



การศึกษความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

STUDY OF THE MATHEMATICAL CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF  
PRATHOMSUKSA SIX STUDENTS ON MEASUREMENTS OF LENGTH AND WEIGHT

ศุภกิจ ประทุมกาเยาะมาต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2562

การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ปีการศึกษา 2562  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



STUDY OF THE MATHEMATICAL CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF  
PRATHOMSUKSA SIX STUDENTS ON MEASUREMENTS OF LENGTH AND WEIGHT



A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of DOCTOR OF EDUCATION  
(Mathematics)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2019

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาค้นคว้าเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ของ

ศุภกิจ ประชุมกาเยาะมาต

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ..... ประธาน  
(อาจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย) (รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศรีศรี เพ็ญฟู)

..... ที่ปรึกษาร่วม ..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสถาและ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศุทธวรรณ ศรี  
ภิรมย์ สิรินิลกุล)

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย	ศุภกิจ ประทุมกาเยาะมาต
ปริญญา	การศึกษาศษฏีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. ขวัญ เพียชัย
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. สุกัญญา หนีสาแล

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ระเบียบวิธีการศึกษาเชิงคุณภาพในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลระนอง อำเภอเมืองจังหวัดระนอง จำนวน 8 คน ขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยระยะที่ 2 ระยะค้นหานักเรียน และระยะที่ 3 ระยะเก็บข้อมูลเชิงลึกกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยระยะนี้ได้สัมภาษณ์นักเรียนตามกลุ่มที่แบ่งไว้ในระยะที่ 2 ซึ่งใช้การสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview) เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ ซึ่งมี 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ว่าเป็นอย่างไร ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 1) ด้านเนื้อหา นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน) และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน) 2) ด้านการดำเนินการ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานและไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน) สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 50 และเขียนคำตอบถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 50) สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 75 และเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 25) และสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 62.5 เขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 25 และเขียนคำตอบไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 12.5) 3) ด้านความสัมพันธ์ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน) และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน) ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 1) ด้านเนื้อหา นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 87.5 และเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 12.5) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้ และสามารถบอกการใช้งานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เลือกใช้เครื่องชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน) และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม สามารถบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้เหมาะสมครบถ้วน) 2) ด้านการดำเนินการ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน) สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 87.5 และเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 12.5) สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 75 และเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 25) สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 75 และเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 25) และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม สามารถบอกหน่วยของน้ำหนักได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน) 3) ด้านความสัมพันธ์ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 12.5) สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 62.5 และเขียนคำตอบได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 37.5) และ สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 87.5 และเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 12.5)

คำสำคัญ : ทฤษฎี APOS, ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์, การวัดความยาวและการชั่ง

Title	STUDY OF THE MATHEMATICAL CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF PRATHOMSUKSA SIX STUDENTS ON MEASUREMENTS OF LENGTH AND WEIGHT
Author	SUPPHAKIT PRACHUMKAYOHMAT
Degree	DOCTOR OF EDUCATION
Academic Year	2019
Thesis Advisor	Dr. Khawn Piasai
Co Advisor	Dr. Sukanya Hajjissalah

This research aims to study the conceptual understanding of mathematical concepts on the measurements of length and weight among students in Grade Six. The qualitative research methods were used to collect and analyze the data obtained from a focus group of eight Grade Six students at Anuban Ranong School in Ranong. The research process was divided into three stages. Stage One: to determine the framework of the research; Stage Two: identify the focus group; and Stage Three: to collect insight data from the focus group. The students in the focus group were divided into four different levels of conceptual understandings in Stage Two were interviewed. The tasked-based interview was applied to study the conceptual understanding of students regarding mathematical concepts, such as measurements of length and weight and following the theoretical framework of Kilpatrick et al. which consists of three aspects: concepts, operations, and relations. The results of this study, in relation to the conceptual understanding of mathematical concepts on measurements of length and the insight data collected from the focus group revealed that: (1) in terms of the conceptual aspect, all eight students (the focus group) could name completely and correctly the instruments used to measure length. They knew which instruments should be used to measure the length of particular objects and most students provided partially correct answers. They could select the right units of length for objects that needed to be measured, knew standard units of length, and most provided correct and complete answers; (2) in terms of operations, all eight students could measure length of both standard and non-standard objects and most students provided partially correct answers. They could guess the length of standard objects; 50% provided partially correct answers, and 50% provided correct and complete answers. They could guess the length of non-standard objects; 75% provided correct and complete answers, and 25% provided partially correct answers. Lastly, they could measure the length of the perimeter of objects that need to be measured; 62.5% provided partially correct answers, 25% provided correct and complete answers, and 12.5% provided incorrect answers; (3) with regard to the relations aspect, all eight students could identify the relationship of the instruments used to measure the length and the objects and provided partially correct answers. They could identify the relations of the standard units of measurement for length and most students provided partially correct answers. In relation to a conceptual understanding of mathematical concepts on the measurement of weight, the insight data collected from the focus group revealed the following: (1) in terms of concepts, most of the focus group students could name the instruments used to measure weight; 87.5% of the students provided complete and correct answers, and 12.5% provided partially correct answers. All eight students knew which instrument should be used to measure the weight of the objects that need to be measured and knew how to use these instruments; most of the students partially chose the right instruments and partially described the correct functionalities. All eight students could identify the right units used to measure weight for objects that need to be measured and most students provided correct and complete answers; (2) regarding operations, all eight students could measure the weight of standard objects; most students provided partially correct answers and most students could measure non-standard weight, 87.5% provided correct and complete answers and 12.5% provided partially correct answers. Most students could guess the weight of standard objects; 75% of them provided correct and complete answers, and the other 25% provided partially correct answers. Most students guess the weight of non-standard objects that need to be measured; 75% provided correct and complete answers, and 25% provided partially correct answers. All eight students could tell units of weight and most provided correct and complete answers; (3) in terms of the relations aspect; most students could understand the relationship of the instruments used to measure non-standard objects; 87.5% provided complete and correct answers and 12.5% provided partially correct answers. Most of the students could identify the relationship between instruments used to measure weight and the standard objects that need to be measured; 62.5% provided complete and correct answers and 37.5% provided partially correct answers. Most could tell the relations of the standard units of measurement for weight; 87.5% of students provided partially correct answers and 12.5% provided a complete and correct answer.

Keyword : APOS Theory, Mathematical Conceptual Understanding, Measurements of Length and Weight

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้โดยความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ ดร. ขวัญ เพี้ยซ้าย ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสถาและ ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์เอนก จันทรวงูญ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนในการตรวจสอบแก้ไขอย่างละเอียด จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์ ประธานกรรมการบริหารหลักสูตร และขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่ให้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์ศึกษาแก่ผู้วิจัย และขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ นิสิตปริญญาโท และนิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาคณิตศาสตร์ทุกคนคอยให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค อาจารย์ ดร. ญานิน กองทิพย์ อาจารย์ ดร. อุไรวรรณ ชินพงษ์ ศน. อรวรรณ สวัสดิ์ และคุณครูมาเรียมี่ บุญอ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงศ์รัศมี เฟื่องฟู และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิศุทธวรรณ ศรีภิรมย์ สิรินิลกุล ที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบปากเปล่า และให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการทำ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลระนอง คณะครูที่คอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลระนองทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยเป็นอย่างดี

ขอบคุณนายพชร เรือนแก้ว นางสาวจิราธร สุทธิพงศ์สกุล และนายคมน์ กลั่นมัน ที่คอยให้คำปรึกษาและช่วยเหลือ อีกทั้งยังเป็นกำลังใจในยามท้อ ให้มีแรงใจและแรงกายในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อวิกรม คุณแม่มยุรี และครอบครัวประชุมกาเยาะมาต ทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในการศึกษาต่อ รวมทั้งในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดีเยี่ยมตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำวิจัย

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นอนุสรณ์ตอบแทนพระคุณบิดา มารดา และครูบาอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้ คำแนะนำ และความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัย จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ .....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง .....	1
คำถามการวิจัย.....	6
ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	7
ความสำคัญของการวิจัย .....	7
ขอบเขตของการวิจัย .....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
1. ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	13
1.1 ความหมายของมโนทัศน์ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจเชิง ทางคณิตศาสตร์.....	13
1.2 ความสำคัญของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ .....	19
1.3 องค์ประกอบของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ .....	25

1.4 แนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	28
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี APOS .....	32
2.1 แนวคิดเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี APOS.....	33
2.2 คำอธิบายถึงโครงสร้างและกลไกทางความคิด.....	36
2.3 ภาพรวมโครงสร้างและกลไกของทฤษฎี APOS.....	51
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ที่ใช้ทฤษฎี APOS .....	57
3.1 งานวิจัยในประเทศ.....	57
3.2 งานวิจัยในต่างประเทศ.....	60
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	65
ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย .....	79
ระยะที่ 1 ระยะกำหนดกรอบการวิจัย.....	80
ระยะที่ 2 ระยะคំหนดนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย.....	110
ระยะที่ 3 ระยะเก็บข้อมูลเชิงลึกกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย.....	111
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	112
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	112
แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล.....	116
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	126
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง .....	127
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและ การชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย เพื่อศึกษา ธรรมชาติของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและ การชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบทฤษฎี APOS.....	133

ตอนที่ 3 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ.....	135
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	432
สรุปผลและอภิปรายผล .....	433
1. การวิเคราะห์สาระการวัด การสร้างงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และ ทฤษฎี APOS .....	433
2. ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ .....	438
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	456
ข้อเสนอแนะสำหรับนักพัฒนาหลักสูตร.....	456
ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน.....	456
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป .....	457
บรรณานุกรม .....	458
ภาคผนวก.....	466
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	467
ภาคผนวก ข งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง.....	469
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูล .....	502
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว .....	516
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง.....	541
ประวัติผู้เขียน.....	553



## สารบัญตาราง

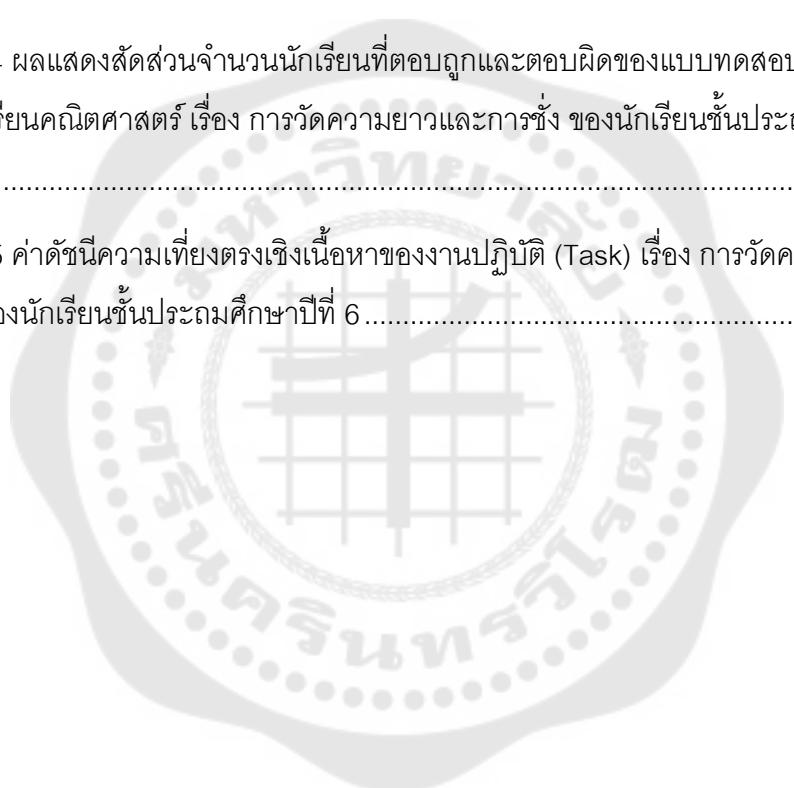
หน้า

ตาราง 1	เค้าโครงความคิดรวบยอด สาระหลักและองค์ประกอบที่ร่วมกันอธิบายความเข้าใจ เชิงมโนทัศน์ และความเข้าใจตามแนวคิดของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์.....	26
ตาราง 2	พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของการกระทำ (Action) .....	40
ตาราง 3	พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของกระบวนการ (Process) .....	43
ตาราง 4	พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของสิ่งที่เรียนรู้ (Object) .....	46
ตาราง 5	พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของแผนภาพทางปัญญา (Schema) .....	50
ตาราง 6	จำนวนนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	67
ตาราง 7	วิธีการและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย .....	70
ตาราง 8	การพิจารณาระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว (ความสูง และระยะทาง) และการชั่ง.....	83
ตาราง 9	เกณฑ์การประเมินความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS ของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง.....	89
ตาราง 10	การวิเคราะห์หัวข้อวัดชั้นปีและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง การวัดความยาวและการ ชั่ง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาด ของสิ่งที่ต้องการวัด .....	98
ตาราง 11	การวิเคราะห์หัวข้อวัดชั้นปีและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง การวัดความยาวและการ ชั่ง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้ .....	105

ตาราง 12 ตัวอย่างตารางสำหรับกรอกคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน (1 : 2 : 1) ..	117
ตาราง 13 ตัวอย่างตารางสำหรับกรอกคะแนนการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย .....	118
ตาราง 14 ตัวอย่างตารางสำหรับการกรอกคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และผลคะแนนจากการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย.....	120
ตาราง 15 การพิจารณาเพื่อคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อทำการสัมภาษณ์เชิงลึก .....	122
ตาราง 16 ตัวอย่างตารางสำหรับกรอกรายละเอียดของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย.....	124
ตาราง 17 ตัวอย่างตารางสำหรับกรอกรายละเอียดของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย .....	125
ตาราง 18 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน (1 : 2 : 1) .....	128
ตาราง 19 คะแนนร้อยละจากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย .....	130
ตาราง 20 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และคะแนนร้อยละของการปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย.....	136
ตาราง 21 จำนวนนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัยที่แบ่งตามกลุ่มระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง.....	140

ตาราง 22 นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 8 คน เพื่อทำการสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task -Based Interview) .....	141
ตาราง 23 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัดความยาว ของดอลลาร์ .....	143
ตาราง 24 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของริงกิต .....	159
ตาราง 25 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของวอน .....	175
ตาราง 26 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเรียล .....	191
ตาราง 27 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของยูโร .....	207
ตาราง 28 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์ .....	223
ตาราง 29 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของรูปี .....	239
ตาราง 30 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเปโซ .....	255
ตาราง 31 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของดอลลาร์ .....	270
ตาราง 32 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของริงกิต .....	283
ตาราง 33 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของวอน .....	296
ตาราง 34 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของเรียล .....	309
ตาราง 35 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของยูโร .....	322
ตาราง 36 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของปอนด์ .....	335
ตาราง 37 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของรูปี .....	348
ตาราง 38 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของเปโซ .....	361
ตาราง 39 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แบบแบ่งกลุ่มระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ .....	373
ตาราง 40 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แบบแบ่งกลุ่มระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ .....	405

ตาราง 41 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	503
ตาราง 42 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	506
ตาราง 43 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 .....	508
ตาราง 44 ผลแสดงสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกและตอบผิดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 .....	510
ตาราง 45 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและ การชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	513



## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	11
ภาพประกอบ 2 องค์ประกอบของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ .....	27
ภาพประกอบ 3 แนวคิดเรื่องจำนวนคู่และจำนวนคี่ของนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ .....	30
ภาพประกอบ 4 แนวคิดเรื่องจำนวนเฉพาะและจำนวนประกอบ ของนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์.....	30
ภาพประกอบ 5 แนวคิดเรื่องเรขาคณิตพื้นฐาน ของนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์.....	31
ภาพประกอบ 6 โครงสร้างความคิด(แผนภาพทางปัญญา) และการสร้างความหมาย.....	36
ภาพประกอบ 7 กลไกและโครงสร้างทางความคิดที่ใช้ในการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ .....	37
ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	79
ภาพประกอบ 9 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวของดอลลาร์ ข้อ A1- A4 .....	517
ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของดอลลาร์ ข้อ A1- A4.....	518
ภาพประกอบ 11 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของยูโร ข้อ A5–A8... ..	519
ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของยูโร ข้อ A5 .....	520
ภาพประกอบ 13 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเปโซ ข้อ A9– A11 .....	521
ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเปโซ ข้อ A9– A11 .....	522
ภาพประกอบ 15 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของริงกิต ข้อ A1- A4 .....	523

ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของริงกิต ข้อ A1- A4.....	524
ภาพประกอบ 17 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์ ข้อ P1- P4 .....	525
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์ ข้อ P1- P4 .....	526
ภาพประกอบ 19 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์ ข้อ S1 .....	527
ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์ ข้อ S1.....	528
ภาพประกอบ 21 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของรูปี ข้อ O2.....	529
ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของรูปี ข้อ O2 .....	530
ภาพประกอบ 23 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของรูปี ข้อ O4.....	531
ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของรูปี ข้อ O4 .....	532
ภาพประกอบ 25 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรียล ข้อ A12 .....	533
ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรียล ข้อ A12 .....	534
ภาพประกอบ 27 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรียล ข้อ P5 .....	535
ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรียล ข้อ P5.....	536
ภาพประกอบ 29 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรียล ข้อ O3.....	537
ภาพประกอบ 30 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรียล ข้อ O3 .....	538
ภาพประกอบ 31 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรียล ข้อ S1 .....	539

ภาพประกอบ 32 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของยูโร ข้อ A1- A4 .....	542
ภาพประกอบ 33 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของยูโร ข้อ A1- A4...	543
ภาพประกอบ 34 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของดอลลาร์ ข้อ A5– A8.....	544
ภาพประกอบ 35 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของดอลลาร์ ข้อ A5– A8.....	545
ภาพประกอบ 36 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของดอลลาร์ ข้อ A5– A8 .....	546
ภาพประกอบ 37 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของริงกิต ข้อ O2.....	547
ภาพประกอบ 38 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของริงกิต ข้อ O2 .....	548
ภาพประกอบ 39 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของรูปี ข้อ A9 .....	549
ภาพประกอบ 40 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของรูปี ข้อ A9.....	550
ภาพประกอบ 41 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของเรียล ข้อ P1– P3 .....	551
ภาพประกอบ 42 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของเรียล ข้อ P1– P3.	552



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

คำกล่าวที่ยอมรับในกลุ่มนักการศึกษาหรือครูผู้สอนคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนจะต้องเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ จึงเกิดคำถามที่ว่าความเข้าใจคืออะไร ครูจะสอนคณิตศาสตร์และพัฒนาให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้อย่างไร ครูจะรู้ได้อย่างไรว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่เข้าใจ ในสิ่งที่ครูสอน นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจมีพฤติกรรมเป็นอย่างไร หรือมีอะไรเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้เกิดความเข้าใจ คำถามเหล่านี้ได้รับความสนใจในกลุ่มของนักวิชาการด้านคณิตศาสตร์ศึกษา นักพัฒนาหลักสูตร หรือครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ทำให้เกิดเป็นกระแสไปกระตุ้นให้มีการเสนอหลักการและแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับชาติ ระดับท้องถิ่น และระดับสถานศึกษาที่สามารถจะนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง ประเด็นดังกล่าวนี้เป็นงานให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องย้อนกลับไปคิดทบทวนและหาคำตอบกันอย่างจริงจัง เริ่มตั้งแต่การจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วย แต่ละสาระการเรียนรู้ ต้องการให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างไร มีความเข้าใจอยู่ระดับใด ผู้สอนต้องอธิบายและขยายความคุณลักษณะดังกล่าว และผู้เรียนต้องมีการแสดงออกอย่างไร จึงจะสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจคณิตศาสตร์ประเภทนั้นได้ นักคณิตศาสตร์และนักการศึกษาได้พยายามคิดค้นหาคำตอบช่วยครูผู้สอนเพื่อให้เกิดความชัดเจนและนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง ดังนั้นในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาช่วงหนึ่งได้มีการศึกษาหรือทำวิจัยเกี่ยวกับตัวแบบ (Model) หรือทฤษฎีตัวแบบที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์หรือศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างประเภทหรือองค์ประกอบเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (วินัย ดำสุวรรณ, 2558, น.21-34 ; & Sierpiska, 1990)

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นหัวข้อหนึ่งที่นักการศึกษาให้ความสนใจและมีการทำวิจัยกันอย่างแพร่หลายเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ก่อนปี ค.ศ.1978 นักศึกษามักพูดถึงความรู้คู่กับความเข้าใจ และไม่ได้แยกอธิบายให้ชัดเจนว่าความรู้คู่กับความเข้าใจต่างกันอย่างไร เช่น โพลยา (Polya, 1962) เห็นว่าความเข้าใจเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหา เขาอธิบายว่า ความพยายามที่จะทำความเข้าใจเรื่องหนึ่งเรื่องใด ต้องแยกความจริงออกมาให้ชัดเจนโดยการตรวจสอบกับความจริงอื่นที่สัมพันธ์กัน ความจริงที่ค้นพบใหม่จะถูกเชื่อมโยงกับสิ่งที่คล้ายกันในลักษณะการอุปมาอุปไมย (Analogy) ก่อนที่จะนำไปสรุปอ้างอิง (Generalization) ต่อมาสเคมป์ (Skemp) ซึ่งเป็นผู้บุกเบิกในการแยก



อธิบายความรู้กับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกจากกัน สเคมพ์จำแนกความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในเชิงการใช้เป็นเครื่องมือ (Instrumental Understanding) เป็นการแสดงการใช้กฎทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้ง่ายต่อการจำ และใช้เป็นเครื่องมือในการหาคำตอบอย่างรวดเร็ว และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อีกแบบหนึ่ง คือ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในเชิงของความสัมพันธ์ (Relational Understanding) เป็นการรู้ว่าทำอะไร และทำไมจึงทำอย่างนั้น เป็นความเข้าใจที่เปรียบเสมือนเส้นทางถ่ายโยงความรู้ ทำหน้าที่ในการ คัดกรองความรู้จากความจำของผู้เรียน ทำให้มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น (Skemp, 1976, pp.20-26) ส่วนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์หลังปี ค.ศ.1978 ถือว่าเป็นศึกษาต่อเนื่องจากของ สเคมพ์ ซึ่งจากที่สเคมพ์ได้แบ่งความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นสองประเภทดังกล่าว การศึกษาต่อมาได้มีการแบ่งความเข้าใจคณิตศาสตร์อีกหลายประเภท เช่น ความเข้าใจเชิงกระบวนการและความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (Procedural and Conceptual Understanding) หรือความเข้าใจเชิงรูปธรรมและความเข้าใจเชิงสัญลักษณ์ (Concrete and Symbolic Understanding) เป็นต้น สำหรับในช่วงหลังปี ค.ศ.1978 แม้ว่าจะแยกความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกจากความรู้ แต่การให้ความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียวโดยไม่คำนึงถึงประเด็นด้านความรู้ อาจยังไม่เป็นที่น่าพอใจมากนัก ทั้งที่มีผู้ที่เสนอทัศนะในประเด็นดังกล่าวไว้ก่อนหน้านี้ (วินัย คำสุวรรณ, 2558, น.12)

ปัจจุบันในชั้นเรียนคณิตศาสตร์มักพบปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่เสมอ การจะรู้ว่านักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์หรือไม่นั้นเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก เนื่องจากความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของแต่ละบุคคล ที่สร้างขึ้นจากความคิดหรือประสบการณ์ใหม่ที่เชื่อมโยงกับโครงสร้างของความรู้ที่มีอยู่เดิม (Prior Knowledge) หรือเกิดจากการปรับเปลี่ยนระบบโครงสร้างที่เกี่ยวกับความรู้ ประกอบกับวิชาคณิตศาสตร์มักจะเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Sierpinska, 1990) สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000, p.20) ได้เสนอหลักการและมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ในโรงเรียน (Principles and Standard for School Mathematics) ซึ่งหนึ่งในหกหลักการการเรียนรู้ที่น่าเสนอไว้ กล่าวว่า นักเรียนต้องเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ เสริมสร้างความรู้ใหม่จากความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองมีอยู่ก่อนหน้าอย่างกระตือรือร้น นอกจากนี้สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกายังกล่าวอีกว่า นักเรียนที่เรียนโดยการท่องจำสูตร กฎ ทฤษฎีบท หรือกระบวนการต่าง ๆ โดยปราศจากความเข้าใจนั้นมักจะไม่สามารถนำความรู้มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ ทำนองเดียวกับ

อัมพร ม้าคนอง (2546, น.8-9) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ครูต้องมีทักษะในการตั้งคำถามที่ให้นักเรียนเกิดความสงสัยจนเกิดเป็นประเด็นนำไปสู่การอภิปรายที่มาจากแนวคิดที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นความเข้าใจที่ถูกต้อง และจากการศึกษาของอัมพร ม้าคนอง (2547, น.27) พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การเรียนคณิตศาสตร์โดยการจำข้อเท็จจริง หรือขั้นตอนวิธีการโดยปราศจากความเข้าใจจะเป็นอุปสรรคสำคัญในการนำความรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ถือเป็นจุดเริ่มต้นที่มองข้ามไม่ได้สำหรับครูทุกคนที่ต้องช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้ที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เนื่องจากเยาวชนเหล่านี้จะเป็นผู้กำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศในอนาคต การพัฒนาคุณภาพด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์จำเป็นต้องให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงต้องให้ความสำคัญกับมโนทัศน์พื้นฐาน โดยก่อนที่ผู้สอนจะสร้างมโนทัศน์ใหม่ให้กับผู้เรียนนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่ามโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐานของมโนทัศน์ใหม่นั้นคืออะไร เพียงพอสำหรับการต่อยอดมโนทัศน์ใหม่หรือไม่ สำหรับประเด็นนี้ทางรณชัย ปานะโปย (2559, มีนาคม-เมษายน, น.19 - 24) ได้กล่าวในทำนองเดียวกันว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาหรือใช้งาน ครูที่มีความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องและรู้ที่มาของมโนทัศน์จะสามารถจัดการเรียนรู้เพื่อสื่อสารสื่อความหมายให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

ปี ค.ศ. 2001 คิลแพทริก และคณะ (Kilpatrick และคนอื่น ๆ, 2001, pp. 116 - 120) นำเสนอเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในหนังสือ Adding it up ซึ่งจัดทำโดยสภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา โดยคิลแพทริก และคณะกล่าวว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เป็นหนึ่งในห้าของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematically Proficient) และเป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อันดับแรกๆ ที่ผู้เรียนคณิตศาสตร์ควรมี และครูผู้สอนควรเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวนี้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนทุกคนในชั้นเรียน และฟัตคูเราะห์มาน (Fatqurhohman, 2016, p.188) กล่าวว่า การที่ผู้เรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะช่วยลดความผิดพลาดในการทำโจทย์คณิตศาสตร์ของผู้เรียนเอง ส่วนสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, p.20) กล่าวว่า การที่ผู้เรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนมองเห็นการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์และกระบวนการ

ซึ่งจะนำไปสู่การให้เหตุผลหรือการอธิบายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน สำหรับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ ประกอบด้วยความเข้าใจหลัก 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความเข้าใจด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ 2) ความเข้าใจด้านการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และ 3) ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ (Kilpatrick และคนอื่น ๆ, 2001, p.116)

ปัจจุบันมีทฤษฎีที่ใช้ในการประเมิน และอธิบายพัฒนาการเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในแง่ของการเรียนการสอนมีหลายทฤษฎีด้วยกัน ทฤษฎีหนึ่งที่นักวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษานำมาใช้ คือ ทฤษฎี APOS ซึ่งเสนอโดยดูบินสกี (Dubinsky, 1991) มีเป้าหมายเพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการประเมิน และอธิบายพัฒนาการเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร แนวคิดเริ่มต้นของทฤษฎี APOS ซึ่งเป็นผลมาจากการสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน (Reflective Abstraction) ของเพียเจต์ โดยทฤษฎี APOS ได้แบ่งระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับการกระทำ (Action) 2) ระดับกระบวนการ (Process) 3) ระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Object) และ 4) ระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema) ซึ่งรายละเอียดในแต่ละระดับเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดูบินสกีได้อธิบายดังนี้ 1) ระดับการกระทำ เป็นระดับที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอกของตัวผู้เรียนเอง ผู้เรียนระดับนี้สามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขหรือคำสั่งตามที่กำหนดให้ได้ 2) ระดับกระบวนการ เป็นการพัฒนาความเข้าใจระดับการจัดกระทำ โดยผ่านกระบวนการที่เกิดขึ้นภายใน (Interiorization) ของผู้เรียน โดยระดับนี้ผู้เรียนสามารถสร้างภาพในใจที่เกิดจากการคิด อีกทั้งยังสะท้อนกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นโดยไม่จำเป็นต้องแสดงผ่านการกระทำในแต่ละขั้นตอน 3) ระดับสิ่งที่เรียนรู้ เป็นความเข้าใจที่เกิดจากระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการ ที่เกี่ยวข้องกันถูกนำมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสมผู้เรียนระดับนี้ตระหนักเกี่ยวกับกระบวนการต่าง ๆ ในแบบองค์รวม และ 4) ระดับแผนภาพทางปัญญา เป็นความสามารถสำหรับการเลือกเชื่อมโยงระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับการกระทำ ระดับกระบวนการ และระดับสิ่งที่เรียนรู้ รวมถึงจากโครงสร้างการเชื่อมโยงทางปัญญาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการสร้างความเข้าใจในระดับกระบวนการใหม่หรือความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ในระดับที่สูงขึ้น (ศราวูฒิ จำวัน, 2558, & Dubinsky, 1991)

การวัด (Measurement) เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งในคณิตศาสตร์ ซึ่งสาระดังกล่าวในโรงเรียนหรือในชีวิตประจำวันมีความสำคัญมาก เนื่องจากการวัดเกี่ยวข้องและมีบทบาทอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เรา (National Measurement Office, 2017) เช่น เมื่อเรา

ต้องการทราบว่าวันนี้น้ำหนักเราเพิ่มขึ้นเท่าไร เราก็ต้องวัดน้ำหนักตัวเอง หรือเราต้องการเดินทางไปไหน เราต้องทราบว่าสถานที่แห่งนั้น อยู่ใกล้หรือไกลจากเราเพียงใด เพื่อจะได้กะเวลาที่ใช้ในการเดินทางให้เหมาะสม หรือในแต่ละวันเราควรดื่มน้ำปริมาณเท่าไรจึงจะเหมาะสมกับน้ำหนักของตนเอง สิ่งต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ล้วนเกี่ยวข้องกับกรวัดที่อยู่ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ทั้งสิ้น และ เมื่อพิจารณาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ สารระการวัดจะพบว่าประกอบด้วย การวัดความยาวและระยะทาง การวัดพื้นที่ การชั่ง การวัดปริมาตรและความจุ มาตราส่วน ทิศ และแผนผัง รวมทั้งการคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด โดยเน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเรื่องการวัด และนำความรู้เรื่องการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ (รุ่งทิวา แยมรุ่ง, 2554) ส่วนในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา เรื่องการวัดเป็นเนื้อหาหนึ่งที่มีความสำคัญและถือเป็นเนื้อหาหลัก โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเมื่อผ่านการเรียนรู้เรื่องการวัด แล้วผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้ และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.8 - 10) ส่วนสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NTCM, 2000, p.40) กล่าวว่า ในสารระการวัดนั้นประกอบไปด้วยเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ หลายเนื้อหา ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและประยุกต์ระหว่างเนื้อหาเรื่องการวัดกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ จากที่กล่าวมาข้างต้นอย่างไร ก็ตาม เมื่อพิจารณาคะแนนผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET (Ordinary National Education Testing) ซึ่งทำการทดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ โดยในส่วนของวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยในสารระการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นเท่ากับ 62.40 สารระพีชคณิตได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 40.83 สารระจำนวนและการดำเนินการได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 33.47 สารระการวัดได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.15 และสารระเรขาคณิตได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.92 จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของสารระการวัดเมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยสารระอื่น ๆ คะแนนเฉลี่ยของสารระการวัดจะต่ำกว่าสารระอื่น ๆ ยกเว้นสารระการวัดที่สูงกว่าสารระเรขาคณิต (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2562)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ในบริบทของนักเรียนไทย โดยการศึกษาจะอยู่ในกรอบของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และผลการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของผู้เรียนตามกรอบทฤษฎี APOS และทราบลักษณะความเข้าใจเชิงมโนทัศน์

ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ สำหรับ ผลการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูล ให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อจะได้กำหนด แนวทางและวางแผนการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการวัดให้เหมาะสมสอดคล้อง กับความสามารถของนักเรียนต่อไป

### คำถามการวิจัย

1.ธรรมชาติของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบทฤษฎี APOS เป็นอย่างไร

1.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS อยู่ในระดับใด

1.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ที่แตกต่างกัน มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

1.3 ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบทฤษฎี APOS ในแต่ละระดับมีลักษณะอย่างไร

2. ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ เป็นอย่างไร

2.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว แตกต่างกัน จะมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ด้านเนื้อหา แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

2.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว แตกต่างกัน จะมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ด้านการดำเนินการ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

2.3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว แตกต่างกัน จะมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ด้านความสัมพันธ์ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร



3. ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ เป็นอย่างไร

3.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง แตกต่างกัน จะมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

3.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง แตกต่างกัน จะมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านการดำเนินการ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

3.3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง แตกต่างกัน จะมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านความสัมพันธ์ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

#### **ความมุ่งหมายของการวิจัย**

เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

#### **ความสำคัญของการวิจัย**

จากการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสำคัญตามประเด็นต่อไปนี้

