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
8	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	-	0
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	14	4.5
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	108	34.7
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	73	23.4
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
9	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	-	0
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	16	5.1
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	108	34.7
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	71	22.8
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
10	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	-	0
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	-	0
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	88	28.2
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	107	34.4
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
11	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	8	2.5
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	14	4.5
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	98	31.5
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	75	24.1
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2

ข้อที่	ระดับความเข้าใจ	จำนวนนักเรียน	คิดเป็นร้อยละ
12	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	7	2.2
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	3	0.9
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	94	30.2
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	91	29.2
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
13	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	-	0
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	23	7.3
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	95	30.5
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	77	24.7
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
14	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	22	7
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	17	5.4
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	97	31.1
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	59	18.9
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
15	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	-	0
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	43	13.8
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	74	23.7
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	78	25
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
16	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	-	0
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	-	0
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	62	19.9
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	133	42.7
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
17	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	-	0
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	-	0
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	64	20.5
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	131	42.1
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2

ข้อที่	ระดับความเข้าใจ	จำนวนนักเรียน	คิดเป็นร้อยละ
18	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	-	0
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	-	0
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	60	19.2
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	135	43.4
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
19	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	-	0
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	-	0
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	62	19.9
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	133	42.7
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2
20	ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)	29	9.3
	ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	-	0
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)	58	18.6
	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC)	108	34.7
	ไม่เข้าใจ (NU)	116	37.2

ภาคผนวก ง ความถี่ของข้อบกพร่องที่เกิดมโนทัศน์คลาดเคลื่อนของกลุ่มนักเรียน  
ตัวอย่างที่มีระดับมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (AC) จำแนกรายข้อ

ข้อสอบ ข้อที่	ตัวเลือก ที่	สาเหตุที่ทำให้เกิดความ คลาดเคลื่อนของมโนทัศน์	ข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1	1	ไม่ดูเครื่องหมายหน้าตัวเลข	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	13	6.7
	2	สลับตำแหน่ง (y, x)	ด้านทฤษฎีบท	39	20
	3	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	134	68.7
	4	ไม่ดูเครื่องหมายหน้าตัวเลข	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	9	4.6
2	1	ไม่ทราบหลักการเขียนกราฟบน ระนาบ	ด้านทฤษฎีบท	13	6.7
	2	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	147	75.4
	3	ไม่ทราบหลักการเขียนกราฟบน ระนาบ	ด้านทฤษฎีบท	15	7.7
	4	ไม่ทราบหลักการเขียนกราฟบน ระนาบ	ด้านทฤษฎีบท	20	10.3
3	1	มองค่า x เป็น y	ด้านทฤษฎีบท	36	18.5
	2	มองค่า y เป็น x	ด้านทฤษฎีบท	32	16.4
	3	เลื่อนค่าตามตัวเลขผิด	ด้านการนำความรู้ไปใช้	35	17.9
	4	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	92	47.2
4	1	ดูเครื่องหมายผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	24	12.3
	2	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	153	78.5
	3	ดูเครื่องหมายผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	7	3.6
	4	เห็นเลข 7 เป็นเลข 1	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	11	5.6

ข้อสอบ ข้อที่	ตัวเลือก ที่	สาเหตุที่ทำให้เกิดความ คลาดเคลื่อนของมโนทัศน์	ข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
5	1	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	121	62.1
	2	ดูตัวเลขผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	14	7.2
	3	สลับค่า $x$ และ $y$	ด้านทฤษฎีบท	36	18.5
	4	สลับค่า $x$ และ $y$	ด้านทฤษฎีบท	24	12.3
6	1	ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการนำความรู้ไปใช้	30	15.4
	2	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	105	52.8
	3	ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการนำความรู้ไปใช้	32	16.4
	4	ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการนำความรู้ไปใช้	28	14.4
7	1	ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการนำความรู้ไปใช้	49	25.1
	2	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	75	38.5
	3	ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการนำความรู้ไปใช้	33	16.9
	4	ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการนำความรู้ไปใช้	38	19.5
8	1	เลื่อนหาตำแหน่งผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	7	3.6
	2	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	122	62.6
	3	ดูค่า $y$ ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	54	27.7
	4	ดูผิดทั้งค่า $x$ และ $y$	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	12	6.2



ข้อสอบ ข้อที่	ตัวเลือก ที่	สาเหตุที่ทำให้เกิดความ คลาดเคลื่อนของมโนทัศน์	ข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
9	1	ดูค่า $y$ ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	26	13.3
	2	เลื่อนหาตำแหน่งผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	33	16.9
	3	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	124	63.6
	4	ดูค่า $x$ ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	12	6.2
10	1	อ่านโจทย์ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	60	30.8
	2	อ่านโจทย์ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	25	12.8
	3	อ่านโจทย์ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา	22	11.3
	4	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	88	45.1
11	1	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	120	61.5
	2	ดูแกนผิด	ด้านทฤษฎีบท	24	12.3
	3	ไม่พิจารณาสิ่งที่โจทย์ถาม	ด้านการตีความจากโจทย์	27	13.8
	4	ไม่ตอบตามสิ่งที่โจทย์ถาม	ด้านการตีความจากโจทย์	24	12.3
12	1	คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ	17	8.7
	2	คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ	51	26.2
	3	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	104	53.3
	4	คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ	23	11.8
13	1	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	118	60.5
	2	ดูแกนผิด	ด้านทฤษฎีบท	29	14.9
	3	ไม่พิจารณาสิ่งที่โจทย์ถาม	ด้านการตีความจากโจทย์	20	10.3
	4	ไม่ตอบจากสิ่งที่โจทย์ถาม	ด้านการตีความจากโจทย์	28	14.4
14	1	สลับตำแหน่ง $(y, x)$	ด้านทฤษฎีบท	16	8.2
	2	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	136	69.7
	3	ไม่เขียนเป็นคู่อันดับ	ด้านการนำความรู้ไปใช้	17	8.7
	4	ไม่สามารถเขียนคู่อันดับได้	ด้านการนำความรู้ไปใช้	26	13.3

ข้อสอบ ข้อที่	ตัวเลือก ที่	สาเหตุที่ทำให้เกิดความ คลาดเคลื่อนของมโนทัศน์	ข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
15	1	คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ	29	14.9
	2	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	117	60
	3	คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ	28	14.4
	4	คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ	21	10.8
16	1	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	62	31.8
	2	คำนวณจุดตัดแกน y ผิด	ด้านการคิดคำนวณ	31	15.9
	3	ไม่พิจารณาความชัน	ด้านทฤษฎีบท	75	38.5
	4	ไม่พิจารณาความชัน	ด้านทฤษฎีบท	27	13.8
17	1	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	64	32.8
	2	คำนวณจุดตัดแกน x ผิด	ด้านการคิดคำนวณ	47	24.1
	3	ไม่พิจารณาความชัน	ด้านทฤษฎีบท	43	22.1
	4	ไม่พิจารณาความชัน	ด้านทฤษฎีบท	41	21
18	1	ระบุจุดผิด	ด้านการนำความรู้ไปใช้	43	22.1
	2	ไม่คำนึงถึงความจริงที่ว่าเงิน ต้องเป็นจำนวนบวก	ด้านการนำความรู้ไปใช้	50	25.6
	3	แทนค่าผิดแกน	ด้านทฤษฎีบท	42	21.5
	4	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	60	30.8
19	1	ไม่ตรวจสอบจุดตัดแกน y	ด้านทฤษฎีบท	27	13.8
	2	แทนค่าจุดตัดแกน x และแกน y แล้วคำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ	37	19
	3	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	62	31.8
	4	ไม่ตรวจสอบจุดตัดแกน x	ด้านทฤษฎีบท	69	35.4
20	1	ไม่คำนึงถึงความเป็นจริง	ด้านการนำความรู้ไปใช้	47	24.1
	2	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-	87	44.1
	3	ไม่คำนึงถึงความเป็นจริง	ด้านการนำความรู้ไปใช้	34	17.4
	4	ไม่คำนึงถึงความเป็นจริง	ด้านการนำความรู้ไปใช้	27	13.8

**ภาคผนวก จ คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑**

คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการนำแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ไปใช้ในการวินิจฉัยผู้เรียนเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย ประกอบด้วย

1. วัตถุประสงค์ของแบบทดสอบวินิจฉัย
2. โครงสร้างและลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย
3. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย
4. วิธีดำเนินการทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัย
5. การตรวจให้คะแนนและวิธีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องรวมทั้งสาเหตุที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