1. เป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการกำหนดมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการวัด ของนักเรียนระดับประถมศึกษา
2. เป็นข้อมูลสำหรับครูผู้สอนในการตัดสินใจหาวิธีการสอนที่เหมาะสมที่ส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดของนักเรียนระดับประถมศึกษา และเป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบตำราเรียน
3. เป็นแนวทางสำหรับนักวิจัยที่สนใจในการทำวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ
4. เป็นกรอบในการประเมินและพัฒนาเครื่องมือวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

### ขอบเขตของการวิจัย

**นักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย** คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดระนอง จำนวน 40 คน คัดเลือกนักเรียน โดยทำการเลือกแบบจำเพาะเจาะจงอย่างมีจุดมุ่งหมาย โดยผ่านการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็นเนื้อหาการวัดความยาว 15 ข้อ และการชั่ง 15 ข้อ เพื่อคัดเลือกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน โดยจัดเรียงคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และนักเรียนทั้ง 40 คน เป็นนักเรียนที่ให้ทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง เพื่อศึกษาระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS

**นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย** คือ นักเรียนที่คัดเลือกมาจากนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย จำนวน 40 คน จากนักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน รวม 8 คน โดยเลือกจากกลุ่มนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และนักเรียนที่ทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS เป็นกลุ่มนักเรียนที่ใช้เพื่อศึกษาเจาะลึกความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ที่ใช้ความรู้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 และเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยคาดว่าน่าจะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เมื่อพิจารณาจากการเขียนตอบในงานปฏิบัติ และต้องเป็นตัวแทนนักเรียนที่สามารถสื่อสารได้ เพื่อทำการสัมภาษณ์เป็นรายกรณี

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับการวัดความยาวและการชั่ง ซึ่งพิจารณาจากความเข้าใจ 3 ด้าน ดังต่อไปนี้ 1) ความเข้าใจด้านเนื้อหา เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง 2) ความเข้าใจด้านการดำเนินการ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และ 3) ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ซึ่งแต่ละด้านมีรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ความเข้าใจด้านเนื้อหา เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มีรายละเอียดดังนี้

ความเข้าใจด้านเนื้อหา เรื่อง การวัดความยาว หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวและบอกการใช้งานได้ถูกต้อง รู้หลักการ

ในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน

ความเข้าใจด้านเนื้อหา เรื่อง การชั่ง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบอกชื่อเครื่องชั่งและบอกการใช้งานได้ถูกต้อง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน

1.2 ความเข้าใจด้านการดำเนินการ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มีรายละเอียดดังนี้

ความเข้าใจด้านการดำเนินการ เรื่อง การวัดความยาว หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการวัดความยาวของสิ่งที่จะวัด เปรียบเทียบความยาว คาดคะเนความยาวของสิ่งของที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานพร้อมกับดำเนินการวัดจริงได้ และสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งของที่จะวัดได้

ความเข้าใจด้านการดำเนินการ เรื่อง การชั่ง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง เปรียบเทียบน้ำหนัก และคาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานพร้อมกับดำเนินการชั่งจริงได้

1.3 ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มีรายละเอียดดังนี้

ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ เรื่อง การวัดความยาว หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม บอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้อง (ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน)

ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ เรื่อง การชั่ง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม บอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักได้ (ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน)

**2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง** หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาความสามารถในการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ที่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

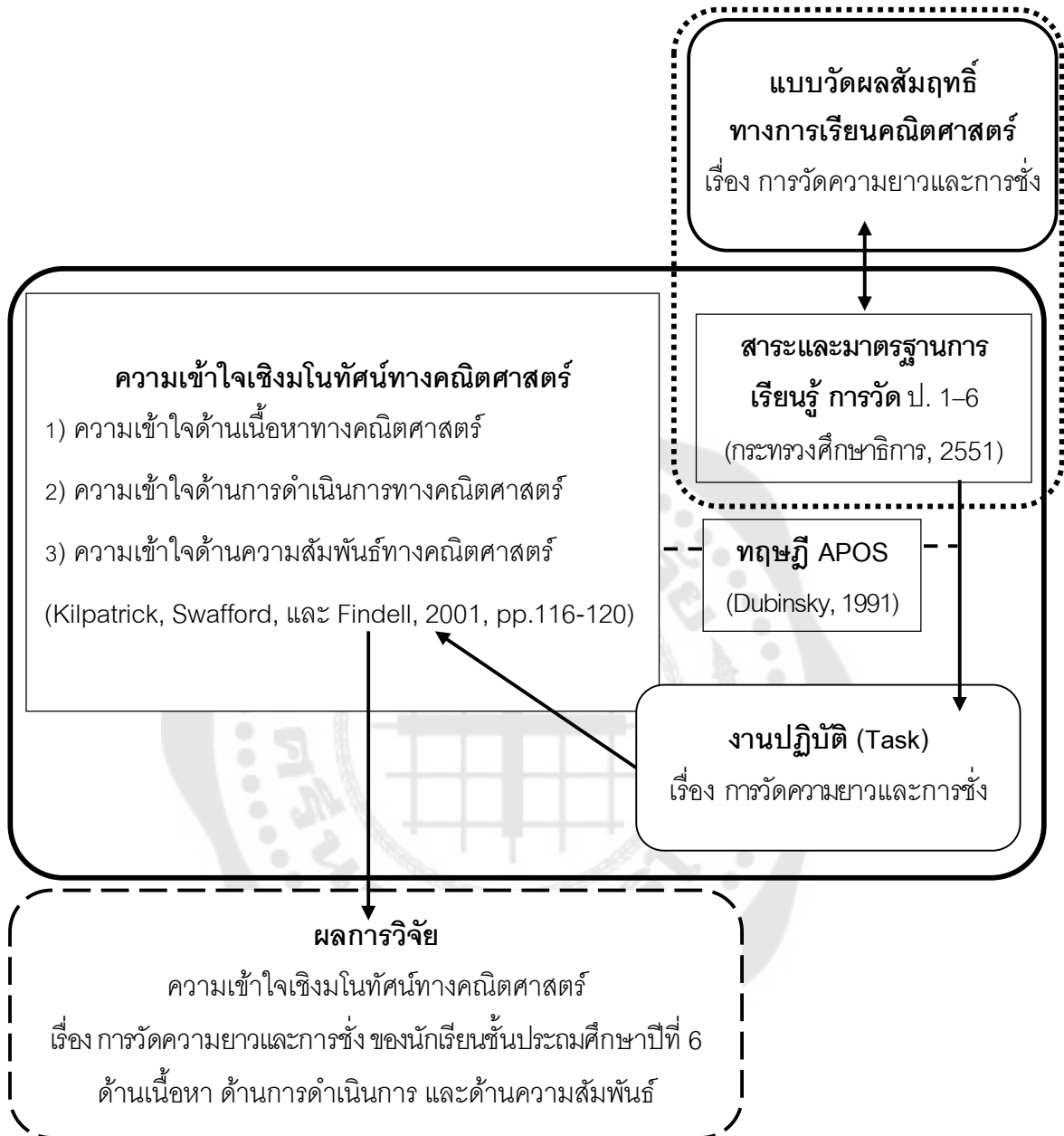


ที่มีเนื้อหาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 30 ข้อ แบ่งออกเป็นเนื้อหาการวัดความยาว จำนวน 15 ข้อ และเนื้อหาการชั่ง จำนวน 15 ข้อ ที่ผู้วิจัยใช้ประกอบเพื่อคัดแยกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน โดยนำคะแนน จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มาจัดเรียงตามลำดับคะแนน โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่ม

**3. งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง** หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการวิจัยนี้ งานปฏิบัติเป็นคำถามเกี่ยวกับการวัดความยาว และการชั่ง จำนวน 46 ข้อ ที่ผู้วิจัยใช้ประกอบการเก็บข้อมูลเชิงลึก ในงานปฏิบัติแต่ละข้อผู้วิจัย สร้างข้อคำถามตามกรอบทฤษฎี APOS เป็นกรอบในการประเมินระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ การกระทำ (Action) กระบวนการ (Process) สิ่งที่เรียนรู้ (Object) และแผนภาพทางปัญญา (Schema)

#### กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิด ของคิลแพทริก และคณะ (Kilpatrick และคนอื่น ๆ, 2001, pp.116-120) เพื่อนำมา เป็น กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 1) ความเข้าใจด้านเนื้อหา เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง 2) ความเข้าใจด้านการดำเนินการ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และ 3) ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะดำเนินการสร้างงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัด ความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS เสนอโดยดูบินสกี (Dubinsky, 1991) และเก็บ ข้อมูลเชิงลึกใช้การสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview) เพื่อศึกษาความเข้าใจ เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการตั้ง  
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นต่าง ๆ  
ดังนี้

#### 1. ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของมโนทัศน์ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจ  
เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1.2 ความสำคัญของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1.3 องค์ประกอบของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจเชิงมโนทัศน์  
ทางคณิตศาสตร์

1.4 แนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

#### 2. ทฤษฎี APOS

2.1 แนวคิดเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี APOS

2.2 คำอธิบายถึงโครงสร้างและกลไกทางความคิด

2.3 ภาพรวมโครงสร้างและกลไกของทฤษฎี APOS

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทั่วไปเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง  
คณิตศาสตร์ที่ใช้ทฤษฎี APOS

3.1 งานวิจัยในประเทศ

3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## 1. ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

### 1.1 ความหมายของมโนทัศน์ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

คำว่า “มโนทัศน์” ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Concept นักการศึกษาได้ใช้คำที่แตกต่างกัน เช่น สังกัป มโนคติ มโนภาพ ความคิดรวบยอด ซึ่งนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านทั้งในและต่างประเทศได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้หลายประเด็น ดังนี้

มโนทัศน์ ประกอบด้วยคำว่า “มโน” แปลว่า ใจ และ “ทัศน์” ซึ่งมาจากทัศนะ แปลว่า ความเห็น, การเห็น, สิ่งที่เห็น จึงหมายถึงภาพหรือสิ่งที่เห็นในใจ ซึ่งเป็นตัวแทนของสรรพสิ่งแต่ละชนิด (ราชบัณฑิตยสถาน, 2554) นักวิชาการหลายท่านกล่าวว่า มโนทัศน์เป็นความคิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรม (Good, 1973, p.124 & Eggen & Kauchak, 1992, p.1368) เป็นความเข้าใจในคุณลักษณะต่าง ๆ เป็นภาพในความคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัวที่เปรียบเสมือนภาพตัวแทน หมวดยุทธ์ของวัตถุ สิ่งของ แนวคิด กลุ่มของเหตุการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่มีลักษณะบางประการหรือหลายประการร่วมกัน และสามารถบอกความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งนั้น ๆ (De Cecco, 1968, p.388 & Goodwin & Klausmeier, 1975, p.1246 & Medin, 1989 & Arends, 1994, p.1299)

เฮลมัท และคณะ (Hellmut, McBeath, และ Hébert, 1995, p.174) กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นความเข้าใจของบุคคลในการจัดหมวดหมู่หรือจัดประเภทของสิ่งที่คล้ายคลึงกัน เป็นตัวแทนของคำ สัญลักษณ์ หรือภาพ สอดคล้องกับ นักวิชาการหลายท่าน (Arends, 2009; Moore, 2001, p.106; Woolfolk, 2008) ที่กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นกลุ่มของความคิด บุคคล วัตถุ เงื่อนไข เหตุการณ์ หรือกระบวนการที่สามารถจัดเป็นหมวดหมู่ โดยใช้ลักษณะที่คล้ายคลึงกันหรือประสบการณ์ที่มีลักษณะคล้ายกันมาเป็นมาตรฐานในการจัดกลุ่ม

จะสังเกตเห็นได้ว่านักวิชาการหลายท่านจะพูดถึงมโนทัศน์ว่าเป็นความเข้าใจในคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น วัตถุ สิ่งของ สถานการณ์ หรือกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้เราสามารถจำแนกประเภทของสิ่งต่าง ๆ ออกจากกัน และสามารถที่จะจัดกลุ่มความสัมพันธ์ที่เป็นประเภทเดียวกันได้ เป็นความคิดหลายชั้นหลายระดับ ตั้งแต่เรื่องธรรมดาไปสู่ความคิดที่ยุ่ยากสลับซับซ้อน เช่น ถ้าพูดถึงนก คนก็จะคิดถึงมโนทัศน์ของนกในใจ ซึ่งเป็นตัวแทนของภาพนกทั้งหลาย ไม่เจาะจงว่าจะเป็นสีใด ขนาดใดหรือพันธุ์ใด มโนทัศน์ของสิ่งที่เป็นนามธรรมจะมีความชัดเจนน้อยกว่ามโนทัศน์ของสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น มโนทัศน์ของความดี อิศรภาพ ประชาธิปไตย จะอธิบายได้ยากกว่ามโนทัศน์ของสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น บ้าน นก รถ เพศ เป็นต้น

ชนาธิป พรกุล (2554, น.123-124) ได้วิเคราะห์ว่า การแบ่งประเภทของมโนทัศน์ ทำได้อย่างน้อย 3 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 แบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่

1. สิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สามารถรับรู้ได้โดยตรงทางประสาทสัมผัส ทั้ง 5 ได้แก่ การดู การเห็น การได้กลิ่น การลิ้มรส เช่น โต๊ะ ต้นไม้ แก้วน้ำ เป็นต้น
2. สิ่งที่เป็นนามธรรม (Abstract) รับรู้ด้วยความรู้สึก ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สิ่งแวดล้อม ประเพณี ค่านิยม ตลอดจนการเลี้ยงดู ในมโนทัศน์ เรื่องเดียวกันบุคคลอาจมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน เช่น ความงาม ความยุติธรรม อิศรภาพ เป็นต้น

ประเภทที่ 2 แบ่งเป็น 3 กลุ่มได้แก่

1. ลักษณะเชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน (Conjunctive Concept) เป็นมโนทัศน์ที่เรียนรู้ได้ง่าย เพราะมีลักษณะสำคัญชุดเดียวกัน
2. ลักษณะแยกออกจากกัน (Disjunctive Concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีความซับซ้อนเพียงเล็กน้อย ต้องเรียนรู้ลักษณะของมโนทัศน์อย่างน้อย 2 ชุด
3. ลักษณะเกี่ยวข้องกัน (Rational Concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีความซับซ้อนที่สุด ต้องเรียนรู้จากการเปรียบเทียบ หรือหาความสัมพันธ์ของ 2 สิ่ง หรือ 2 เหตุการณ์

ประเภทที่ 3 แบ่งเป็น 3 กลุ่มตามวิธีเรียนรู้มโนทัศน์ของ Bruner ได้แก่

1. เรียนรู้โดยการกระทำ (Enactive Concept)
2. เรียนรู้โดยการดูภาพ หรือสร้างภาพในใจ (Iconic Concept)
3. เรียนรู้จากสัญลักษณ์ (Symbolic Concept)

นอกจากนี้ มีนักวิชาการหลายท่าน (Travers, 1967, pp.137-138 & Ausubel, 1968, p.1520 & De Cecco, 1968, pp.1390-1392 & Arends, 1994, p.1298) ที่จำแนกประเภทของมโนทัศน์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน สรุปออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดจากการมีส่วนร่วมกันของสิ่งที่มีลักษณะเฉพาะ ตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไป เช่น ปากกาสีแดง กุหลาบสีขาว เด็กชายผมสีทอง หรือสิ่งที่เราพบเห็นโดยทั่วไปที่มีลักษณะร่วมกัน ได้แก่ รูปทรง ขนาด สี เป็นต้น มโนทัศน์ต่าง ๆ ที่เราค้นเคยในชีวิตประจำวัน มักจะเป็นมโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน
2. มโนทัศน์แยกลักษณะ หมายถึง มโนทัศน์ที่เป็นโอกาสให้ตัดสินใจเลือกเอาอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองร่วมกัน เช่น คำว่า “กา” อาจเป็นนก หรือกาต้มน้ำ หรือหมายถึง

เครื่องหมายกากบาท สัญลักษณ์ “O” อาจเป็นวงกลม ตัวพยัญชนะในภาษาอังกฤษ อาจเป็นจำนวนศูนย์ หรืออาจเป็นไข่ฟองหนึ่งก็ได้

3. มโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป เช่น การนำไม้ขีดไฟ ไปจุดไฟเผาขยะ หรือการเสียภาษีเงินได้สัมพันธ์กับระดับของรายได้

เฮย์ลอค และ ทังงาตา (Haylock และ Thangata, 2007, pp.27-28) กล่าวว่า ผู้เรียนจะต้องมีการจัดการเกี่ยวกับประสบการณ์ของตนเอง และมีกระบวนการแยกแยะประเภทของตัวอย่าง เพื่อพิจารณาสิ่งที่เรียนรู้ว่าคืออะไรและเขามีความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้นอย่างไร และสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์หนึ่งไประบุมโนทัศน์ใหม่ มโนทัศน์จะสามารถเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีการสร้างสิ่งที่เป็นนามธรรม (Abstraction) ซึ่งเป็นภาพที่มีอยู่ในความเข้าใจของแต่ละบุคคล โดยไม่ต้องยึดติดอยู่กับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมอีกต่อไป