**1. วัตถุประสงค์ของแบบทดสอบวินิจฉัย**

แบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ฉบับนี้ ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่องและสาเหตุที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับนี้ไปทำการวิเคราะห์ผู้เรียนเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน หรือใช้ในการสอนซ่อมเสริมในกรณีที่ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ต่ำ นอกจากนี้จากผลการวินิจฉัยที่ทำให้ทราบข้อบกพร่องสามารถเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อป้องกันการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและยังมีส่วนช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพที่สูงยิ่งขึ้นและเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับนักเรียนในการศึกษาในระดับที่สูงยิ่งขึ้นไป

**2. โครงสร้างและลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย**

แบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้เป็นแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน จำนวน 20 ข้อ โดยในแต่ละข้อจะมีสองขั้นตอนให้นักเรียนทำ คือ ตอนที่ 1 เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง และในตอนที่ 2 เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลหรือแนวคิด ซึ่งการได้มาของตัวเลือกในตอนที่ 1 ในข้อนั้นๆ

### 3. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญในการหาค่าความตรง วิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ซึ่งคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยแสดงดังตารางที่ 13

ตาราง 13 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
แบบทดสอบวินิจฉัยจากการนำไปใช้ ทดสอบ ครั้งที่ 1	0.37 – 0.82	0.24 – 0.63	0.8036

### 4. วิธีดำเนินการทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัย

4.1 ตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบทดสอบว่าพิมพ์ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ ภาพชัดเจนและจัดเตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอต่อจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.2 แจ้งวัตถุประสงค์ของการให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบ พร้อมทั้งอธิบายข้อปฏิบัติในขณะสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เช่น ให้นักเรียนทำแบบทดสอบด้วยความตั้งใจ พยายามเขียนอธิบายคำตอบออกมาเพื่อให้สามารถนำมาวิเคราะห์ผลได้ ในขณะทำการสอบ ขอให้นักเรียนทุกคนไม่พูดคุยปรึกษาหรือแอบเปิดหนังสือดูใต้โต๊ะ และห้ามใช้อุปกรณ์สื่อสารหรืออุปกรณ์ที่ช่วยในการคำนวณทุกชนิด

4.3 แจกแบบทดสอบพร้อมกับกระดาษคำตอบให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วอธิบายวิธีทำแบบทดสอบ รวมทั้งบอกเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ถ้าหากนักเรียนไม่เข้าใจให้ยกมือขึ้นถามได้ทันที

4.4 เมื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความเข้าใจดีแล้วให้ลงมือทำแบบทดสอบได้

4.5 เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนส่งกระดาษคำตอบแก่ผู้คุมสอบ

5. การตรวจให้คะแนนและวิธีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องรวมทั้งสาเหตุที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนทำมาตรวจให้คะแนน เนื่องจากแบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน (เลือกตอบและเขียนตอบ) การให้คะแนนจึงให้เฉพาะในตอนที่ 1 ซึ่งเป็นส่วนที่ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง โดยให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับคำตอบ

ที่ถูกต้อง และให้คะแนน 0 คะแนนสำหรับคำตอบที่ผิด ในตอนที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนที่ให้นักเรียนอธิบายแนวการตอบหรือเหตุผลของการได้มาซึ่งคำตอบจะเป็นส่วนที่ถูกนำมาวิเคราะห์หิมโนทัศน์ของนักเรียนว่ามีความคลาดเคลื่อนระดับใดและคำตอบที่นักเรียนเลือกมานั้นเกิดจากสาเหตุใด เมื่อทำการวิเคราะห์คำตอบแล้วจึงสรุปลงในแบบบันทึกผลการวินิจฉัย

ตาราง 14 เฉลยคำตอบและแนวทางการตอบของแบบทดสอบวินิจฉัยหิมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	เหตุผลของการตอบ
1	ตัวเลือกที่ 3	พิกัด $(-4, 2)$ หมายความว่า เลื่อนมาซ้ายตามแกน $x$ 4 ช่อง และเลื่อนขึ้นตามแกน $y$ 2 ช่อง
2	ตัวเลือกที่ 2	คู่อันดับที่ค่า $x$ ติดลบ ค่า $y$ เป็นบวก คู่อันดับนั้นต้องอยู่ในจุดภาคที่ 2
3	ตัวเลือกที่ 4	$(-3, 2)$ หมายความว่า ค่า $x = -3$ จึงต้องเลื่อนมาทางซ้ายของแกน $x$ 3 ช่อง
4	ตัวเลือกที่ 2	$P(0, 7)$ ค่า $x$ เป็น 0 จุดนี้อยู่บนแกน $y$ และ ค่า $y = 7$ ต้องเลื่อนขึ้นตามแกน $y$ 7 ช่อง
5	ตัวเลือกที่ 1	จุด R อยู่ทางซ้ายของแกน $y$ 5 ช่อง และอยู่ใต้แกน $x$ 4 ช่อง จึงได้คู่อันดับ $(-5, -4)$ จุด S อยู่ทางขวาของแกน $y$ 5 ช่อง และอยู่ใต้แกน $x$ 5 ช่อง จึงได้คู่อันดับ $(5, -5)$
6	ตัวเลือกที่ 2	ค่า $x$ ติดลบ ค่า $y$ เป็นบวก จึงอยู่ในจุดภาคที่ 2
7	ตัวเลือกที่ 2	$X < 0$ แสดงว่าค่า $x$ ติดลบ และ $y > 0$ แสดงว่าค่า $y$ เป็นบวก จึงอยู่ในจุดภาคที่ 2
8	ตัวเลือกที่ 2	$(-200, 100)$ หมายความว่า เลื่อนมาทางซ้ายตามแนวแกน $x$ จนถึงเลข $-200$ แล้วเลื่อนขึ้นบนขนานกับแกน $y$ จนถึงระยะของ $100$ จะได้เลข $4$
9	ตัวเลือกที่ 3	$(-78, -113)$ หมายความว่า เลื่อนมาทางซ้ายตามแนวแกน $x$ จนถึงเลข $-78$ แล้วเลื่อนลงล่างขนานกับแกน $y$ จนถึงระยะของ $-113$ จะได้เลข $8$
10	ตัวเลือกที่ 4	ณ ตำแหน่ง $(-200, 150)$ จะได้เลข $4$
11	ตัวเลือกที่ 1	จากที่กำหนดแกน $x$ คือจำนวนผู้โดยสาร แกน $y$ คือ ค่าโดยสาร ดังนั้น $(7, 63)$ จึงหมายความว่า ผู้โดยสาร $7$ คน ค่าโดยสาร $63$ บาท
12	ตัวเลือกที่ 3	จาก $(1, 9)$ คือ ผู้โดยสาร $1$ คนเสียเงิน $9$ บาท ดังนั้นเงิน $117$ บาท จะมีผู้โดยสาร $117 \div 9 = 13$ คน

## ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	เหตุผลของการตอบ
13	ตัวเลือกที่ 1	จากโจทย์กำหนดแกน $x$ แทนเวลาที่ผ่านไป และแกน $y$ แทนปริมาณน้ำที่เหลือ ดังนั้น $(2, 320)$ จึงหมายความว่า เวลาผ่านไป 2 นาที น้ำเหลือ 320 ลิตร
14	ตัวเลือกที่ 2	จากโจทย์กำหนดเวลาที่ผ่านไปเป็นแกน $x$ น้ำที่เหลือเป็นแกน $y$ ดังนั้น จึงได้ $(5, 200)$
15	ตัวเลือกที่ 2	จากกราฟพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปทุกๆ 1 นาที น้ำลดลง 40 ลิตร จะได้ $(7, 120)$ $(8, 80)$ $(9, 40)$
16	ตัวเลือกที่ 1	จากสมการหาจุดตัดแกน $x$ จะได้ $(-2, 0)$ จุดตัดแกน $y$ จะได้ $(0, 2)$ ตรงกับตัวเลือกที่ 1
17	ตัวเลือกที่ 1	จากสมการหาจุดตัดแกน $x$ จะได้ $(\frac{1}{2}, 0)$ จุดตัดแกน $y$ จะได้ $(0, -1)$ ตรงกับตัวเลือกที่ 1
18	ตัวเลือกที่ 4	นายเอส (ค่า $x$ ) มีเงินมากกว่านายที (ค่า $y$ ) 2 บาท หมายความว่า $x - y = 2$ จึงได้คู่อันดับ $(2, 0)$ $(3, 1)$ $(4, 2)$ เนื่องจากค่า $x$ และ $y$ เป็นเงิน จึงไม่ติดลบ
19	ตัวเลือกที่ 3	นำจุดตัดแกน $x$ $(3, 0)$ และจุดตัดแกน $y$ $(0, 3)$ ไปแทนค่าในสมการพบว่า สมการในตัวเลือกที่ 3 สอดคล้องกับทั้งสองจุดนี้
20	ตัวเลือกที่ 2	พิจารณาตามหลักความจริงที่ว่าสวนสูงไม่มีการลดลง ซึ่งกราฟในตัวเลือกที่ 2 นั้นเมื่ออายุมากขึ้นกลับมีส่วนสูงที่ลดลง