จากความหมายของมโนทัศน์ตามที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดเกี่ยวกับเรื่องหนึ่งเรื่องใดที่เกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์ โดยสรุปเป็นความเข้าใจและสามารถบอกความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งนั้น ๆ

สำหรับความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ

ทอว์มาซีส (Toumasis, 1995, p.98) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งเร้า โดยนักเรียนสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้าที่มีความสัมพันธ์กัน และไม่สัมพันธ์กันได้

ค็อกเบิร์น และ ลิทเทอร์ (Cockburn และ Littler, 2010, pp.3-6) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดสำคัญในการทำความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ เกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ที่มีการนำมาประมวลเป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษา นักจิตวิทยา และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ มักจะใช้วลี "ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์" อย่างแพร่หลายในบทความด้านการศึกษาศาสตร์ แต่ครูในระดับประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษา อาจไม่เข้าใจความหมายหรือนิยามที่ว่านี้โดยสมบูรณ์ คำว่า ความเข้าใจ (Understanding) ใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการคณิตศาสตร์ศึกษา นักวิชาการมักจะพูดถึงความรู้ควบคู่กับความเข้าใจ และไม่แยกอธิบายว่าความรู้กับความเข้าใจต่างกันอย่างไร



โดย สเคมป์ (Skemp) เป็นผู้บุกเบิกในการแยกอธิบายความรู้กับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ออกจากกัน โดยจำแนกความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ความเข้าใจแบบ เป็นเครื่องมือ (Instrumental Understanding) เป็นการแสดงการใช้กฎทางคณิตศาสตร์ โดยปราศจากเหตุผล เป็นความเข้าใจที่ทำให้ง่ายต่อการจำ และใช้เป็นเครื่องมือในการหาคำตอบ อย่างรวดเร็ว และความเข้าใจแบบเห็นความสัมพันธ์ (Relational Understanding) เป็นการรู้ว่า ทำอะไร และทำไมจึงทำอย่างนั้น เป็นความเข้าใจที่เปรียบเสมือนเส้นทางถ่ายโยงความรู้ ทำหน้าที่ ในการคัดกรองความรู้จากความจำของผู้เรียน ทำให้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพิ่มทวีขึ้น (Skemp, 1976, pp.20-26)

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เป็นความเข้าใจประเภทหนึ่งของความเข้าใจ ทางคณิตศาสตร์ (Byrnes, 1996, pp. 155-156 & Hiebert & Carpenter, 1992, p.1991) ซึ่งความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และ ความเข้าใจเชิงวิธีดำเนินการ นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ไว้ดังต่อไปนี้

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ความเข้าใจ เชิงมโนทัศน์และความเข้าใจเชิงวิธีดำเนินการ (Byrnes, 1996, pp.155-156 & Hiebert & Carpenter, 1992, p.1)

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และ ความเข้าใจเชิงวิธีดำเนินการ ไว้ดังต่อไปนี้

#### 1. ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Understanding)

อีแบร์ และ เลอแฟบวร์ (J. Hiebert และ Lefevre, 1986, pp.3-4) กล่าวว่า ความ เข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ซึ่งอุดมไปด้วยความเกี่ยวโยงสัมพันธ์ อาจนึก ถึงได้ว่าเป็นการเชื่อมโยงของข่ายใยความรู้ (Web of Knowledge) ที่เกี่ยวเนื่องกัน ทั้งข้อมูลที่เป็น ข้อเท็จจริง (Facts) และประพจน์ (Propositions) ที่เป็นปัจเจก และสามารถนำข้อมูลเหล่านั้น ในการแก้ปัญหารูปแบบต่าง ๆ ได้ สอดคล้องกับ รัสเซล (Russell, 2000) กล่าวว่า ความเข้าใจ เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การทำให้เข้าใจความหมายของความคิดรวบยอดทาง คณิตศาสตร์ และการใช้เหตุผลเกี่ยวกับความสัมพันธ์เกี่ยวโยงระหว่างความคิดรวบยอดต่าง ๆ นักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สามารถบอกได้ว่าทำไมค่าต่าง ๆ จึงสามารถ อธิบายโดยใช้ความสัมพันธ์เชิงส่วนย่อย-ส่วนรวมได้ และทำไมค่าต่าง ๆ มีค่าเท่ากันได้

คิลแพทริก และคณะ (Kilpatrick และคณะอื่น ๆ, 2001, pp.118-120) กล่าวถึงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ว่าเป็นการเข้าถึงแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการและเชิงความสัมพันธ์ นักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ไม่ได้รู้จักเพียงข้อเท็จจริงและวิธีการต่าง ๆ เท่านั้น แต่ยังเข้าใจว่าทำไมแนวคิดทางคณิตศาสตร์อันใดอันหนึ่งนั้นถึงสำคัญ และในบริบทใดที่แนวคิดนั้นเป็นประโยชน์ นักเรียนกลุ่มนี้จัดการความรู้ของตนเองให้เป็นองค์รวมได้สอดคล้องเชื่อมโยง ซึ่งการจัดการความรู้ที่วุ่นวายนี้ช่วยให้เขาเรียนรู้แนวคิดใหม่ต่าง ๆ ได้ โดยเชื่อมต่อกับแนวคิดใหม่นี้เข้ากับแนวคิดที่นักเรียนรู้และเข้าใจอยู่แล้ว นอกจากนี้ นักวิชาการหลายท่าน (Donovan และ Bransford, 2005, p.218 & Kilpatrick & Swafford & Findell, 2001, pp.2116-2120) กล่าวถึงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ว่าเป็นการกล่าวถึงแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการและเชิงความสัมพันธ์ ซึ่งประกอบด้วย ความเข้าใจ ความคิดรวบยอด การดำเนินการ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

สำนักงานการศึกษาแห่งรัฐนิวยอร์ก (The New York State Education Department [NYSED], 2017) กล่าวว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เป็นความสัมพันธ์ที่ถูกสร้างขึ้นจากภายในและเชื่อมโยงแนวความคิดที่มีอยู่แล้วเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมไปถึงความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเลขคณิต นักเรียนใช้ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เมื่อพวกเขาต้องการหาเอกลักษณ์ การประยุกต์ใช้หลักการต่าง ๆ ประยุกต์ใช้ความรู้และข้อเท็จจริง การใช้บทนิยามและเปรียบเทียบสิ่งตรงข้ามกับมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กัน ความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจจากฐานในการจดจำหรือสร้างข้อเท็จจริงและวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปแก้ปัญหาใหม่ ๆ และปัญหาที่ไม่คุ้นเคย เพื่อเกิดองค์ความรู้ใหม่

แวน เดอ วาลล์ และคณะ (Van de Walle, Karp, และ Bay-William, 2010, p.24) กล่าวว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐาน สำคัญ ความคิดรวบยอด โครงสร้างของเนื้อหาคณิตศาสตร์หรือความหมายของสิ่งที่กำลังศึกษา เป็นสิ่งที่ได้มาจากการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและเป็นระบบ รวมทั้งเห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาเหล่านั้น จึงเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดระดับสูงและการคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อน การสอนให้นักเรียนเข้าใจและเกิดมโนทัศน์จะช่วยลดความผิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคนอง, 2546, น.3-4; 2557, น.15-16)

ริชาร์ด (Richard และ Page, 2016) กล่าวว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ คือการรู้มากกว่าเพียงข้อเท็จจริงและวิธีการที่ไม่สอดคล้อง ไม่เป็นองค์รวม นักเรียนที่ประสบความสำเร็จ



หรือมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์จะเข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และสามารถถ่ายโอนความรู้ของตนเข้าสู่สถานการณ์ใหม่ และประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในบริบทใหม่

อลิสรา ชมชื่น (2550, น.37) กล่าวว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการถ่ายถอดความรู้และความคิดออกมาเป็นข้อความหรือสัญลักษณ์ ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการยกตัวอย่าง สร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์ การคาดคะเน และการตรวจสอบการให้เหตุผลและการพิสูจน์ และการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ

จากความหมายของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือการเข้าถึงแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เชิงบูรณาการและเชิงความสัมพันธ์ เป็นความสามารถด้านการเข้าใจเนื้อหา เข้าใจการดำเนินการ และเข้าใจความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์จำเป็นจะต้องดึงความรู้ที่มีอยู่ก่อนหน้าออกมาใช้เพื่อสร้างความรู้ใหม่ และใช้ความรู้เพื่อแก้โจทย์ปัญหา ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย สามารถจัดการความรู้ของตนให้เป็นองค์รวมได้สอดคล้องเชื่อมโยง และประยุกต์ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ไปยังสถานการณ์ใหม่ ๆ โดยมีตัวบ่งชี้ที่สำคัญว่านักเรียนจะมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์จะสามารถแสดงแทนแนวคิดหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

## 2. ความเข้าใจเชิงวิธีดำเนินการ (Procedural Understanding)

นักวิชาการหลายท่าน (Hiebert & Carpenter, 1992 & Hasselbring & Moore, 1996) กล่าวว่า ความเข้าใจเชิงวิธีดำเนินการ หมายถึง ความสามารถในการใช้กฎ ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ หรือดำเนินการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เข้าใจในกระบวนการแต่ละกระบวนการซึ่งเป็นขั้นตอนของการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยที่นักเรียนไม่สามารถพิจารณาถึงความสอดคล้องหรือความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ เพื่อสร้างความเชื่อมโยงกระบวนการเหล่านั้น ความรู้ด้านการดำเนินการประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ความรู้เรื่องสัญลักษณ์ และความรู้เรื่องกฎเกณฑ์ในการทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น ขั้นตอนวิธี (Algorithms) นักเรียนสามารถแสดงความเข้าใจเชิงวิธีดำเนินการด้วยการเลือกใช้ การดำเนินการที่ถูกต้องเหมาะสม การพิสูจน์ความถูกต้องของการดำเนินการด้วยการใช้แบบรูป หรือวิธีการทางสัญลักษณ์ ปรับเปลี่ยนการดำเนินการให้เหมาะสมกับองค์ประกอบของปัญหา ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงการดำเนินการกับปัญหาที่กำหนด การใช้วิธีการที่ถูกต้อง การสื่อความหมายของวิธีการ และการให้เหตุผลอธิบายกระบวนการที่ใช้แก้ปัญหา

อลิสรา ชมชื่น (2550, น.38) กล่าวว่า ความเข้าใจเชิงวิธีดำเนินการ หมายถึง ความสามารถในการใช้กฎ ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้เรื่องวิธีการทางสัญลักษณ์และกฎเกณฑ์ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

จากความหมายของความเข้าใจเชิงวิธีดำเนินการดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ความเข้าใจเชิงวิธีดำเนินการ หมายถึง ความสามารถในการใช้กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม

## 1.2 ความสำคัญของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การทำความเข้าใจคือคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการบรรลุเป้าหมายทางการศึกษา และการเข้าใจคณิตศาสตร์เป็นจุดมุ่งหมายสากล หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในส่วนของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 50-77) สอดคล้องกับ สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, น.20-22) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมให้นักเรียน ได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จะมีความสามารถในการใช้ความรู้ได้อย่างคล่องแคล่ว และรู้จักประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ดังกล่าวยังเป็นองค์ประกอบสำคัญของความชำนาญของบุคคลด้วย สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาให้ข้อสังเกตว่า นักเรียนที่สามารถจำข้อเท็จจริงหรือจำการดำเนินการได้ แต่ปราศจากความเข้าใจเชิงมโนทัศน์นักเรียนคนนั้นมักจะขาดความมั่นใจ และความรู้จะไม่คงทน อัมพร ม้าคนอง (2547, น.29) พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และ ปุณยนุช กุลเพชร (2552, น.1) กล่าวว่าความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์นั้นปัจจัยหนึ่งขึ้นอยู่กับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนด้วย

นิคเกอร์สัน (Nickerson, 1985, p.215) สังเกตว่า แม้ว่าความคิดรวบยอดเรื่องความเข้าใจ คือ มโนทัศน์รากฐานสำหรับการศึกษา แต่เมื่อเราถามว่า “การเข้าใจนั้นเป็นอย่างไร” เราพบว่าคำถามฟังดูเรียบง่าย ให้เราหยิบยกขึ้นมาถามได้อย่างไม่สร้างความขัดแย้ง แต่กลับเป็น

คำถามที่กว้างจนหมายจะเอาอะไรก็ได้ แต่แค่ไม่ง่ายที่จะตอบ สอดคล้องกับ วินัย คำสุวรรณ (2558, น.1) ที่กล่าวว่า นักจิตวิทยา และนักการศึกษา ใช้คำว่าความเข้าใจอย่างคลุมเครือ เช่นเดียวกับครูที่มักจะถามนักเรียนด้วยความเคยชินว่า “นักเรียนแน่ใจใช่ไหมว่าเข้าใจเรื่องนี้” โดยที่บางครั้งผู้ถามเองก็ยังไม่เข้าใจความหมายที่แท้จริงของคำถามนั้น ทำนองเดียวกัน ผู้เรียนเองก็ไม่แน่ใจว่าตนเองเข้าใจหรือไม่เข้าใจ วิกทอสกี (Vygotsky, 1962, pp.110-111) ตั้งข้อสังเกตที่เป็นเชิงทฤษฎี ดังนี้ ในความนึกคิดของเด็ก ๆ มโนทัศน์ต่าง ๆ ไม่ได้มีอยู่โดยปราศจากความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันเหมือนอย่างเมล็ดถั่วในถุงใบหนึ่ง เพราะถ้าหากเป็นเช่นนั้นแล้ว ไม่ว่าจะเป็นการดำเนินการทางการคิดและใช้เหตุผลที่ต้องอาศัยการคิดสอดประสาน หรือการสร้าง ความเข้าใจต่อโลกก็จะมีทางเป็นไปได้เลย มโนทัศน์ที่ใช้ความเกี่ยวโยงกันเช่นนั้นไม่แม้แต่จะสามารถมีขึ้นได้ ลักษณะอันเป็นธรรมชาติของมโนทัศน์นี้ต้องมีก่อนระบบใด ๆ ทั้งสิ้น แถลงการณ์หลักสูตรแห่งชาติสำหรับนักเรียนระดับเตรียมอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ฉบับปรับปรุง (The Revised National Curriculum Statement Grade R-9) ให้ข้อสังเกตว่า “แนวคิดและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต่อยอดจากกันและกันเพื่อเกิดโครงสร้างอันเป็นเหตุเป็นผล” เช่นนั้นแล้วการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็ควรทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์อย่างลึกซึ้ง เพื่อเข้าใจคณิตศาสตร์ (Department of Education, 2002, p.5)

จุดเริ่มต้นที่ดีที่ทำให้เราเข้าใจนิยามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ คือกลับไปอ่านหลักการ การเรียนรู้ (Learning Principle) ในหนังสือ หลักการและมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ในโรงเรียน (Principles and Standard for School Mathematics) ของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NTCM, 2000, p.20) 1 ใน 6 หลักการการเรียนรู้ที่นำเสนอไว้ในหนังสือ กล่าวว่า นักเรียน ต้องเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ เสริมสร้างความรู้ใหม่จากความรู้และประสบการณ์ที่ตนเอง มีอยู่ก่อนหน้าอย่างกระตือรือร้น

ในหลายสิบปีที่ผ่านมาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเน้นความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural Knowledge) หรือที่เราเรียกกันตอนนี้ว่า ความคล่องแคล่วเชิงกระบวนการ (Procedural Fluency) มีการเรียนแบบท่องจำเป็นแบบแผนโดยใส่ใจที่จะเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ไม่มากเท่าที่ควร การเรียนแบบท่องจำไม่ได้ให้คำตอบในวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะเวลาที่นักเรียนไม่เข้าใจเลขคณิต หลายปีมานี้ความพยายามส่วนใหญ่มุ่งความสนใจไปยังสิ่งที่จำเป็นต่อนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ และสิ่งสำคัญต่อการสร้างสมรรถนะทางการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematically Proficient) ให้นักเรียน ซึ่งสภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Research) นำเสนอโดย คิลแพทริก และคณะ (Kilpatrick;

et al, 2001, p.116) ได้อธิบายรายละเอียดไว้ในหนังสือ Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics ถึง 5 องค์ประกอบ ซึ่งรวมถึง **ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์** ไปด้วย องค์ประกอบเหล่านี้เกี่ยวข้องกับเชื่อมโยงอย่างแยกออกจากกันไม่ได้ และได้รวมเอาแนวคิดที่สภาคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาแนะนำไว้ในหลักการการเรียนรู้ของสมาคม นักเรียนคนใดที่มีสมรรถนะทางด้านการคิดทางคณิตศาสตร์ได้ นักเรียนคนนั้นต้องมีองค์ประกอบดังนี้

1) ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ประกอบด้วย ความเข้าใจความคิดรวบยอด การดำเนินการ และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างคำถามที่ใช้วัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เช่น เมื่อกำหนด 123.45 มาให้ จงเปลี่ยนจำนวนที่อยู่ในหลักร้อยกับหลักสิบ จำนวนใหม่ที่นักเรียนได้คืออะไร

2) ความคล่องแคล่วเชิงกระบวนการ ประกอบด้วย ทักษะการดำเนินการด้วยวิธีการอย่างยืดหยุ่นแม่นยำ มีประสิทธิภาพ และเหมาะสม ตัวอย่างในการวัดความคล่องแคล่วเชิงกระบวนการ เช่น ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ เพื่อหาคำตอบของ  $18 \times 4$

3) ความสามารถเชิงกลยุทธ์ ประกอบด้วย ทักษะการคิดสร้างวิธีการ การแสดงแทน และแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ตัวอย่างการวัดความสามารถเชิงกลยุทธ์ เช่น ร้านขายจักรยานเตรียมจักรยานสำหรับเด็กชนิด 2 ล้อ และ 3 ล้อ เพื่อจำหน่าย โดยถ้านับล้อทั้งหมดรวมกันได้ 80 ล้อ และนับจำนวนรวมทั้งหมดจะมี 36 คัน จงหาว่ามีจักรยานชนิด 2 ล้อ และ 3 ล้อ อย่างละเท่าไร

4) ความสามารถในการปรับเปลี่ยนการให้เหตุผล ประกอบด้วย ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะ การคิดไตร่ตรอง การอธิบาย และการพิสูจน์ความถูกต้อง เช่น เมื่อเราหาคำตอบของ 12 หารด้วยเศษหนึ่งส่วนสาม  $\left(12 \div \frac{1}{3}\right)$  จะได้ 36 แต่ถ้าเราตัดแบ่งเชือกซึ่งยาว 12 เมตร ออกมาครั้งละ  $\frac{1}{3}$  เมตร จะแบ่งเชือกได้เท่าไร ถ้านักเรียนตอบว่า 36 เมตร ก็จะผิดจากความ เป็นจริง จงอธิบายว่าเป็นเพราะเหตุผลใด อาจใช้คำถามนักเรียนเพิ่มเติมว่าทำไม 12 หารด้วย  $\frac{2}{3}$  จึงไม่ได้คำตอบ 72 ทั้งที่ 12 หารด้วย  $\frac{1}{3}$  ได้ 36

5) ความคิดโน้มเอียงไปในทางสร้างประโยชน์ ประกอบด้วย การมีความโน้มเอียงจนเป็นนิสัยเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่มีเหตุผล มีประโยชน์ และมีคุณค่า ควบคู่ไปกับความเชื่อในความอุตสาหกรรมและความสามารถของตนเอง เช่น มีโจทย์ว่า  $8 - 1 = \square$  ถ้านักเรียนอ่านโจทย์ข้อนี้แล้วมีความมั่นใจขนาดไหนว่าจะหาคำตอบได้ถูกต้อง ( มั่นใจที่สุด,  มั่นใจ,  ค่อนข้างมั่นใจที่สุด,  ไม่มั่นใจ)

สถาบันการประเมินความก้าวหน้าทางการศึกษาแห่งสหรัฐอเมริกา (The National Assessment of Educational Progress [NAEP], 2003) อธิบายว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์เรื่องใดที่ได้รับการประเมินด้วยการสอบวัดระดับชาติ โดยให้รายละเอียดไว้ในสิ่งพิมพ์ของทางสถาบัน ชื่อ "NAEP วัดอะไรในการประเมินวิชาคณิตศาสตร์?" (What Does the NAEP Mathematics Assessment Measure?) ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ NAEP ประเมินนั้น ครอบคลุมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ และทักษะการแก้ปัญหา คำจำกัดความของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่สภาวิจัยแห่งชาติและสภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาได้ให้ไว้ นั้นมีความสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญ

หลักการของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาได้บัญญัติบทรูปให้กับการอภิปรายเรื่องความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ไว้อย่างดีเยี่ยมว่า การเรียนด้วยความเข้าใจจำเป็นต่อนักเรียน เพื่อให้เขาสามารถแก้ปัญหาในรูปแบบใหม่ต่าง ๆ ได้ ซึ่งเขาจะต้องพบเจอในอนาคตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ครูสอนคณิตศาสตร์จะต้องสร้างโอกาสให้นักเรียนได้สื่อสารและแสดงออกถึงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับหัวข้อต่าง ๆ ที่ตนเองมี นั่นอาจจะหมายถึงโครงสร้างบทเรียนที่ต้องเปลี่ยนแปลงเทคนิคการสอน นอกจากนี้เราต้องมีทรัพยากรเตรียมไว้ให้ครู เพื่อให้ครูได้นำมาใช้ส่งเสริมการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน

บัลกา ฮูลและไมล์ (Balka และ Miles, 2004) กล่าวว่า นักเรียนแสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็เมื่อเขาพิสูจน์ได้ว่า "สามารถจำแนก แยกประเภท และสร้างตัวอย่างแนวคิด ใช้ตัวแบบ แผนภาพ สื่ออุปกรณ์ และการแสดงแทนที่หลากหลายเพื่ออธิบายความคิดรวบยอด ระบุและประยุกต์ใช้หลักการต่าง ๆ รู้จักและใช้ข้อเท็จจริงและบทนิยามเปรียบเทียบ แสดงความต่าง และเชื่อมโยงความคิดรวบยอดและหลักการที่เกี่ยวข้องกันเข้าด้วยกัน ตระหนักรู้ถึงความ และใช้สัญลักษณ์เครื่องหมายและพจน์เพื่อแสดงแทนความคิดรวบยอดได้ ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของนักเรียนในการคิดอย่างมีเหตุผลในแวดล้อมที่ใช้การนิยามความคิดรวบยอด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ หรือการแสดงแทนแนวคิดหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งอย่างระมัดระวัง"

คิลแพทริก และคณะ (Kilpatrick และคนอื่น ๆ, 2001, pp.118-120) กล่าวว่า เมื่อใดก็ตามที่นักเรียนเรียนรู้ข้อเท็จจริงหรือวิธีการด้วยความเข้าใจ ข้อเท็จจริงหรือวิธีการนั้นก็จะถูกจดจำและนำมาใช้ได้ง่ายขึ้น เมื่อลืมก็ยังคิดปะติดปะต่อขึ้นได้ หากนักเรียนเข้าใจวิธีการใดวิธีการหนึ่งแล้วก็ไม่น่าจะจำวิธีการนั้นผิดได้ เขาสังเกตดูว่าตัวเองจดจำอะไร แล้วพยายามคิดว่าสิ่งที่เขาจดจำนั้นมันเป็นเหตุเป็นผลหรือไม่ เขาอาจจะลองอธิบายวิธีการนั้น ๆ ให้ตัวเองเข้าใจเองก่อน แล้วแก้ไข



หากจำเป็น แม้ว่าบ่อยครั้งที่ครูผู้สอนมองหาหลักฐานบ่งชี้ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์โดยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการกล่าวแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอด (Concepts) กับการแสดงแทนแนวคิด (Representations) ก็พบว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์นั้นไม่จำเป็นว่าจะต้องสามารถแสดงให้เห็นว่ามีอย่างแจ่มแจ้งได้เสมอไป นักเรียนมักมีความเข้าใจก่อน แล้วจึงสามารถกล่าวแสดงความเข้าใจเรื่องนั้น ๆ ได้ ตัวบ่งชี้สำคัญที่แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ คือสามารถแสดงแทนสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยรู้ว่าการแสดงแทนแนวคิดที่แตกต่างกันนั้น ก็เป็นประโยชน์ต่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป จะคิดหาคำตอบอะไรที่อยู่บนขอบข่ายของคณิตศาสตร์ให้ได้นั้น ก็ต้องดูว่าการแสดงแทนแนวคิดที่หลากหลายนั้น เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน คล้ายกัน และต่างกันอย่างไร เป็นสำคัญ ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักเรียน เกี่ยวข้องกับความมากน้อยและขอบเขตที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของแนวคิดรวบยอดและการแสดงแทนแนวคิดได้ เช่น นักเรียนกำลังบวกเศษส่วนที่ไม่เท่ากัน  $\frac{1}{3} + \frac{2}{5}$  เพื่อแสดงแทนการบวกนี้ นักเรียนอาจวาดภาพขึ้นมาหรือใช้สิ่งของที่จับต้องได้ เขียนเป็นสมการ  $\frac{1}{3} + \frac{2}{5} = ?$  เขียนเส้นจำนวนขึ้นมาโดยแทนเศษส่วน แล้วเอาส่วนของเส้นตรงมาต่อกัน หรือใช้วิธีคำนวณตามหลักการทั่วไปโดยปรับส่วนให้เท่ากัน บวกเลขส่วนให้ได้ผลรวม แล้วเทียบเป็นความกว้างของผลบวกนั้นบนเส้นจำนวน เมื่อคำนวณโดยใช้การแสดงแทนต่างกัน ก็เป็นไปได้ว่านักเรียนอาจจะใช้วิธีการคิดหาคำตอบต่างกัน ความต่างที่วุ่นวายนี้ทำให้นักเรียนได้ถกกันถึงความคล้ายและความต่างของการแสดงแทนแนวคิดเหล่านั้น ประโยชน์ของการใช้การแสดงแทนแนวคิดในแต่ละแบบ และถ้าจะให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน การแสดงแทนเหล่านั้นเชื่อมโยงกันอย่างไร การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ทางแนวคิดเป็นประโยชน์สูงสุดเมื่อนักเรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดและวิธีการที่เกี่ยวข้องในรูปแบบที่เหมาะสมจริงอยู่ที่เทคนิคการใช้สูตรหรือวลีช่วยจำที่เราท่องจำกันนั้นช่วยให้เรานึกถึงความสัมพันธ์ของแนวคิดและดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น แต่สูตรท่องจำเหล่านั้นก็อาจจะไม่ได้ทำให้เราเข้าใจ สูตรท่องจำจึงไม่ใช่รูปแบบการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ทางแนวคิดที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุด

ความรู้ที่ได้มาด้วยความเข้าใจ เป็นพื้นฐานให้คิดแตกยอดเป็นความรู้ใหม่และเป็นพื้นฐานเพื่อการคิดแก้ปัญหาใหม่หรือที่ไม่คุ้นเคย เมื่อนักเรียนเกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เขาจะเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างแนวคิดรวบยอดและขั้นตอนต่าง ๆ และยังสามารถพิสูจน์เพื่ออธิบายได้ว่า เหตุใดข้อเท็จจริงอันใดอันหนึ่งเป็นผลลัพธ์มาจากข้อเท็จจริงอันอื่น ทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ และเป็นรากฐานให้นักเรียนเข้าใจในระดับสูงขึ้น

ว่าด้วยเรื่องการเรียนรู้เรื่องจำนวน เมื่อนักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดและกระบวนการต่าง ๆ โดยสมบูรณ์แล้ว เช่น เรื่องค่าประจำหลักและการดำเนินการกับจำนวนหนึ่งหลัก นักเรียนก็จะสามารถขยายกรอบความคิดรวบยอดและกระบวนการต่าง ๆ ไปในเรื่องอื่นได้ เช่น เมื่อเทียบกับนักเรียนที่ไม่เข้าใจความคิดรวบยอดเรื่องค่าประจำหลักและจำนวนหลายหลัก เป็นไปได้มากกว่าที่นักเรียนที่เข้าใจความคิดรวบยอดเรื่องค่าประจำหลักและจำนวนหลายหลัก จะคิดค้นวิธีดำเนินการบวกจำนวนหลายหลักได้เอง และยังเลือกใช้วิธีการที่ถูกต้องเพื่อดำเนินการลบจำนวนหลายหลักที่โจทย์ให้มาได้ จากตัวอย่างนี้ เราจึงสรุปได้ว่า เราไม่จำเป็นต้องคิดว่าการบวกลบจำนวนหลายหลักเป็นเรื่องใหม่หรือไม่มีความเกี่ยวข้องโดยสิ้นเชิงกับความเข้าใจเรื่องค่าประจำหลักและการดำเนินการกับจำนวนหนึ่งหลัก เราสามารถสังเกตเห็นการขยายกรอบความคิดของนักเรียนในเรื่องการคูณและการหารว่าเป็นไปในลักษณะเดียวกัน

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ยังช่วยให้นักเรียนหลีกเลี่ยงความผิดพลาดสำคัญในการแก้โจทย์ โดยเฉพาะความผิดพลาดของขนาดของปริมาณหรือจำนวน (Magnitude) เช่น เมื่อคูณ 9.83 กับ 7.65 แล้วให้ผลลัพธ์เป็น 7519.95 นักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์จะเข้าใจทันทีว่าผลลัพธ์ของการคำนวณนั้นผิด เพราะเขารู้ว่า  $10 \times 8$  ได้ผลลัพธ์เพียง 80 ดังนั้นเมื่อคูณจำนวนสองจำนวนซึ่งมีค่าน้อยกว่า 10 และ 8 ก็จะต้องได้ผลลัพธ์น้อยกว่า 80 ดังนั้นนักเรียนอาจจะสงสัยว่าตำแหน่งทศนิยมของผลลัพธ์ผิด แล้วตรวจทานความเป็นไปได้ นั่น

เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนอยู่ ครูต้องเตรียมการสอนให้มากเป็นพิเศษ ต้องใช้ทรัพยากรในชั้นเรียนที่หลากหลาย (ตำราเรียน วัสดุการสอนเพิ่มเติม และสื่ออุปกรณ์) ในแบบที่อาจจะไม่เคยได้รับการฝึกอบรมให้ใช้มาก่อน การให้นักเรียนใช้สื่ออุปกรณ์การสอนเพื่อจำลองความคิดรวบยอดแล้วกล่าวอธิบายผลลัพธ์ที่คิดได้ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดนามธรรมต่าง ๆ (Schoenfeld, 2008, p.125) และเพื่อให้เกิดความเข้าใจในแนวคิดเหล่านี้ก็สำคัญที่เราต้องให้นักเรียนแสดงแทนแนวคิดอย่างแตกต่างเพื่ออธิบายสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์สถานการณ์เดียว และเพื่อให้เกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ก็จำเป็นเช่นกันที่เราต้องให้นักเรียนดึงความรู้ที่มีอยู่ก่อนหน้าออกมาใช้เพื่อสร้างความรู้ใหม่ และใช้ความรู้ใหม่นี้มาแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย



### 1.3 องค์ประกอบของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักวิจัยด้านคณิตศาสตร์ศึกษาพยายามหาคำตอบว่า สิ่งที่สำคัญสำหรับนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์คืออะไร การวิจัยเพื่อหาคำตอบเหล่านั้นเป็นที่มาของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (วินัย คำสุวรรณ, 2558, น.101) ซึ่ง คิลแพทริก และคณะ (Kilpatrick; et al. 2001, pp.118-120) อ้างว่ามีหัวข้อใหญ่หรือห้าสาระหลัก (Strands) ที่จะทำให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ความคล่องแคล่วเชิงกระบวนการ ความสามารถเชิงกลยุทธ์ ความสามารถในการปรับเปลี่ยนการให้เหตุผล และความคิดโน้มเอียงไปในทางสร้างประโยชน์ ต่อมา คิลแพทริก และสวาฟฟอร์ด (Kilpatrick และ Swafford, 2002) ได้ปรับปรุงองค์ประกอบทั้งห้าของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจ (Understanding) ได้แก่ การรู้เรื่องเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการ และความสัมพันธ์ และรู้ว่า สัญลักษณ์ แผนภาพ และการแสดงวิธีทำ มีความหมายว่าอย่างไร

2. การคำนวณ (Computing) ได้แก่ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้ เป็นผลสำเร็จ กล่าวคือ การใช้การบวก การลบ การคูณ และการหาร อย่างคล่องแคล่ว มีความถูกต้อง แม่นยำ ทำงานมีประสิทธิภาพ และเลือกใช้วิธีการคำนวณอย่างเหมาะสม

3. การประยุกต์ (Applying) เป็นความสามารถในการคิดสูตรเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และค้นหากลยุทธ์สำหรับแก้ปัญหา โดยใช้มโนทัศน์และวิธีการที่เคยเรียนมาอย่างเหมาะสม

4. การใช้เหตุผล (Reasoning) เป็นการให้หลักฐานและการพิสูจน์ด้วยข้อเท็จจริงจากสิ่งที่เคยรู้มาก่อน ไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้

5. การมีพันธะผูกพัน (Engaging) คือการมองว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องของการใช้ไหวพริบ มีประโยชน์ และคุ้มค่ากับเวลาที่ใช้ในการทำงานคณิตศาสตร์ เมื่อทำงานนั้นด้วยความเต็มใจ

การอธิบายสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้วยหัวข้อ หรือสาระหลัก และระบุองค์ประกอบย่อย ในแต่ละสาระหลัก ตามแนวคิดของนักวิจัยดังกล่าวข้างต้น มีความเหลื่อมซ้อนกัน แต่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ดังตาราง 1 เมื่อนำเค้าโครงความคิดรวบยอดของแต่ละแนวคิดมาเปรียบเทียบกันเป็นรายองค์ประกอบ จะพบว่า ความเข้าใจ (Understanding) เป็นองค์ประกอบ หรือสาระหลัก กลุ่มแรก