ตาราง 15 รูปแบบของความคลาดเคลื่อน

จุดประสงค์	ข้อสอบข้อที่	สาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์	รูปแบบของความคลาดเคลื่อน
เขียนและอ่านกราฟของคู่อันดับบนระนาบในระบบพิกัดฉากได้	1	ไม่ดูเครื่องหมายหน้าตัวเลข	ด้านการตรวจสอบการแก้และสรุปปัญหา
		สลับตำแหน่ง (y, x)	ด้านทฤษฎีบท
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ไม่ดูเครื่องหมายหน้าตัวเลข	ด้านการตรวจสอบการแก้และสรุปปัญหา
เขียนและอ่านกราฟของคู่อันดับบนระนาบในระบบพิกัดฉากได้	2	ไม่ทราบหลักการเขียนกราฟบนระนาบ	ด้านทฤษฎีบท
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ไม่ทราบหลักการเขียนกราฟบนระนาบ	ด้านทฤษฎีบท
		ไม่ทราบหลักการเขียนกราฟบนระนาบ	ด้านทฤษฎีบท
ระบุตำแหน่งของคู่อันดับได้	3	มองค่า x เป็น y	ด้านทฤษฎีบท
		มองค่า y เป็น x	ด้านทฤษฎีบท
		เลื่อนค่าตามตัวเลขผิด	ด้านการนำความรู้ไปใช้
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
ระบุตำแหน่งของคู่อันดับได้	4	ดูเครื่องหมายผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ดูเครื่องหมายผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา
		เห็นเลข 7 เป็นเลข 1	ด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อสอบ ข้อที่	สาเหตุที่ทำให้เกิดความ คลาดเคลื่อนของมโนทัศน์	รูปแบบของ ความคลาดเคลื่อน
ระบุตำแหน่งของ คู่อันดับได้	5	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ดูตัวเลขผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และ สรุปปัญหา
		สลับค่า $x$ และ $y$	ด้านทฤษฎีบท
		สลับค่า $x$ และ $y$	ด้านทฤษฎีบท
ระบุตำแหน่งของ คู่อันดับได้	6	ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการนำความรู้ไปใช้
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการนำความรู้ไปใช้
		ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการนำความรู้ไปใช้
ระบุตำแหน่งของ คู่อันดับได้	7	ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการศึกษาจากโจทย์
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการศึกษาจากโจทย์
		ไม่ทราบเครื่องหมายของ $x$ และ $y$ ของแต่ละจุดภาค	ด้านการศึกษาจากโจทย์
ระบุตำแหน่งของ คู่อันดับได้	8	เลื่อนหาตำแหน่งผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และ สรุปปัญหา
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ดูค่า $y$ ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และ สรุปปัญหา
		ดูผิดทั้งค่า $x$ และ $y$	ด้านการตรวจสอบ การแก้และ สรุปปัญหา



ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อสอบ ข้อที่	สาเหตุที่ทำให้เกิดความ คลาดเคลื่อนของมโนทัศน์	รูปแบบของ ความคลาดเคลื่อน
ระบุตำแหน่งของ คู่อันดับได้	9	ดูค่า $y$ ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และ สรุปปัญหา
		เลื่อนหาตำแหน่งผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และ สรุปปัญหา
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ดูค่า $x$ ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และ สรุปปัญหา
ระบุตำแหน่งของ คู่อันดับได้	10	อ่านโจทย์ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และ สรุปปัญหา
		อ่านโจทย์ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และ สรุปปัญหา
		อ่านโจทย์ผิด	ด้านการตรวจสอบ การแก้และ สรุปปัญหา
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
อ่านและแปล ความหมายของ กราฟที่กำหนด ให้ได้	11	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ดูแกนผิด	ด้านทฤษฎีบท
		ไม่พิจารณาสิ่งที่โจทย์ถาม	ด้านการตีความจากโจทย์
		ไม่ตอบตามสิ่งที่โจทย์ถาม	ด้านการตีความจากโจทย์
อ่านและแปล ความหมายของ กราฟที่กำหนด ให้ได้	12	คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ
		คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ
อ่านและแปล ความหมายของ กราฟที่กำหนด ให้ได้	13	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ดูแกนผิด	ด้านทฤษฎีบท
		ไม่พิจารณาสิ่งที่โจทย์ถาม	ด้านการตีความจากโจทย์
		ไม่ตอบจากสิ่งที่โจทย์ถาม	ด้านการตีความจากโจทย์

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อสอบข้อที่	สาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์	รูปแบบของความคลาดเคลื่อน
อ่านและแปลความหมายของกราฟที่กำหนดให้ได้	14	สลับตำแหน่ง (y, x)	ด้านทฤษฎีบท
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ไม่เขียนเป็นคู่อันดับ	ด้านการนำความรู้ไปใช้
		ไม่สามารถเขียนคู่อันดับได้	ด้านการนำความรู้ไปใช้
อ่านและแปลความหมายของกราฟที่กำหนดให้ได้	15	คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ
		คำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ
เขียนกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองชุดที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นได้	16	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		คำนวณจุดตัดแกน y ผิด	ด้านการคิดคำนวณ
		ไม่พิจารณาความชัน	ด้านทฤษฎีบท
		ไม่พิจารณาความชัน	ด้านทฤษฎีบท
เขียนกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองชุดที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นได้	17	เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		คำนวณจุดตัดแกน x ผิด	ด้านการคิดคำนวณ
		ไม่พิจารณาความชัน	ด้านทฤษฎีบท
		ไม่พิจารณาความชัน	ด้านทฤษฎีบท

## ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อสอบ ข้อที่	สาเหตุที่ทำให้เกิดความ คลาดเคลื่อนของมโนทัศน์	รูปแบบของ ความคลาดเคลื่อน
เขียนกราฟที่ แสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณ สองชุดที่มี ความสัมพันธ์เชิง เส้นได้	18	ระบุจุดผิด	ด้านการนำความรู้ไปใช้
		ไม่คำนึงถึงความจริงที่ว่าเงินต้อง เป็นจำนวนบวก	ด้านการนำความรู้ไปใช้
		แทนค่าผิดแทน	ด้านทฤษฎีบท
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
เขียนกราฟที่ แสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณ สองชุดที่มี ความสัมพันธ์เชิง เส้นได้	19	ไม่ตรวจสอบจุดตัดแกน $y$	ด้านทฤษฎีบท
		แทนค่าจุดตัดแกน $x$ และแกน $y$ แล้วคำนวณผิด	ด้านการคิดคำนวณ
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ไม่ตรวจสอบจุดตัดแกน $x$	ด้านทฤษฎีบท
วิเคราะห์กราฟ จากความสัมพันธ์ ที่กำหนดให้ได้	20	ไม่คำนึงถึงความเป็นจริง	ด้านการนำความรู้ไปใช้
		เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง	-
		ไม่คำนึงถึงความเป็นจริง	ด้านการนำความรู้ไปใช้
		ไม่คำนึงถึงความเป็นจริง	ด้านการนำความรู้ไปใช้

ภาคผนวก จ แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

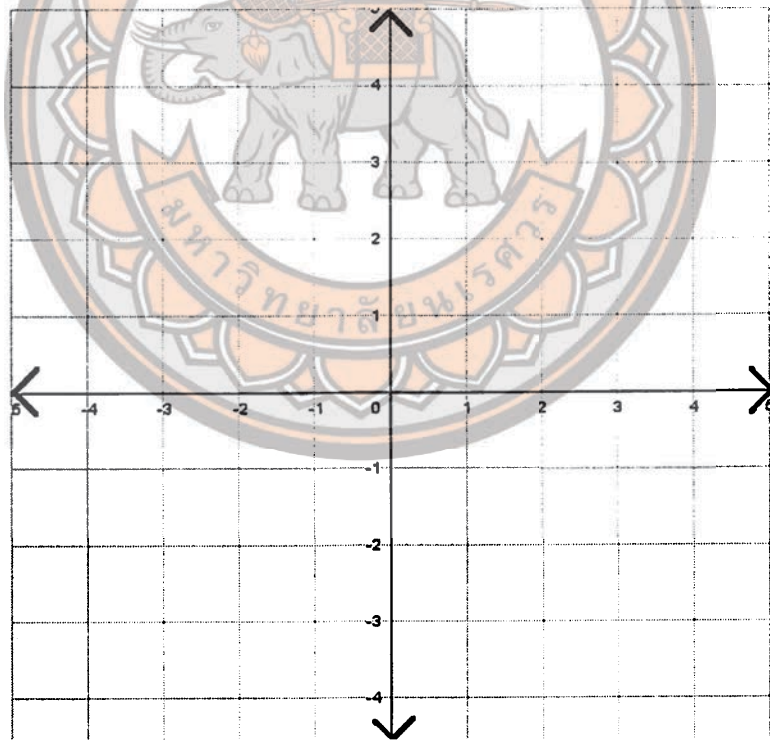
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 12 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในแบบทดสอบ
3. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเรียบร้อยแล้วให้ส่งแบบทดสอบกับครูผู้คุมสอบ

คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ

1. ให้นักเรียนเขียนกราฟของคู่อันดับต่อไปนี้บนระนาบ

$(0, 0)$ ,  $(-3, 0)$ ,  $(3, 4)$ ,  $(-3, 2)$ ,  $(0, -3)$ ,  $(-4, -2)$





4.1 จงหาว่าหากปลายนิวส์มีค่าที่ตำแหน่ง  $(-200, 100)$  จะได้ตัวเลขใด

ตอบ .....

4.2 หากปลายนิวส์มีค่าที่ตำแหน่ง  $(-78, -113)$  จะได้ตัวเลขใด

ตอบ .....

4.3 หากเลือกหมายเลข 1 ปลายนิวส์สามารถสัมผัส ณ ตำแหน่งใดได้บ้าง

ตอบ .....

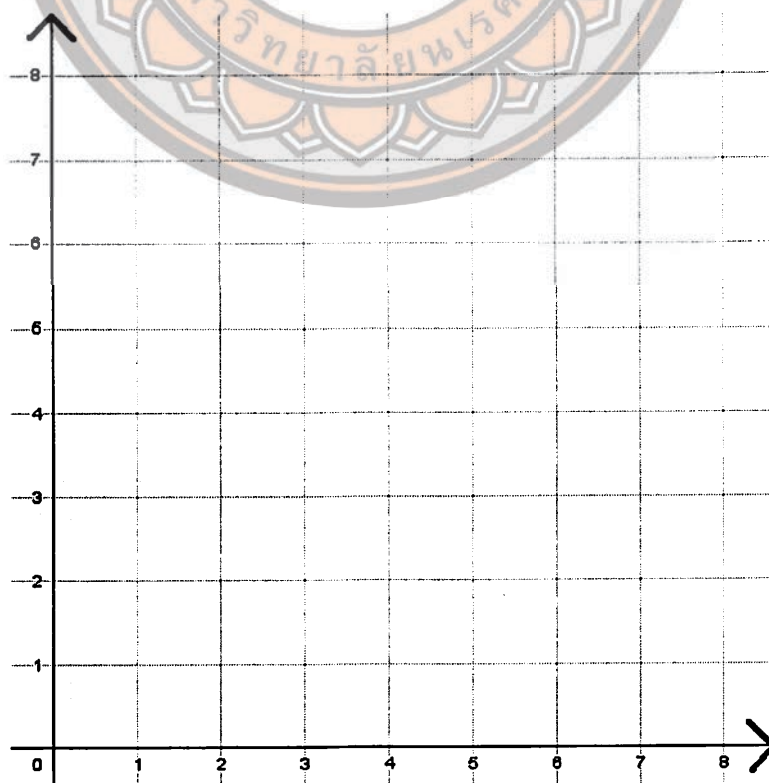
4.4 หากเลือก \* ปลายนิวส์สามารถสัมผัสตำแหน่งใดได้บ้าง

ตอบ .....

### กราฟและการนำไปใช้

5. จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไข่ไก่เป็นฟองและราคาไข่ไก่เป็นบาทจากตารางที่กำหนดให้

จำนวนไข่ไก่ (ฟอง)	1	2	3	4
ราคาไข่ไก่ (บาท)	2	4	6	8



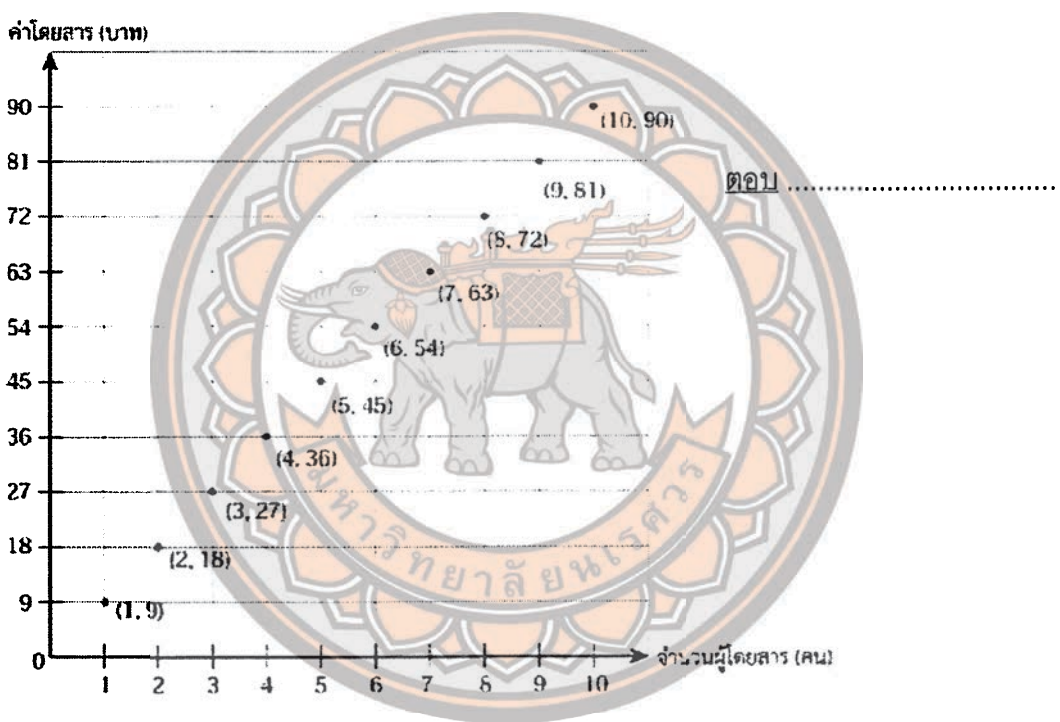
6. จากแผนภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ที่นักเรียนได้ในข้อที่ 1 คู่อันดับ (5, 10) มีความหมายว่าอย่างไร

ตอบ .....

7. จากตารางแสดงความสัมพันธ์ในข้อที่ 5 นักเรียนคิดว่า เงิน 20 บาท จะซื้อไข่ได้กี่ฟอง

ตอบ .....

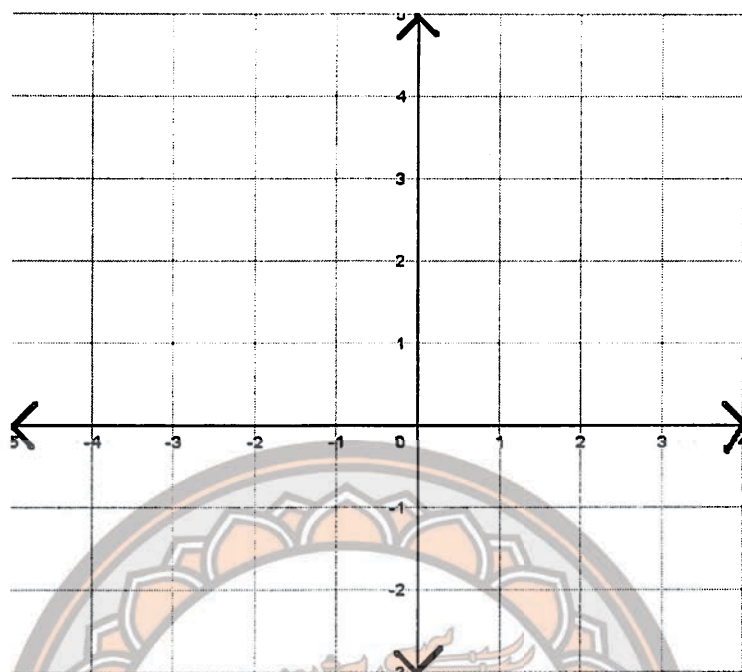
8. จากภาพเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าโดยสารกับจำนวนผู้โดยสาร นักเรียนคิดว่าถ้าเก็บเงินค่าโดยสารได้ 117 บาท แสดงว่ามีผู้โดยสารขึ้นกี่คน