ตาราง 1 คำโครงความคิดรวบยอด สาระหลักและองค์ประกอบที่ร่วมกันอธิบายความเข้าใจ  
เชิงมโนทัศน์ และความเข้าใจตามแนวคิดของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

คำโครงความคิด รวบยอด (Constructs) หรือ พฤติกรรมที่วัดได้ หรือสังเกตได้ของ สมรรถนะทาง คณิตศาสตร์	หัวข้อ/สาระหลัก (Strands) ตามแนวคิดของ คิลแพทริก และคณะ (Kilpatrick; et al. 2001)	คำโครงความคิด รวบยอด (Constructs) หรือ พฤติกรรมที่วัดได้ หรือสังเกตได้ของ สมรรถนะทาง คณิตศาสตร์	องค์ประกอบ (Components) ตามแนวคิดของ คิลแพทริก และ สวาฟฟอร์ด (Kilpatrick & Swafford, 2002)
1) ความเข้าใจ ด้านเนื้อหา ทางคณิตศาสตร์ 2) ความเข้าใจ ด้านการดำเนินการ ทางคณิตศาสตร์ 3) ความเข้าใจ ด้านความสัมพันธ์ ทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจ เชิงมโนทัศน์ (Conceptual Understanding) สาระประเภท : ความเข้าใจ (Comprehension)	- การรู้เรื่องเกี่ยวกับ มโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ - การดำเนินการ - ความสัมพันธ์ - การรู้สัญลักษณ์ แผนภาพ และการแสดงวิธีทำ มีความหมายอย่างไร	ความเข้าใจ (Understanding)

หัวข้อ หรือสาระหลักของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ (Kilpatrick; et al. 2001) มี 5 สาระหลัก ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัย สนใจศึกษาในประเด็นความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ จาก ตาราง 1 ลูกศรที่แสดงออกจากหัวข้อ/สาระหลัก ไปหาคำโครงความคิดรวบยอด แสดง ความหมายว่าสาระหลักในหัวข้อ ความเข้าใจมโนทัศน์ จะสังเกตหรืออธิบายได้ด้วยคำโครง ความคิดรวบยอดสามอย่าง ได้แก่ 1) ความเข้าใจด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ 2) ความเข้าใจด้าน การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และ 3) ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ การศึกษา มโนทัศน์และการวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจคณิตศาสตร์ จะสามารถอธิบายความเข้าใจคณิตศาสตร์ ได้อย่างละเอียด มีความชัดเจน รายละเอียดดังกล่าวจะเป็นพฤติกรรมของมนุษย์ พฤติกรรม

นักเรียน ครู หรือผู้เกี่ยวข้องที่สามารถวัดและสังเกตได้จากประสาทสัมผัส หรือเครื่องมือวัดทางจิตวิทยา สิ่งที่ถูกวัดหรือสังเกตได้จะถูกนำมาประมวล รวบรวมเป็นประเด็น หรือตัวบ่งชี้ เป็นกลุ่ม ๆ ตัวบ่งชี้ชุดหนึ่งซึ่งนิยามเชิงปฏิบัติการได้ตรงตามสิ่งที่จะวัด นักวิจัยจะเรียกว่า ตัวแปรสังเกตได้ ตัวแปรสังเกตได้หลาย ๆ ตัวแปร ที่แต่ละตัวแปรมีอิสระจากกัน และตัวแปรเหล่านั้นร่วมกันอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรม (Abstract) อย่างหนึ่งได้ นักวิจัยจะเรียกสิ่งที่เป็นนามธรรมนั้นว่า ตัวแปรแฝง เมื่อพิจารณาเฉพาะเรื่องความเข้าใจคณิตศาสตร์ ต้องย้อนกลับไปสังเกตหรือวัดจากตัวแปรสังเกตได้ และตัวบ่งชี้ที่บอกรายละเอียดในแต่ละด้านของความเข้าใจ จากที่ (Kilpatrick; & Swafford. 2002) ระบุว่าความเข้าใจคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ การอธิบายว่าตัวแปรสังเกตได้ตัวใดบ้าง เป็นองค์ประกอบของความเข้าใจคณิตศาสตร์ ซึ่งถือว่าความเข้าใจคณิตศาสตร์เป็นนามธรรม ไม่สามารถที่จะวัดได้โดยตรง ต้องอาศัยข้อมูลจากการวัดหรือสังเกตในแต่ละองค์ประกอบ จากการวิเคราะห์ห่องค์ประกอบของความเข้าใจคณิตศาสตร์ จากตาราง 1 จะได้เป็นองค์ประกอบของความเข้าใจในทัศน ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 องค์ประกอบของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์

จากการศึกษาทฤษฎี แนวคิดเกี่ยวกับความสำคัญของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และองค์ประกอบของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของผู้วิจัย สรุปได้ว่านักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างแนวคิดรวบยอดและขั้นตอนต่าง ๆ และการแสดงแทนแนวคิดในวิธีการที่หลากหลาย เมื่อเขาเรียนรู้ข้อเท็จจริงหรือวิธีการด้วยความเข้าใจ ความรู้เหล่านั้นก็จะถูกจดจำและนำมาใช้ได้ง่ายขึ้น เมื่อลืมนักเรียนก็ยังสามารถปะติดปะต่อขึ้นได้ ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนพิจารณาเห็นความคล้ายของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ดูเผิน ๆ แล้วไม่เกี่ยวข้องกัน ส่งผลดีให้นักเรียนประหยัดเวลาเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ และเป็นรากฐานให้นักเรียนเข้าใจในระดับสูงขึ้นไป สำหรับงานวิจัยนี้

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จะสังเกตหรืออธิบายได้ด้วยเค้าโครงความคิดรวบยอดสามอย่าง ได้แก่ 1) ความเข้าใจด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ 2) ความเข้าใจด้านการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และ 3) ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

#### 1.4 แนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

คิลแพทริก และคณะ (Kilpatrick และคนอื่น ๆ, 2001, p.120) กล่าวว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนถูกแสดงเป็นกลุ่มก้อนหนาแน่นของข้อเท็จจริงและหลักการที่มีความเกี่ยวพันกัน เราอาจสรุปเนื้อหาของกลุ่มก้อนความเข้าใจนั้นเป็นประโยคสั้น ๆ ว่า "สมบัติความเข้าใจทวีคูณ" ("Properties of Multiplication") ซึ่งมีมากพอเพื่อใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างไรก็ตามก็ดี นักเรียนสามารถเปิดกลุ่มก้อนความเข้าใจนั้นออกได้เมื่อจำเป็นต้องอธิบายหลักการ เมื่อต้องการไตร่ตรองความคิดรวบยอด หรือขณะกำลังเรียนรู้แนวคิดใหม่ โครงสร้างความเข้าใจของนักเรียนมักมีลักษณะเชิงลำดับชั้น กล่าวคือ กลุ่มก้อนแนวคิดพื้นฐานอัดแน่นกันเป็นกลุ่มก้อนแนวคิดที่กว้างขึ้นและซับซ้อนขึ้น

หากเราต้องการเห็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่ากลุ่มก้อนความรู้ทำให้การเรียนรู้ง่ายขึ้นอย่างไร ให้เราพิจารณากลุ่มก้อนความเข้าใจที่นักเรียนพัฒนาขึ้นเพื่อบวกเลขจำนวนนับ ถ้านักเรียนเข้าใจการบวกว่ามีสมบัติสลับที่ได้ (เช่น  $3+5 = 5+3$ ) ก็เท่ากับว่านักเรียนได้เรียนรู้การบวกพื้นฐานไปแล้วเกือบครึ่ง เมื่อต่อยอดความรู้เรื่องความสัมพันธ์เกี่ยวโยง เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างของการบวกจำนวนนับที่เหมือนกัน (เช่น  $5+5$  และ  $6+6$ ) และการบวกจำนวนนับอื่น ๆ ก็ช่วยให้นักเรียนลดการเรียนรู้เรื่องการบวกลงได้อีก เนื่องจากเด็กเล็กมีแนวโน้มว่าเรียนเรื่องจำนวนนับที่เหมือนกันได้ค่อนข้างเร็ว เด็ก ๆ จึงใช้ความเข้าใจนั้นสร้างจำนวนอื่นที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงได้ เช่น เด็ก ๆ อาจเห็นว่า  $6+7$  มีค่ามากกว่า  $6+6$  อยู่เพียง 1 ความสัมพันธ์เชื่อมโยงนี้เองที่ทำให้เด็ก ๆ เรียนการบวกจำนวนนับได้ง่ายขึ้น เพราะเขาใช้ความเข้าใจเรื่องความสัมพันธ์ สร้างแนวคิดใหม่เสียมากกว่าพึ่งพาการท่องจำ เราจึงสรุปได้ว่าความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ถือเป็นการลงทุนที่ฉลาด ให้นักเรียนต่อยอดได้หลากหลายวิธีการ

บาลก้า และคณะ (Balca และ Miles, 2004) ได้ยกตัวอย่างที่ทำให้เราได้เห็นสิ่งที่ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์อาจนำมาให้แก่เด็กเรียนในชั้นเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

การใช้ศูนยกับโจทย์เรื่องค่าประจำหลักนั้นไม่เป็นเรื่องซับซ้อนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงปีที่ 5 (เกรด 3 ถึงเกรด 5 ในสหรัฐอเมริกา) ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่งที่นักเรียนต้องเข้าใจ "20+70 เท่ากับเท่าไร" นักเรียนที่สามารถอธิบายเลขคณิตได้ดีอาจจะพูด

อธิบายว่า "20 คือ 2 เท่าของสิบ และ 70 เป็น 7 เท่าของสิบ ดังนั้น 2 เท่าของสิบ และ 7 เท่าของสิบ ก็เป็น 9 เท่าของสิบ และ 9 เท่าของสิบมีค่าเท่ากับ 90"

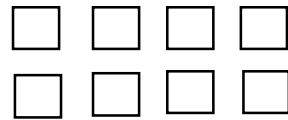
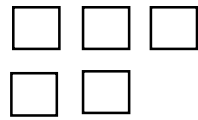
การดำเนินการกับทศนิยมเป็นหัวข้อเรียนสามัญตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ถึง ปีที่ 6 "6.345x5.28 เท่ากับเท่าไร" นักเรียนจะมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ต่อเนื่อง อธิบายได้ว่า 335.016 ไม่มีทางเป็นผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้ เนื่องจากตัวคูณตัวหนึ่งมีค่ามากกว่า 6 แต่น้อยกว่า 7 ในขณะที่ตัวคูณอีกตัวมีค่ามากกว่า 5 แต่น้อยกว่า 6 ดังนั้นผลลัพธ์จะต้องอยู่ระหว่าง 30 และ 42

ข้อเท็จจริงพื้นฐานด้านการดำเนินการทั้ง 4 เรื่อง ถูกบรรจุเป็นเนื้อหาหลักของ หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงปีที่ 4 "6+7 เท่ากับเท่าไร" แม้ว่า สุดท้ายแล้วเราอยากให้นักเรียนคำนวณได้คล่องแคล่ว แต่เขาอาจจะเริ่มจากการอธิบายได้ว่า "ผม/หนูทราบที่ 6+6 = 12 เมื่อ 7 มากกว่า 6 อยู่ 1 ดังนั้น 6+7 ต้องมากกว่า 12 อยู่ 1 หรือก็คือ 13 ครับ/ค่ะ" เช่นเดียวกันกับการคูณ "6x9 เท่ากับเท่าไร" "ผม/หนูทราบที่ 6x8 = 48 ดังนั้นผลลัพธ์ ของ 6x9 ต้องมากกว่า 48 อยู่ 6 หรือก็คือ 54 ครับ/ค่ะ"

ในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละรวมกันอยู่ในโจทย์ปัญหา "25% ของ 88 เท่ากับเท่าไร" แทนที่จะดำเนินการ  $0.25 \times 88$  โดยใช้ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ต่อ โจทย์นี้ นักเรียนอาจอธิบายว่า "25% มีค่ากับ 1 ส่วน 4 และ 1 ส่วน 4 ของ 88 คือ 22" นี้แสดงให้เห็นว่าความคิดรวบยอดเรื่องต่าง ๆ ถูกนำมาใช้ร่วมกันเพื่อคิดหาผลลัพธ์

การวัดวงกลมเริ่มมีบรรจุอยู่และสอนต่อไปในบทเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงปีที่ 6 ความเข้าใจเรื่อง  $\pi$  สำคัญมากต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ต่อเรื่องเส้นรอบวงและพื้นที่ วงกลม คำตอบของนักเรียนต่อคำถามที่ว่า " $\pi$  คืออะไร" ช่วยให้ครูสามารถประเมินความเข้าใจ ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี คำตอบที่ว่า " $\pi$  เท่ากับ 3.14 หรือ  $\frac{22}{7}$ " นั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียน ขาดความเข้าใจ ส่วนคำตอบที่ว่า " $\pi$  คือ อัตราส่วนของเส้นรอบวงกลมหนึ่งต่อเส้นผ่าน ศูนย์กลางของวงกลมนั้น ๆ และอัตราส่วนมีค่าประมาณ 3.14" แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์

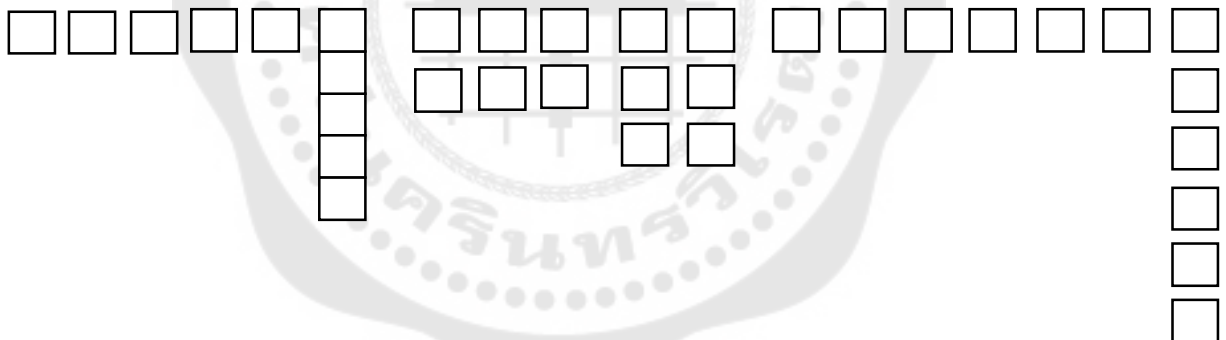
แนวคิดเรื่องจำนวนคู่และจำนวนคี่มีบรรจุอยู่ในเกือบทุกบทเรียนระดับประถมศึกษา ปีที่ 1 และปีที่ 2 หากนักเรียนสามารถใช้สื่อการสอนหรือวาดภาพเพื่อแสดงหรืออธิบายว่าเหตุใด 5 จึงเป็นจำนวนคี่ และ 8 เป็นจำนวนคู่ นั้นพิสูจน์ให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ แนวคิดและคำนิยามดังกล่าว



ภาพประกอบ 3 แนวคิดเรื่องจำนวนคู่และจำนวนคี่ของนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์

"5 เป็นจำนวนคี่เพราะผม/ หนูจับลูกบาศก์ทั้งหมดให้เป็นคู่ไม่ได้ครับ/ค่ะ 8 เลยเป็นจำนวนคู่เพราะผม/ หนูจับลูกบาศก์ทั้งหมดให้เป็นคู่ได้ ใช่ไหมครับ/ค่ะ"

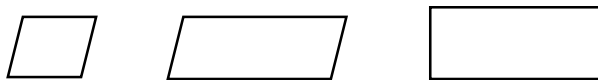
เรื่องจำนวนเฉพาะและจำนวนประกอบมีบรรจุอยู่ในบทเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 และปีที่ 6 เราสามารถให้นักเรียนใช้สื่ออุปกรณ์การสอนเพื่อแสดงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ต่อหัวข้อดังกล่าวได้ "5 เป็นจำนวนเฉพาะ เพราะเราสามารถจัดรูปสี่เหลี่ยมเหล่านี้ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหนึ่งรูปได้แค่สองวิธีเท่านั้น ส่วน 6 เป็นจำนวนประกอบ เพราะเราสามารถจัดรูปสี่เหลี่ยมเหล่านี้ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหนึ่งรูปได้มากกว่าสองวิธี เราจัดรูปสี่เหลี่ยมให้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าหนึ่งรูปได้เพียงสองวิธีเท่านั้นกับจำนวนเฉพาะทุกตัว"



ภาพประกอบ 4 แนวคิดเรื่องจำนวนเฉพาะและจำนวนประกอบ ของนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์

แนวคิดเรื่องเรขาคณิตพื้นฐานเริ่มมีบรรจุอยู่ในบทเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1 กระนั้นก็ดี รูปทรงที่มีลักษณะจำเพาะจะมีอยู่ในบทเรียนในระดับชั้นปีที่สูงขึ้นไป "จงวาดสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ไม่ใช่สี่เหลี่ยมจัตุรัส" เพื่อทำตามคำสั่งนี้ นักเรียนต้องให้เหตุผลและเชื่อมโยงความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกันเข้าด้วยกัน "สี่เหลี่ยมด้านขนาน คือสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามขนานกันและยาวเท่ากัน เนื่องจากสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีด้านทั้ง 4 ด้านยาวเท่ากัน และมีมุมทั้ง 4 มุมเป็นมุมฉาก ผม/ หนูเลยต้องวาดสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ไม่มีสมบัติเหล่านั้น"





ภาพประกอบ 5 แนวคิดเรื่องเรขาคณิตพื้นฐาน ของนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์

"รูปสี่เหลี่ยมคางหมู หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีสมบัติตามนิยามของสี่เหลี่ยมด้านขนาน และเป็นไปตามเงื่อนไขของคำสั่ง"

ในระดับประถมศึกษาปีที่ 3 จนถึงปีที่ 6 ความสัมพันธ์ต่าง ๆ แบบฟังก์ชันเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการศึกษาหรือใช้พีชคณิตต่อไปในอนาคต "In grades 3 through 6, functional relationships become critical for future work in algebra. "ต้นโคลเวอร์สี่แฉกต้นหนึ่ง มีใบไม้อยู่ 4 ใบ ต้นโคลเวอร์สี่แฉก 2 ต้นมีใบไม้ 8 ใบ หากมีต้นโคลเวอร์สี่แฉกอยู่ 15 ต้น จะมีใบไม้ทั้งหมดกี่ใบ" นักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ต่อโจทย์ปัญหาข้อนี้อาจจะทำอะไรอะไรสองสามอย่างเพื่ออธิบายคำตอบของเขา "อย่างแรกเลย ผม/ หนูสร้างอาจจะตารางขึ้นมาหนึ่งอัน แล้วก็ดูแบบแผนของข้อมูล จากนั้นก็เขียนขยายแบบแผนต่อเพื่อหาคำตอบให้กับต้นโคลเวอร์ 15 ต้น หรือไม่ก็คิดหากฎที่จะช่วยให้ผม/ หนูได้คำตอบ"

จำนวนต้นโคลเวอร์	จำนวนใบไม้
1	4
2	8
3	12
⋮	⋮
15	?

"8 ได้จาก  $2 \times 4$ , 12 ได้จาก  $3 \times 4$ , 16 ได้จาก  $4 \times 4$  ดังนั้นถ้าผม/ หนูมีต้นโคลเวอร์ 15 ต้น ก็จะต้องมีใบไม้  $15 \times 4$  เท่ากับ 60 ใบครับ/ ค่ะ"



## 2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี APOS

ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประเมิน และอธิบายเกี่ยวกับพัฒนาการความเข้าใจเชิงมโนทัศน์มีหลายทฤษฎีด้วยกัน ทฤษฎีการรู้คิด (Cognitive Theory) อีกทฤษฎีหนึ่งที่นักวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษานำมาใช้ คือ ทฤษฎี APOS ที่เสนอโดยดูบินสกี (Dubinsky, 1991) ซึ่งตีพิมพ์บทความเรื่อง Reflective Abstraction in Advanced Mathematical Thinking เป็นทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางความคิด ซึ่งเป็นผลมาจากการสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน (Reflective Abstraction) ของเพียเจต์

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญทฤษฎีหนึ่งและเป็นที่ยอมรับของนักการศึกษา คือทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Approaches) มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักเรียน และความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว และช่วยให้นักเรียนมีโอกาสได้คิดอย่างอิสระ และร่วมหาความหมายของสิ่งที่ได้เรียนรู้จากปัญหาที่มีในบทเรียน เป็นการส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้เก่ากับแนวคิดใหม่ของผู้เรียนให้มีความคงทน ซึ่งทฤษฎีนี้ตั้งอยู่บนแนวคิดของเพียเจต์ ที่อธิบายการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสำคัญ 2 กระบวนการคือ กระบวนการซึมซับประสบการณ์ (Assimilation) และการปรับกระบวนการรู้คิด (Accommodation) โดยทฤษฎีตั้งอยู่บนมโนทัศน์พื้นฐาน 4 ประการ คือ โครงสร้างทางปัญญา กระบวนการซึมซับประสบการณ์ การปรับกระบวนการรู้คิด และการปรับสมดุลทางปัญญา มีรายละเอียดดังนี้

1. โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) เพียเจต์เชื่อว่ามนุษย์ใช้โครงสร้างทางปัญญาเพื่อเป็นเครื่องมือในการแปลความหมายของสิ่งต่าง ๆ โครงสร้างทางปัญญามีความสัมพันธ์กันอย่างสมดุลในรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน เด็กจะเริ่มใช้มโนทัศน์ที่จำกัดก่อนจะใช้มโนทัศน์ที่ซับซ้อนและมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น มนุษย์ใช้โครงสร้างทางปัญญาในการปรับตัวและใช้อธิบายในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความจำของมนุษย์ มนุษย์ใช้โครงสร้างทางปัญญาในการทำความเข้าใจถึงความหมายของสิ่งต่าง ๆ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา กระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางปัญญาเรียกว่า การซึมซับประสบการณ์ และการปรับกระบวนการรู้คิด (Wadsworth, 1996)

2. การซึมซับประสบการณ์ (Assimilation) เป็นกระบวนการที่มนุษย์บูรณาการข้อมูลและประสบการณ์ใหม่เข้าสู่โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม การซึมซับประสบการณ์เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการขยายโครงสร้างทางปัญญา (Driscoll, McCown, และ Roop, 1996)

ครูจะใช้การซึมซับประสบการณ์โดยการเชื่อมโยงสิ่งใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ของนักเรียน เช่น หลังจากการชมภาพยนตร์เกี่ยวกับสัตว์ นักเรียนจะสามารถเรียนรู้และค้นพบสัตว์ชนิดอื่น ๆ จากชนิดของสัตว์ที่เคยรู้จักมาแล้ว (Parsons, Hinson, และ Sardo-Brown, 2001)

3. การปรับกระบวนการรู้คิด (Accommodation) เป็นสิ่งที่มนุษย์ค้นพบกับประสบการณ์ใหม่ ซึ่งโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมไม่สามารถซึมซับประสบการณ์ใหม่ได้ ทำให้เกิดการปรับกระบวนการรู้คิด หรือปรับโครงสร้างทางปัญญาใหม่แล้วนำมาใช้ทำความเข้าใจกับประสบการณ์นั้น ๆ (Driscoll และคนอื่น ๆ, 1996) เมื่อไม่มีโครงสร้างทางปัญญาที่สามารถซึมซับประสบการณ์ใหม่ได้ ก็จะเกิดการปรับกระบวนการรู้คิดใหม่ขึ้น (Parsons และคนอื่น ๆ, 2001)

4. การปรับสมดุลทางปัญญา (Equilibration) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการปรับสมดุลทางปัญญา ความไม่สมดุลทางปัญญาจะทำให้แรงแรงจูงในการปรับสมดุลทางปัญญา ทำให้เกิดโครงสร้างใหม่ (Parsons และคนอื่น ๆ, 2001)

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่ากระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดของเพียเจต์ มีกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการคือ การซึมซับประสบการณ์ (Assimilation) และการปรับกระบวนการรู้คิด (Accommodation) ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนกระบวนการรู้คิดเพื่อให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ ซึ่งกระบวนการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อบุคคลนั้นมีการจัดกระทำทางสมองในการนำสิ่งเร้าหรือนำข้อมูลใหม่มาเชื่อมโยงกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ที่บุคคลได้สั่งสมมาตั้งแต่เกิด กระบวนการนี้จะทำให้บุคคลอยู่ในสภาวะที่สมดุล มีความเข้าใจในความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ สามารถเป็นผู้คิด ผู้สร้าง อธิบาย และแสดงออกได้ตามความเข้าใจของตนเอง ฐานความคิดเชิงทฤษฎีของดูบินสกี (Dubinsky) มาจากมโนทัศน์ “การสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน” ของเพียเจต์ (Piaget) ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อที่ 2.1

## 2.1 แนวคิดเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี APOS

โดยหลัก ทฤษฎี APOS เป็นโมเดลที่อธิบายว่า มโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถเรียนรู้ได้อย่างไร เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่ใช้อธิบายว่าปัจเจกบุคคลสร้างความเข้าใจเรื่องความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในระดับปัญญาอย่างไร จากทัศนะด้านการรู้คิด ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ใด ๆ ล้วนมีการตีกรอบเกี่ยวกับ “โมเดลสมมุติฐานตั้งต้น” (Genetic Decomposition) ของความคิดนั้น โมเดลสมมุติฐานตั้งต้น คือการอธิบายว่าปัจเจกบุคคลอาจจะสร้างความคิดรวบยอดขึ้นในความคิดของตนเองอย่างไร ต่างไปจากการนำเสนอหรือแสดงออกถึงความคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Formulation) ต่อความคิด

รวบยอด ซึ่งว่าด้วยเรื่องที่ว่าปัจเจกบุคคลนำเอาความคิดรวบยอดนั้นไปไว้ในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างไร คือมีบทบาทเป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Idea) อย่างหนึ่ง ปัจเจกบุคคลเข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้โดยการสร้างและใช้โครงสร้างทางความคิดที่เจาะจง (Mental Structures หรือ Constructions) ตามทฤษฎี APOS การสร้างและใช้โครงสร้างทางความคิดได้ถูกพิจารณาเห็นเป็นระยะ (Stages) ในการเรียนรู้เอาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Piaget และ García, 1989) โครงสร้างทางความคิดที่ว่านี้เกิดขึ้นได้โดยผ่าน “การสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน” (Reflective Abstraction)

ฐานความคิดเชิงทฤษฎีของดูบินสกี (Dubinsky) มาจากมโนทัศน์ “การสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน” ของเปียเจต์ (Piaget) นิยามว่าเป็นผลของกระบวนการคิดเมื่อได้สัมผัสหรือรับรู้สิ่งที่เป็นความคิด ความรู้สึก พฤติกรรม ปฏิสัมพันธ์ และการกระทำของตนเอง และผู้อื่นในสถานการณ์ต่าง ๆ สิ่งทั้งหลายเหล่านี้เกิดขึ้นโดยการคิดทบทวน การวิเคราะห์และพิจารณาถึงเหตุผล ความรู้ ความเชื่อ หลักฐานที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์แล้วสรุปเป็นภาพรวม โดยเปียเจต์ (Piaget, 1980) ได้จำแนกการสร้างความหมายภายใต้มุมมอง “การสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน” ที่เป็นวิธีการ แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่

1. การเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorization) เป็นวิธีทำความเข้าใจสิ่งที่อยู่นอกเหนือการรับรู้ในสถานการณ์ปกติให้เป็นจริง โดยการแปลสิ่งที่เรียกว่าปฏิบัติการ (Operation) เข้าไปในระบบการสร้างความหมาย หรือการทำงานของสมองที่เกี่ยวกับการปรับเปลี่ยน การแปลง การแปล แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ
  - 1) ปฏิบัติการเชิงประจักษ์ (Empirical Operation) เป็นการทำงานของสมองโดยการแปลผลจากการรับรู้ที่ผ่านมาจากประสาทสัมผัส ในรูปแบบการกระทำหรือดำเนินการกับสิ่งที่เรียนรู้
  - 2) ปฏิบัติการตรรกะเชิงคณิตศาสตร์ (Logical or Mathematical Operation) เป็นการทำงานของสมองในการแปลงความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
  - 3) ปฏิบัติการทางการรู้คิด (Cognitive or Mental Operation) เป็นการทำงานของสมองที่จะปรับเปลี่ยนสถานะทางจิตใจ ความคิด และจินตนาการ

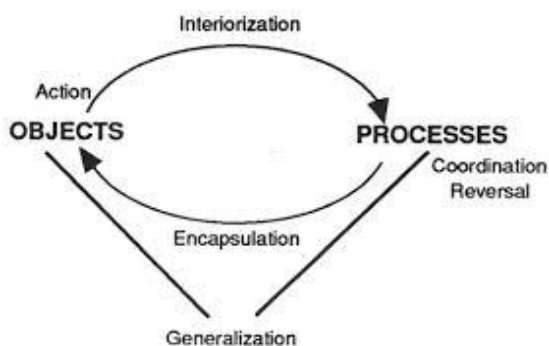
2. การเชื่อมต่อประสาน (Coordination) ในทางจิตวิทยาเป็นระบบการทำงานของกลไก หรือกล่ามเนื้อรวมกัน ทำให้ระบบเหล่านั้นทำงานที่ซับซ้อนขึ้นได้ ในทางภาษาศาสตร์ การเชื่อมต่อประสานต้องร้อยเรียงกระบวนการหรือระบบสองอย่างเข้าด้วยกัน เช่น การเชื่อมต่อประสานกันของภาษาซึ่งเป็นความรู้ที่เป็นนามธรรม กับคำพูดเป็นการแปลงเสียงหรือแสดงออกของ

ผู้ใช้ภาษา การเชื่อมต่อประสานกันของสองระบบทำให้ปัจเจกบุคคลรู้จักไตร่ตรองย้อนคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน ทำให้คนเราสามารถออกเสียง และพูดได้หลายภาษาตามประสบการณ์ของแต่ละคน

3. การเก็บประจุไว้ (Encapsulation) หรือการกลายความหมาย (Conversion) ไปยังสิ่งที่เรียนรู้วัตถุ หรือสิ่งที่รู้จักคุ้นเคยมาก่อน การเก็บประจุไว้เพื่อบรรยายว่า ประสบการณ์ของปัจเจกบุคคลจะถูกประจุไว้หรือห่อหุ้มไว้ในโครงสร้างความคิด เมื่อบุคคลเข้าไปอยู่ในสถานการณ์หรือประสบการณ์เดิมที่เคยเผชิญมาก่อน จะสามารถขยายโครงสร้างความคิด ในทางภาษาศาสตร์ เช่น คำว่า เข เหล่ เหลือก มักจะควบคู่กับคำว่า “ตา” เสมอ เมื่อถูกประจุไว้เป็นคำจะประสมเป็นคำว่า ตาเข ตาเหล่ ตาเหลือก เป็นต้น หรือเมื่อได้ยินคำว่าชก ก็จะเข้าใจได้ว่า ชกด้วยหมัดหรือกำปั้น

4. การวางนัยทั่วไป (Generalization) เป็นการถ่ายโยง (Transfer) หรือการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเดิมกับสิ่งเร้าใหม่ในสถานการณ์ที่คล้ายกัน การวางนัยทั่วไปเป็นการสร้างความหมายทางภาษาชนิดหนึ่ง จึงได้มาจากการประยุกต์การกลายความหมายหรือการเก็บประจุไว้เป็นคำ และการสร้างความหมายจากการเชื่อมต่อประสานเข้าด้วยกัน ให้เป็นโครงสร้างความคิดซึ่งตามแนวคิดของเพียเจต์ การสร้างความหมายทางภาษาลักษณะนี้ เรียกว่า Abstraction (วินัย คำสุวรรณ, 2558, น. 53 - 55)

ในทฤษฎี APOS การสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน ประกอบด้วยกลไกความคิดต่าง ๆ เช่น การเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorization), การเก็บประจุไว้ (Encapsulation), การเชื่อมประสาน (Coordination), การคิดกลับ (Reversal), การเปิดออกจากที่ประจุ (De-Encapsulation) และการเสนอให้เป็นสาระสำคัญ (Thematization) เนื่องจากโมเดลสมมุติฐานตั้งต้นได้รับการสร้างสมมุติฐานเชิงทฤษฎีและทดสอบเชิงประจักษ์ มันจึงสามารถใช้เป็นเครื่องมือเชิงบรรยายและเชิงคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพเพื่ออธิบายการนึกคิดทางคณิตศาสตร์ของปัจเจกบุคคลหนึ่ง



ภาพประกอบ 6 โครงสร้างความคิด(แผนภาพทางปัญญา) และการสร้างความหมาย

ที่มา : Dubinsky, E. (1991). *Reflective Abstraction in Advanced Mathematical Thinking*. In D.O. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking* (pp. 95-125). Dordrecht: Kluwer. p. 106