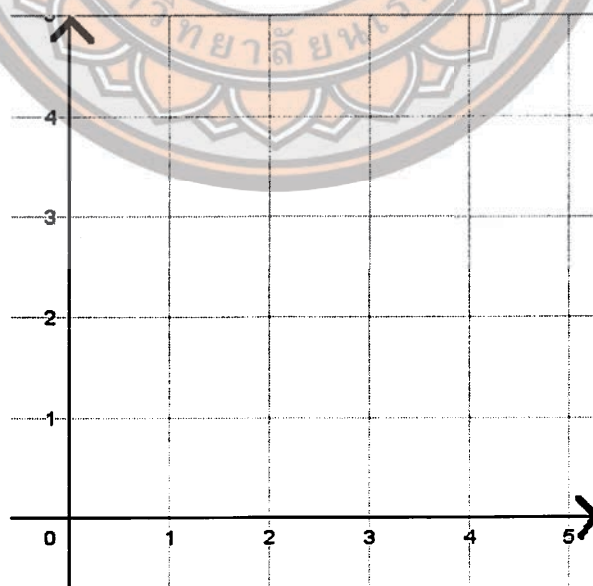
**ความสัมพันธ์เชิงเส้น**

9. ถ้ากำหนดให้  $y = x + 2$  ให้นักเรียนหาค่า  $y$  จากค่า  $x$  ที่กำหนดให้ แล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $x$  และ  $y$

X	-4	-2	0	2
Y				

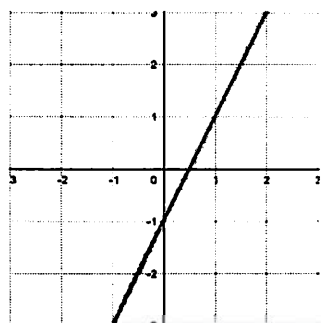


10. “นายเอกกับนายบีเก็บส้มได้รวมกัน 5 ผล” ให้นักเรียนเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนส้มที่นายเอและนายบีมี (กำหนดให้จำนวนส้มของนายเอเป็นแกน  $x$  และจำนวนส้มของนายบีเป็นแกน  $y$ )

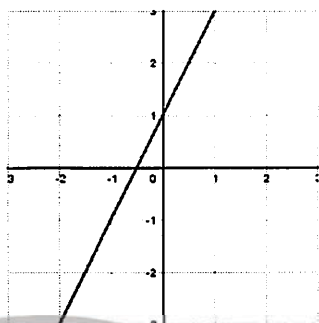




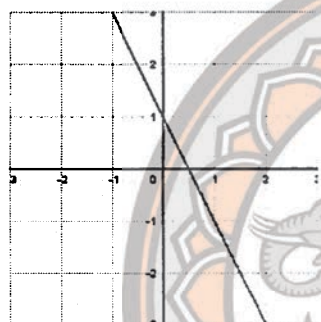
11. จากความสัมพันธ์  $y = 2x - 1$  นักเรียนคิดว่ากราฟในข้อใดเป็นกราฟที่ได้จากสมการดังกล่าว



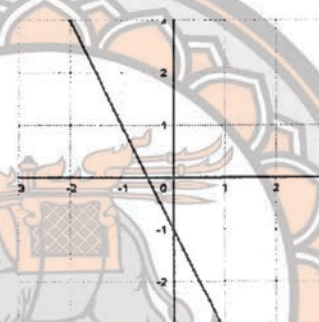
ข้อ ก



ข้อ ข



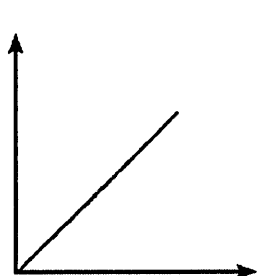
ข้อ ค



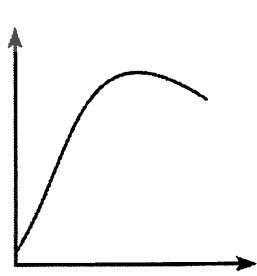
ข้อ ง

ตอบ .....

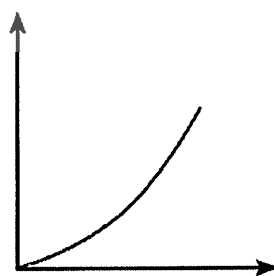
12. นักเรียนคิดว่ากราฟในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสูง (แกน  $y$ ) กับอายุของมนุษย์ (แกน  $x$ ) ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 25 ปี เพราะเหตุใด



ข้อ ก



ข้อ ข



ข้อ ค

ตอบ .....

ภาคผนวก ข แบบทดสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์  
เชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน (เลือกตอบและเขียนตอบ) จำนวน  
ข้อสอบ 20 ข้อ เวลา 60 นาที

2. ในแต่ละข้อจะมี 2 ตอน

2.1 ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องแล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษ  
คำตอบ

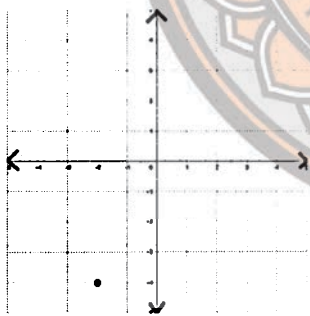
2.2 ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลหรือแนวคิดของการได้มาซึ่งคำตอบลง  
ในกระดาษคำตอบของข้อนั้น ๆ

3. ห้ามนักเรียนขีดเขียนหรือทดลงในแบบทดสอบ

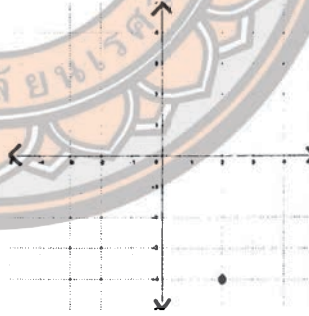
4. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ส่งกับครูผู้คุมสอบ

1. ข้อใดเป็นภาพกราฟของคู่อันดับ  $(-4, 2)$

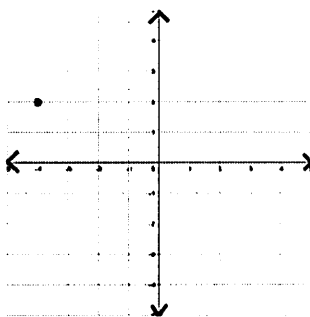
ก.



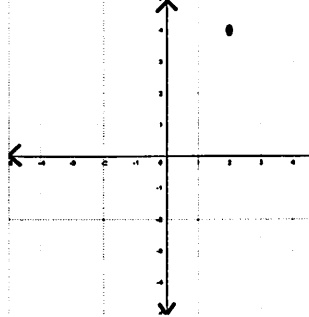
ข.



ค.



ง.

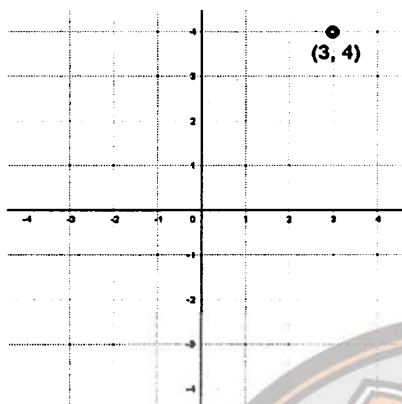


เหตุผลของการตอบ

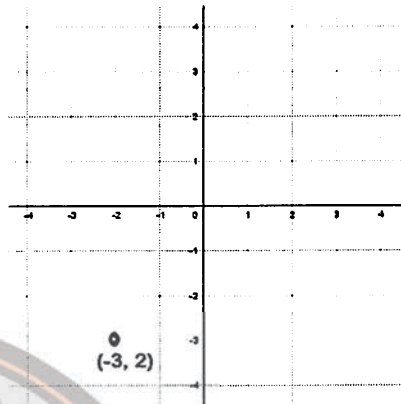
.....

## 2. ภาพในข้อใดผิด

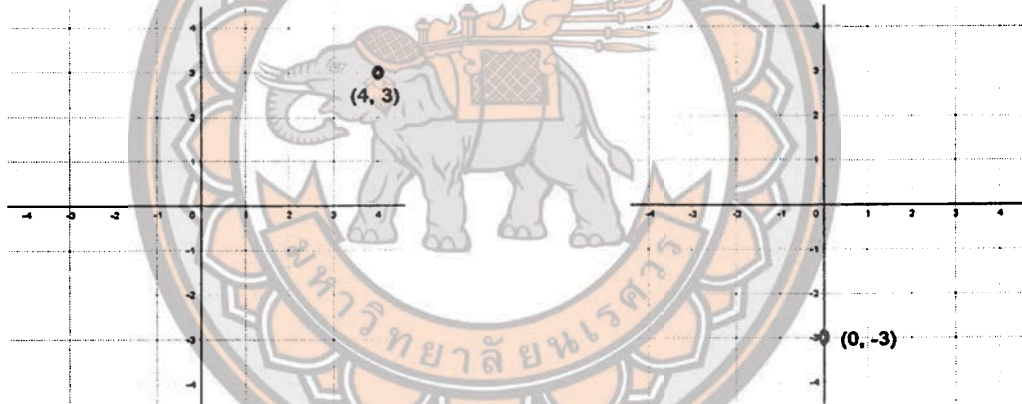
ก.



ข.



ค.



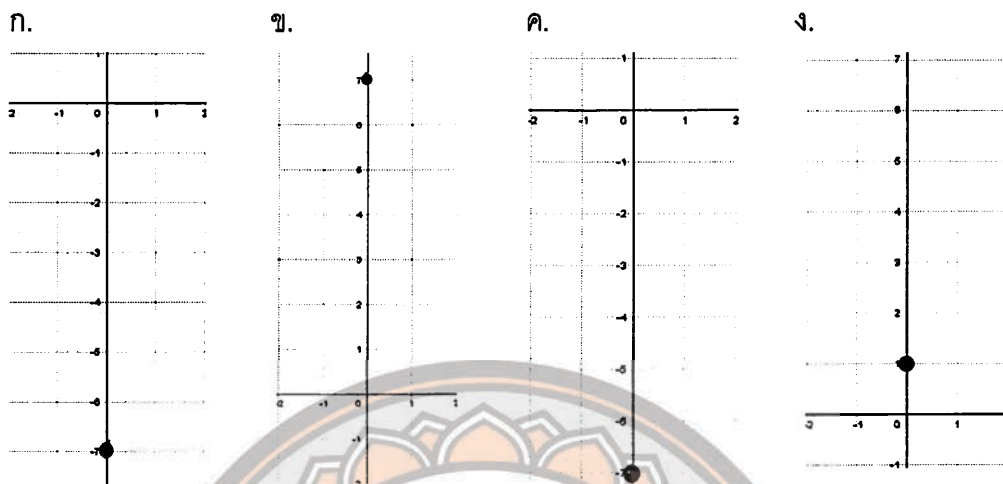
เหตุผลของการตอบ

3. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับคู่อันดับ  $(-3, 2)$ 

- ก. เป็นคู่อันดับที่อยู่ใต้แกน  $y$  ลงมา 3 หน่วย
- ข. เป็นคู่อันดับที่อยู่ทางซ้ายของแกน  $x$  มา 2 หน่วย
- ค. เป็นคู่อันดับที่อยู่ใต้แกน  $y$  ลงมา 2 หน่วย
- ง. เป็นคู่อันดับที่อยู่ทางซ้ายของแกน  $x$  มา 3 หน่วย

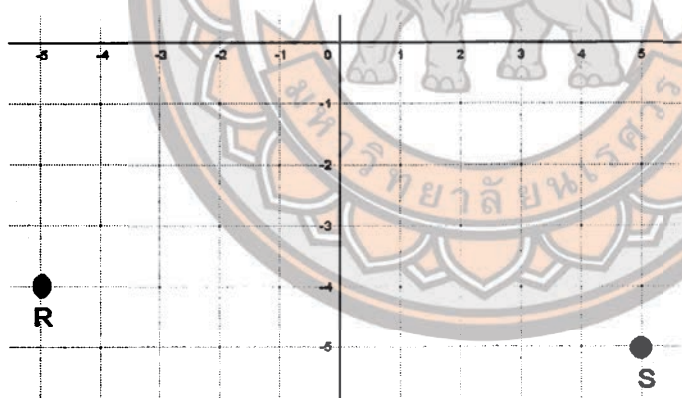
เหตุผลของการตอบ

4. ข้อใดแสดงพิกัดจุด P(0, 7)



เหตุผลของการตอบ

5. จากภาพ จงบอกพิกัด R และ S ตามลำดับ



- ก. R(-5, -4) และ S(5, -5)
- ข. R(-5, -4) และ S(5, 5)
- ค. R(-4, -5) และ S(-5, 5)
- ง. R(-4, -5) และ S(5, -5)

เหตุผลของการตอบ

6. (-8, 10) อยู่ในจุดภาคใด

- ก. จุดภาคที่ 1
- ข. จุดภาคที่ 2
- ค. จุดภาคที่ 3
- ง. จุดภาคที่ 4

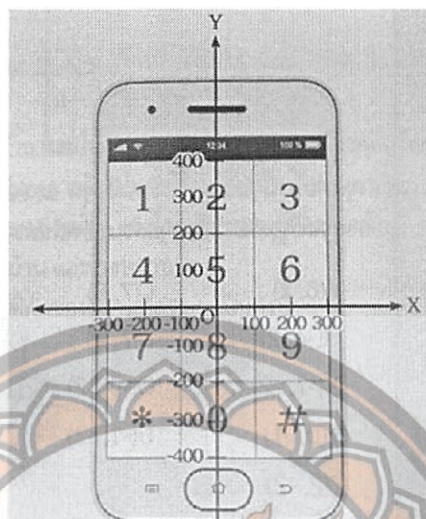
เหตุผลของการตอบ

7. คู่อันดับ (x, y) มีค่า  $x < 0$  และ  $y > 0$  คู่อันดับนี้อยู่ในจุดภาคใด

- ก. จุดภาคที่ 1
- ข. จุดภาคที่ 2
- ค. จุดภาคที่ 3
- ง. จุดภาคที่ 4

เหตุผลของการตอบ

ให้นักเรียนใช้ภาพนี้ตอบคำถามข้อ 8 – 10



8. หากปลายนิ้วสัมผัสตำแหน่ง  $(-200, 100)$  จะได้เลขใด

ก. 1

ข. 4

ค. 7

ง. 9

เหตุผลของการตอบ

9. หากปลายนิ้วสัมผัสตำแหน่ง  $(-78, -113)$  จะได้เลขใด

ก. 5

ข. 7

ค. 8

ง. 9

เหตุผลของการตอบ

10. ข้อใดไม่ใช่ตำแหน่งที่ปลายนิ้วสัมผัสแล้วได้เลข 1

ก.  $(-200, 300)$

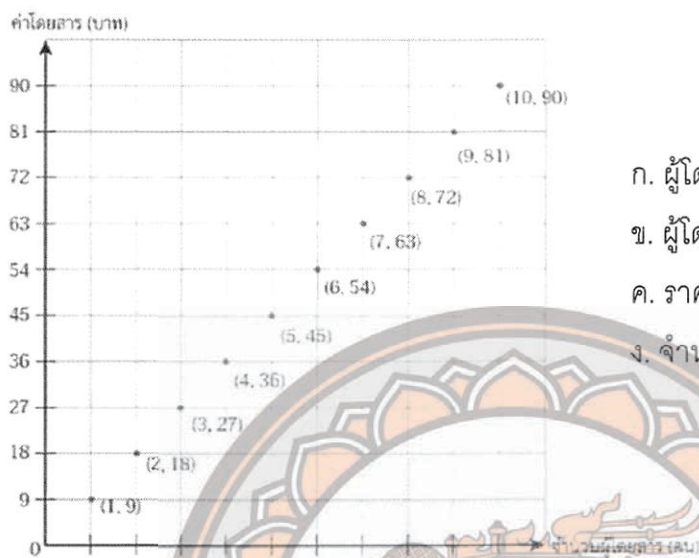
ข.  $(-150, 250)$

ค.  $(-250, 250)$

ง.  $(-200, 150)$

เหตุผลของการตอบ

11. จากภาพเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าโดยสารกับจำนวนผู้โดยสาร คู่อันดับ (7, 63) มีความหมายว่าอย่างไร



- ก. ผู้โดยสาร 7 คน ค่าโดยสาร 63 บาท
- ข. ผู้โดยสาร 63 คน ค่าโดยสาร 7 บาท
- ค. ราคาค่าโดยสารเพิ่มทีละ 9 บาท
- ง. จำนวนผู้โดยสาร และ ราคาค่าโดยสาร

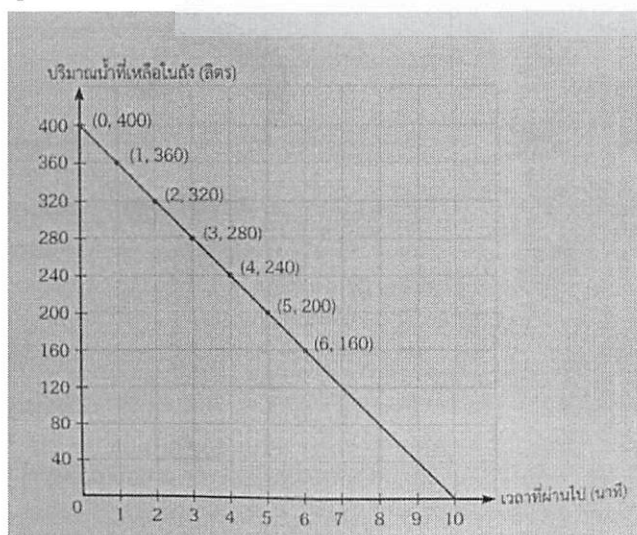
เหตุผลของการตอบ

12. จากภาพในข้อ 11 นักเรียนคิดว่าเงิน 117 บาท จะมีคนโดยสารได้กี่คน

- ก. 11 คน
- ข. 12 คน
- ค. 13 คน
- ง. 108 คน

เหตุผลของการตอบ

13. จากภาพเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ผ่านไปและปริมาณน้ำที่เหลือในถัง คู่อันดับ (2, 320) มีความหมายว่าอย่างไร



- ก. เวลาผ่านไป 2 นาฬิกา ปริมาณน้ำเหลือ 320 ลิตร
- ข. เวลาผ่านไป 320 นาฬิกา ปริมาณน้ำเหลือ 2 ลิตร
- ค. ปริมาณน้ำลดลงทีละ 40 ลิตร
- ง. เวลาที่ผ่านไป และ ปริมาณน้ำที่เหลือ

เหตุผลของการตอบ

.....  
 .....

14. จากภาพในข้อ 13 “เวลาผ่านไป 5 นาที เหลือน้ำในถัง 200 ลิตร” สามารถเขียนเป็นคู่อันดับได้อย่างไร

- ก. (200, 5)    ข. (5, 200)    ค.  $x = 200$  และ  $y = 5$     ง. ไม่สามารถเขียนเป็นคู่อันดับได้
- เหตุผลของการตอบ
- .....

15. จากภาพในข้อ 13 นักเรียนคิดว่าน้ำในถังเหลือ 80 ลิตร เมื่อเวลาผ่านไปกี่นาที

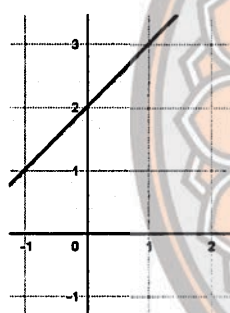
- ก. 7 นาที    ข. 8 นาที    ค. 9 นาที    ง. 10 นาที

เหตุผลของการตอบ

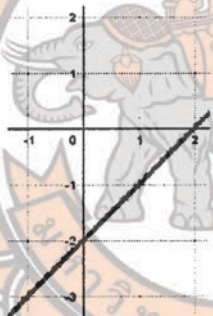
.....

16. กำหนด  $y = x + 2$  จะได้กราฟเป็นอย่างไร

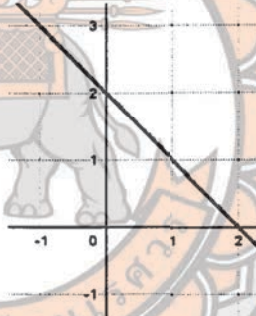
ก.



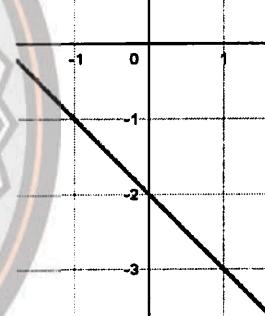
ข.



ค.



ง.

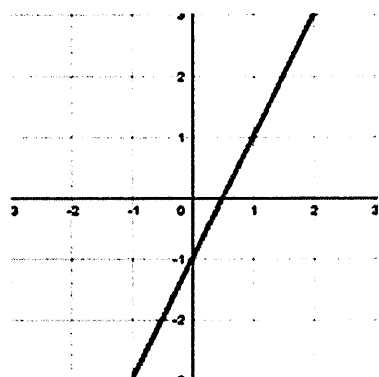


เหตุผลของการตอบ

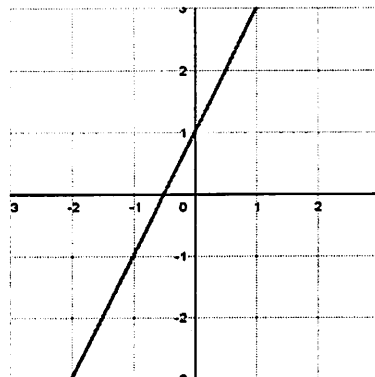
.....

17. ข้อใดเป็นกราฟของ  $y = 2x - 1$

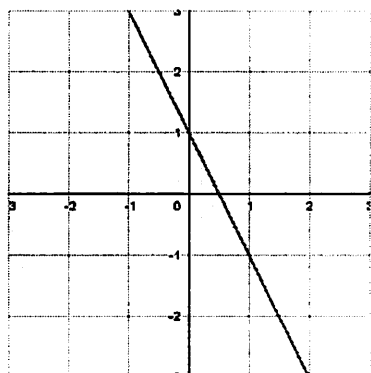
ก.



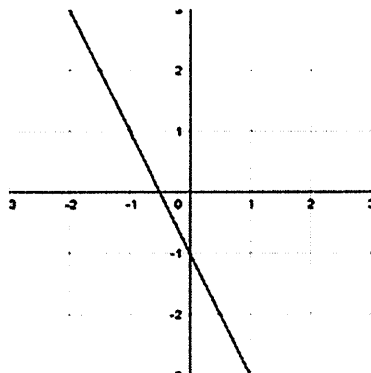
ข.



ค.



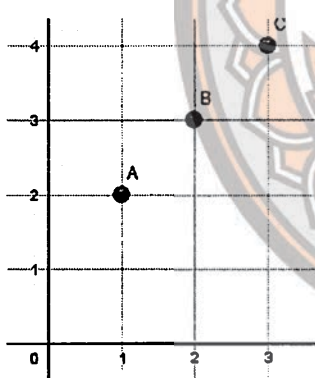
ง.



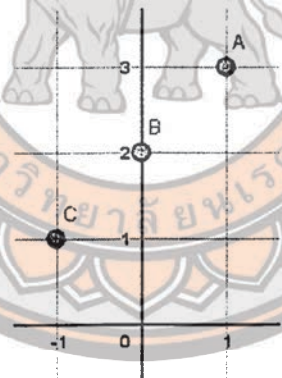
เหตุผลของการตอบ

18. ข้อใดเป็นกราฟของนายเอสมีเงินมากกว่านายที 2 บาท (กำหนดให้ แกน x แทน จำนวนเงินของนายเอส แกน y แทนจำนวนเงินของนายที)

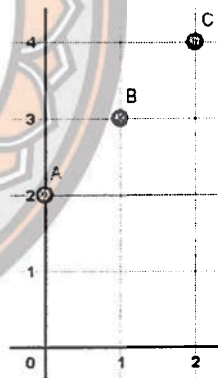
ก.



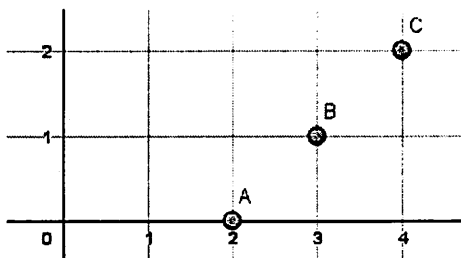
ข.



ค.



ง.



เหตุผลของการตอบ

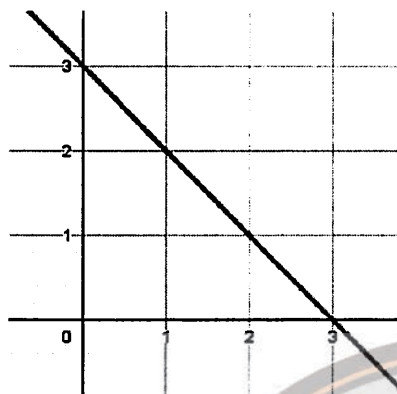
.....

.....

.....



19. จากภาพ นักเรียนคิดว่ากราฟนี้มีสมการเป็นอย่างไร



ก.  $y = x - 3$

ข.  $y = -x - 3$

ค.  $y = -x + 3$

ง.  $y = x + 3$

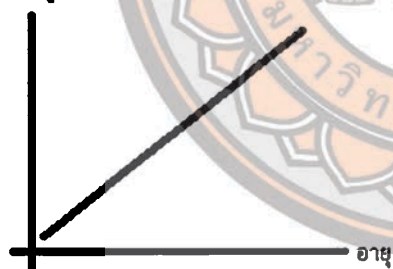
เหตุผลของการตอบ

---

20. นักเรียนคิดว่ากราฟในข้อใดไม่เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสูงกับอายุ

ก.

ส่วนสูง



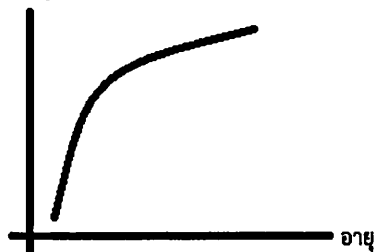
ข.

ส่วนสูง



ค.

ส่วนสูง



ง.

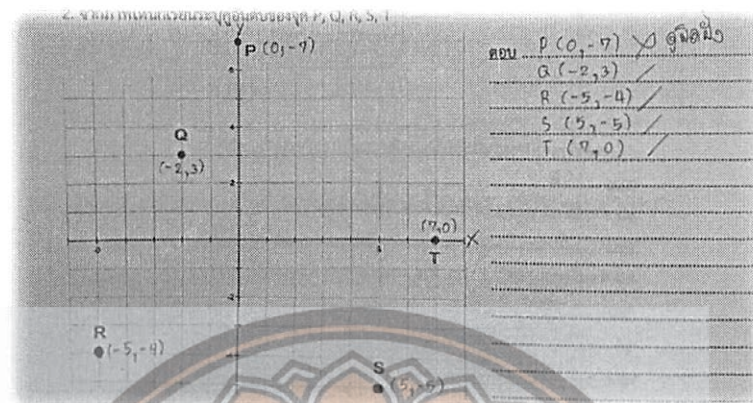
ส่วนสูง



เหตุผลของการตอบ

---

ภาคผนวก ข ภาพตัวอย่างการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจและแบบทดสอบวินิจฉัย



3. ถ้ากำหนดเงื่อนไขให้ต่อไปนี้ จุด  $P(x, y)$  อยู่ในจุดภาคใด
- |                        |                 |                            |
|------------------------|-----------------|----------------------------|
| เมื่อ $x = 3, y = 2$   | ตอบ $P(3, 2)$   | ✓ จุดที่อยู่ใน<br>ภาคที่ 1 |
| เมื่อ $x = -8, y = 10$ | ตอบ $P(-8, 10)$ |                            |
| เมื่อ $x = -5, y = -3$ | ตอบ $P(-5, -3)$ |                            |
| เมื่อ $x = 6, y = -4$  | ตอบ $P(6, -4)$  |                            |

ภาพตัวอย่างการวิเคราะห์การตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ผู้วิจัยทำการตรวจแบบทดสอบเพื่อสำรวจแล้วเขียนสาเหตุที่นักเรียนทำผิดไว้ แล้วจดบันทึกความถี่ของคำตอบที่ผิดเพื่อนำคำตอบที่ผิดเหล่านี้ไปสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัย

13		X	ปริมาณน้ำจืดที่ควร 40 ลิตร
----	--	---	----------------------------

ภาพแสดงถึงการตอบคำถามของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในด้านการตีความจากโจทย์ ในข้อ 13 คำถาม คือ คู่อันดับ (2, 320) มีความหมายว่าอย่างไร การเลือกตอบตัวเลือกที่ 3 และอธิบายเหตุผลนี้ หมายความว่านักเรียนมีข้อบกพร่องด้านการตีความจากโจทย์เพราะว่านักเรียนไม่ได้ตอบในสิ่งที่โจทย์ถาม แต่นักเรียนตอบจากการมองภาพกราฟ

20	X	X	เพราะมันตรงกับเลข 8 เพราะการเจริญเติบโตจะค่อยๆ สูง โดยนักเรียนไม่ได้คำนึงถึงความเป็นจริงที่ว่าสวนสูงไม่สามารถลดลงได้ นั่นแปลว่านักเรียนมีความบกพร่องด้านการนำความรู้ไปใช้
----	---	---	--

ภาพแสดงถึงการตอบคำถามของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในด้านการนำความรู้ไปใช้ จากโจทย์ในข้อ 20 คำถาม คือ ให้นักเรียนเลือกกราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและส่วนสูง คำตอบที่ถูกต้องคือ ตัวเลือกที่ 2 แต่การที่นักเรียนตอบตัวเลือกที่ 4 และอธิบายเหตุผลว่าการเจริญเติบโตจะค่อยๆ สูง โดยนักเรียนไม่ได้คำนึงถึงความเป็นจริงที่ว่าสวนสูงไม่สามารถลดลงได้ นั่นแปลว่านักเรียนมีความบกพร่องด้านการนำความรู้ไปใช้

1	X	เพราะดูจากจุดหรือนับจากจุด
---	---	----------------------------

ภาพแสดงถึงการตอบคำถามของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในด้านทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติ จากโจทย์ในข้อที่ 1 คำถาม คือ ข้อใดเป็นกราฟของคู่อันดับ  $(-4, 2)$  ซึ่งนักเรียนตอบข้อ 2 ซึ่งผิดและนักเรียนให้เหตุผลว่าดูจากจุด ที่จริงแล้วการดูพิกัดจุดต้องดูทั้งค่า  $x$  (แกนนอน) และค่า  $y$  (แกนตั้ง) ดังนั้น การที่นักเรียนอธิบายเหตุผลของการตอบเช่นนี้ แสดงว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องด้านทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติ

12			X	เพราะ เศษจากหารเศษ
----	--	--	---	--------------------

ภาพแสดงถึงการตอบคำถามของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในด้านการคิดคำนวณ จากโจทย์ข้อที่ 12 คำถามคือ ถ้ามีเงิน 117 บาท จะมีผู้โดยสารกี่คน คำตอบที่ถูกต้องคือ 13 คน เพราะ 1 คนจ่ายเงิน 9 บาท ดังนั้น 117 บาทหารด้วย 9 เท่ากับ 13 นักเรียนอธิบายเหตุผลว่า จำนวนผู้โดยสารเพิ่มขึ้นตามจำนวนเงิน ซึ่งนักเรียนอาจจะเขียนคู่อันดับต่อๆ ไปผิด ดังนั้น นักเรียนจึงมีข้อบกพร่องในด้านการคิดคำนวณ

ข้อ	1	2	3	4	
1				X	เพราะต้องเริ่มจาก -4 และไป 2 ซึ่งเกือบจะถูกแต่ในตัวเลือกที่ 4 เป็นการเลื่อนจาก 2 และไป 4 ดังนั้น นักเรียนจึงมีข้อบกพร่องด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา

ภาพแสดงถึงการตอบคำถามของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในด้านการตรวจสอบ การแก้ และสรุปปัญหา จากโจทย์ข้อที่ 1 คำถาม คือ ข้อใดเป็นกราฟของคู่อันดับ  $(-4, 2)$  นักเรียนเลือกตอบในตัวเลือกที่ 4 ซึ่งผิดและอธิบายว่าต้องเริ่มจาก -4 และไป 2 ซึ่งเกือบจะถูกแต่ในตัวเลือกที่ 4 เป็นการเลื่อนจาก 2 และไป 4 ดังนั้น นักเรียนจึงมีข้อบกพร่องด้านการตรวจสอบ การแก้และสรุปปัญหา



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	พีรภัทร เรืองเพชร
วัน เดือน ปี เกิด	26 มีนาคม 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	61 หมู่ 4 ตำบลท่าหลวง อำเภอเมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร 66000
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม 31 ถนนพิจิตร-กำแพงเพชร ตำบลในเมือง อำเภอเมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร 66000
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย
ประวัติการศึกษา	กศ.บ. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2560	