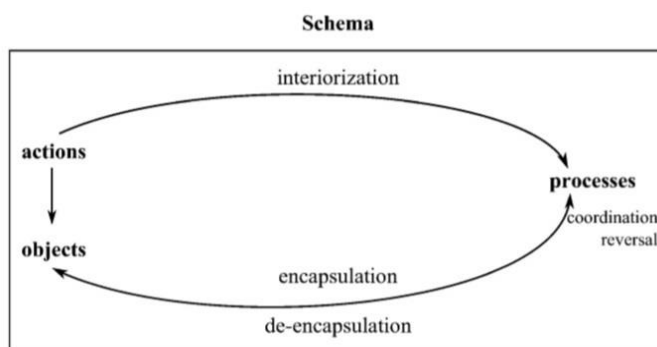
คำว่า “ความสามารถในการคิด” (Conception) หรือ “ความคิดรวบยอด” (Concept) นั้นปรากฏค่อนข้างบ่อยในงานวิจัยที่อิงอยู่กับทฤษฎี APOS แม้ว่าทั้งสองคำจะเกี่ยวข้องกันแต่ก็ไม่ใช่แนวคิดเดียวกัน แม็คโดนัลด์; และคณะ (McDonald, Matthews, และ Strobel, 2000, p.78) อธิบายความแตกต่างของสองคำไว้ดังนี้: เราจำแนกความแตกต่างระหว่างความสามารถในการคิด และความคิดรวบยอด ความสามารถในการคิดนั้นเกิดขึ้นที่ภายในจิตใจ เช่น แนวความคิด หรือ ความเข้าใจของปัจเจกบุคคลบุคคลหนึ่ง ส่วนความคิดรวบยอดนั้นเกิดขึ้นในระดับกลุ่ม เช่น ความคิดรวบยอดความคิดหนึ่งที่นักคณิตศาสตร์เห็นพ้องกัน หากนำเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ จำเพาะเรื่องหนึ่งไปใช้ในบริบทของทั้งสองคำนี้ ความสามารถในการคิด สำหรับเนื้อหาที่จะพัฒนาขึ้นก็ด้วยกิจกรรมที่อาศัยการคิดสะท้อน ในขณะที่คำว่าความคิดรวบยอด จะพูดถึงความเข้าใจของกลุ่มนักคณิตศาสตร์ที่มีต่อเนื้อหานั้น ดังนั้น โมเดลสมมุติฐานตั้งต้นจึงเป็นต้นแบบของการพัฒนาความสามารถในการคิดปัจเจกซึ่งสอดคล้องกันไปกับความคิดรวบยอด

## 2.2 คำอธิบายถึงโครงสร้างและกลไกทางความคิด

ดูบินสกี (Dubinsky, 1991) อธิบายถึงการสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน ทั้ง 5 ชนิด หรือกลไกทางความคิดทั้ง 5 กลไก ได้แก่ การเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorization), การเชื่อมต่อประสาน (Coordination), การคิดกลับ (Reversal), การเก็บประจุไว้ (Encapsulation), และการวางนัยทั่วไป (Generalization) ซึ่งนำไปสู่



การสร้างโครงสร้างทางความคิด: การกระทำ (Actions), กระบวนการ (Processes), สิ่ง que เรียนรู้ (Objects) และแผนภาพทางปัญญา (Schemas)



ภาพประกอบ 7 กลไกและโครงสร้างทางความคิดที่ใช้ในการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์

ที่มา: Arnon และคนอื่น ๆ (2014). *APOS Theory: A Framework for Research and Curriculum Development in Mathematics Education*. New York: Springer. p.18

เราสามารถอธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในภาพประกอบ 7 จากนั้นชุดการกระทำนี้ก็ไดถูกเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorized) เพื่อก่อเป็นกระบวนการ (Processes) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ต่อมาถูกประจุเก็บไว้ (Encapsulated) เพื่อก่อภาพเป็นสิ่งที่เรียนรู้ (Objects) ภาพสิ่งที่เรียนรู้ต่าง ๆ ก็สามารถถูกเปิดออก (De-Encapsulated) มาจากกระบวนการที่ได้ก่อกำขึ้น และในท้ายที่สุด ชุดการกระทำ กระบวนการ และภาพสิ่งที่เรียนรู้ สามารถจัดเก็บไว้ในแผนภาพทางปัญญา (Schemas) อาเซียลา; และคณะ (Asiala และคนอื่น ๆ, 1996, p.9)

ดูบินสกี (Dubinsky, 1991, p.106) บรรยายคุณลักษณะโดยภาพรวมระหว่าง องค์ประกอบเหล่านี้ว่าเป็น “ระบบการป้อนกลับเป็นวงกลม” (A Circular Feedback System) แม้ว่าการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่ได้เกิดขึ้นเป็นลำดับอย่างเส้นตรง คำอธิบายที่อิงอยู่บน ทฤษฎี APOS เรื่องการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับจิตใจถูกนำเสนอในเชิงลำดับชั้น (Hierarchical) ความลึกซึ้งและความสลับซับซ้อนของความเข้าใจของปัจเจกบุคคลเกี่ยวกับ มโนทัศน์เรื่องหนึ่งเรื่องใดขึ้นอยู่กับความสามารถในการจับหาความสัมพันธ์ระหว่างเหล่า โครงสร้างทางความคิดที่ประกอบสร้างความเข้าใจนั้นขึ้นมา ความสัมพันธ์เหล่านี้วางรากฐานการ เชื่อมโยงแผนภาพทางปัญญา (Schema) ซึ่งความสอดคล้องกันของความสัมพันธ์เหล่านี้สำคัญ

อย่างยิ่งต่อปัจเจกบุคคลให้สามารถเข้าใจสถานการณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ  
มโนทัศน์เรื่องนั้น

### 1. การกระทำ (Actions)

ตามที่เพียเจต์กล่าวและตามที่ทฤษฎี APOS รับไปใช้ เรายอมรับมโนทัศน์เข้าไปใน  
ความคิดในรูปการกระทำ (Action) ก่อน กล่าวคือ ในรูปการแปรของภาพวัตถุซึ่งได้ถูกรับเข้าไปใน  
ความคิดก่อนหน้านี้ หรือก็คือสิ่งที่เรียนรู้ (Objects) และการแปรนี้ถูกดำเนินการในระดับภายนอก  
การกระทำนั้นมีขึ้นในระดับภายนอกในแง่ที่ว่าแต่ละขั้นตอนการแปร เราจำเป็นต้องดำเนินการ  
อย่างชัดแจ้งและได้รับการนำทางด้วยคำชี้แนะจากภายนอกความคิด นอกจากนั้นแล้ว แต่ละ  
ขั้นตอนก็นำมาซึ่งขั้นตอนถัดไป นั่นก็คือเรายังไม่สามารถจินตนาการถึงขั้นตอนเหล่านั้นของการ  
กระทำที่ว่ามันได้ และไม่สามารถข้ามขั้นตอนใด ๆ ไปได้ เช่น ในกรณีของมโนทัศน์เรื่องฟังก์ชัน  
“คนที่ใช้นิพจน์ชัดเจนเพื่อคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์เรื่องฟังก์ชัน และคนนั้นสามารถทำได้มากกว่าแทน  
ตัวแปรในนิพจน์นั้นขึ้นมาได้ แล้วก็ดำเนินการต่อ ถือว่าคนนั้นมีความเข้าใจในระดับการกระทำต่อ  
เรื่องฟังก์ชัน” (Dubinsky, Weller, McDonald, และ Brown, 2005, p.338) นิพจน์ในที่นี้ทำหน้าที่  
เป็นนัยยะภายนอกซึ่งบอกว่าการกระทำโดยการแทนที่ค่าเฉพาะต้องมีขึ้นอย่างไรเป็นขั้นเป็นตอน

ปัจเจกบุคคลที่จำกัดอยู่ที่ความสามารถในการคิดเป็นการกระทำ (Action  
Conception) ย่อมยึดนัยยะภายนอก อย่างในกรณีที่มี 2 ฟังก์ชันประกบกัน บุคคลที่มี  
ความสามารถในการคิดเป็นการกระทำจะต้องการนิพจน์ที่ชัดเจนให้แต่ละฟังก์ชันเสมอ และจะคิด  
ได้เพียงการประกบกันของค่าเฉพาะเท่านั้น ตามที่ ไบรเดนบาค; และคณะ (Breidenbach,  
Dubinsky, Hawks, และ Nicholas, 1992, p.251) ได้ตั้งข้อสังเกต: ปัจเจกบุคคล “น่าจะไม่สามารถ  
สร้าง 2 ฟังก์ชันในสถานการณ์ทั่วไปอื่น ๆ เช่น เมื่อฟังก์ชันมีโดเมนแยก หรือเมื่อไม่ได้มี  
นิพจน์ใด ๆ ไว้ให้ฟังก์ชันเลย” แม้ว่าการกระทำเป็นแบบแผนดั้งเดิมที่สุด (และบ่อยครั้งก็เป็นแบบ  
แผนเดียวที่การสอนแบบลักษณะเดิมเน้นย้ำ) การกระทำ (Actions) ถือว่าเป็นพื้นฐานของทฤษฎี  
APOS

ความสามารถในการคิดเป็นการกระทำ จำเป็นต่อการพัฒนาแบบแผนอื่น ๆ  
โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกระทำถูกรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ  
(Interiorized) เพื่อก่อเป็นกระบวนการ (Processes) แล้วภาพสิ่งที่เรียนรู้ในความคิด (Mental  
Objects) ก็มีขึ้น เป็นผลจากการใช้การกระทำ และการกระทำใหม่ก่อให้เกิดการพัฒนาแบบแผนที่



เป็นลำดับในขั้นที่สูงขึ้น เช่น ในกรณีเรื่องฟังก์ชัน การดำเนินการกับฟังก์ชันต่าง ๆ กระบวนการเก็บประจุ (Encapsulation) การดำเนินการกับฟังก์ชันนั้นไว้เป็นสิ่งที่เรียนรู้ (Objects)

การกระทำ (Action) ตามแนวคิดเรื่อง การสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน ถือว่าการกระทำเป็นปฏิบัติการที่มีความซับซ้อนและหลากหลาย การกล่าวถึงตัวอย่างที่เรียกว่าการกระทำ จึงต้องอธิบายโดยอ้างถึงกริยาการกระทำ (Action Verbs) เช่น อธิบาย (Explain) จัดประเภท (Classify) ชี้หรือระบุตัว (Identity) ถอดความ (Paraphrase) เป็นต้น แม้ว่ามโนภาพของการกระทำจะอยู่ในขอบเขตจำกัด แต่การกระทำก็เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการสร้างความหมายให้แก่ความเข้าใจ เนื่องจากการกระทำจะกลายเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorized) โดยผ่านการลำดับความคิดที่ทำซ้ำ ๆ เกี่ยวกับการกระทำนั้น ส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorized) สำหรับการกระทำแต่ละอย่าง จะกลายเป็นโครงสร้างภายในที่เรียกว่า กระบวนการ (วินัย คำสุวรรณ, 2558, น.56-57)

การกระทำอาจจะง่ายหรือซับซ้อนขึ้นอยู่กับบริบท มีตัวอย่างบางส่วน ดังต่อไปนี้:

ในพีชคณิตเชิงเส้น: การสร้างมโนทัศน์เรื่อง  $n$  สิ่งอันดับ อาจเริ่มขึ้นโดยดำเนินการกระทำที่ประกอบด้วยการดึงเอาปริมาณจำเพาะของจำนวนแล้วจัดเรียงเป็นลำดับเจาะจง

ในสถิติ: กรณีเรื่องค่าเฉลี่ย การกระทำว่าด้วยการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลที่ให้มาถูกกำหนดโดยนิยามของชุดข้อมูลนั้น นักเรียนที่กำลังเรียนวิธีคำนวณหาค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลจำเพาะชุดหนึ่ง ทำการคำนวณตามสูตรที่ระบุเป็นชุดการกระทำไว้ นั่นคือเอาค่าของข้อมูลทุกหน่วยมาบวกกัน แล้วหารด้วยจำนวนรวมของหน่วยข้อมูลนั้น

ในแคลคูลัส: มีชุดการกระทำที่จำเป็นต่อการประมาณค่าของปริพันธ์จำกัดเขตโดยใช้พื้นที่ใต้กราฟ: เช่น แบ่งช่วงให้เป็นช่วงย่อยตามขนาดที่กำหนด สร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใต้เส้นโค้งสำหรับช่วงย่อยแต่ละช่วง คำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแต่ละรูป จากนั้นหาผลรวมของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งหมดเหล่านั้น

ตาราง 2 พฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของการกระทำ (Action)

แหล่งที่มา	พฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของการกระทำ (Action)
ธวัตรชัย เดนชา (2558)	นักเรียนเข้าใจในคำสั่ง “พับกระดาษแล้วนับช่อง” นักเรียนสามารถยืนยันความเข้าใจว่าตนเองเข้าใจในคำสั่งว่าอย่างไร
ศราวุฒิ จำวัน (2558)	<p>นักเรียนอ่านคำสั่งและลงมือปฏิบัติกิจกรรม, นักเรียนดูสื่อการสอนและทำความเข้าใจเกี่ยวกับนิยามแกนสมมาตร, นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจลักษณะของรูปที่มีแกนสมมาตรและรูปที่ไม่มีแกนสมมาตร,</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>นักเรียนใช้เมาส์คลิกลากรูปภาพไปวางในจุดของคำตอบในเกมส์ตามที่โจทย์กำหนด และนักเรียนมีความพยายามในการที่จะตรวจสอบจำนวนของแกนสมมาตรของรูปด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ใช้มือลากเป็นเส้นไปบนรูปที่อยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ และการวาดรูปเหมือนที่ปรากฏในสื่อมัลติมีเดียลงกระดาษ เป็นต้น และพยายามที่จะสลับรูปในแบบต่างๆ ที่เป็นไปได้ เพื่อให้คำตอบออกมาถูกต้อง (เป็นการสุ่มวางคำตอบแบบลองผิดลองถูก)</p>
มหाराจ อเนชกูมาร์ (Maharaj, 2010)	นักเรียนจำแนกและเข้าใจสัญลักษณ์ของฟังก์ชันในการแทนค่าของฟังก์ชัน, นักเรียนเข้าใจบทนิยามลิมิตของฟังก์ชัน และหาค่าลิมิตของฟังก์ชันอย่างง่ายได้

## ตาราง 2 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของ การกระทำ (Action)
บานสิลาล (Bansilal, 2013)	นักเรียนเข้าใจการคูณของจำนวนสองจำนวน เช่น $5 \times 3$ ว่าเป็นผลรวมของ 5 กลุ่มจำนวน กลุ่มจำนวนละ 3 เขาเห็นว่านักเรียนดำเนินการคูณได้ที่ระดับการกระทำ เนื่องจากนักเรียนคำนวณหาผลลัพธ์เพื่อให้ได้คำตอบ โดยทำการคำนวณที่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน โดยนักเรียนวาดภาพกลุ่มจำนวนขึ้นมาทั้งหมด 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยจุด 3 จุด แล้วนับจุดทั้งหมดรวมกันเพื่อให้ได้คำตอบ

## 2. การเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorization) และกระบวนการ (Processes)

กระบวนการสร้างขึ้นโดยใช้หนึ่งในสองของกลไกทางความคิด: การเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorization) และการเชื่อมประสาน (Coordination) กลไกทางความคิดแต่ละกลไกเหล่านี้ก่อให้เกิดกระบวนการใหม่ เราอธิบายเรื่องการเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจในหัวข้อนี้ และจะอธิบายเรื่องการเชื่อมประสานในหัวข้อที่ 4 เมื่อปัจเจกบุคคลดำเนินการกระทำซ้ำ ๆ และพิจารณาถึงการกระทำนั้น เขาย่อมเปลี่ยนจากการพึ่งพิงนัยยะภายนอกมาเป็นการควบคุมการกระทำนั้น ๆ ได้เองจากภายใน ลักษณะพัฒนาการที่ว่านี้ว่าด้วยความสามารถที่จะจินตนาการว่าตนเองลงมือทำให้ขั้นตอนต่าง ๆ ลุล่วงได้โดยไม่ต้องดำเนินการกับทุก ๆ ขั้นตอนอย่างชัดแจ้ง และว่าด้วยความสามารถที่จะข้ามขั้นตอนบางขั้นตอนไปหรือคิดขั้นตอนเหล่านั้นแบบย้อนกลับได้ การเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจเป็นกลไกที่ทำให้พัฒนาการทางความคิดนี้มีขึ้นได้

การกระทำอันหนึ่งอันใดต้องถูกเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ ตามที่เราได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ หมายความว่า การสร้างองค์ความรู้บางอย่างภายในเกิดขึ้นโดยเกี่ยวข้องกับการกระทำที่ถูกเรียนรู้และรับเข้าไปนั้น การกระทำใดที่ถูกเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจคือกระบวนการ การเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของ

การทำงานด้านจิตใจเปิดทางให้ผู้ที่มักไปไกลความคิดนี้ตระหนักรู้ และพิจารณาถึงการกระทำอันหนึ่งเพื่อโยงการกระทำอันนั้นเข้ากับการกระทำอันอื่น ๆ ได้ (ดูบินสกี. 1991: 107)

ในทางเดียวกัน ดูบินสกี และคณะ (Dubinsky และคนอื่น ๆ, 2005, p.339) อธิบายถึงกระบวนการและตีความแผนผังทางความคิดดังกล่าวสำหรับกรณีเรื่องฟังก์ชันไว้ดังนี้: เมื่อปัจเจกบุคคลดำเนินการกระทำอันใดอันหนึ่งซ้ำ ๆ และพิจารณาถึงการกระทำนั้น เขาอาจจะเรียนรู้และรับการกระทำนั้นเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorized) เป็นกระบวนการ (Process) กระบวนการคือแผนผังทางความคิดที่ดำเนินการไปในแบบเดียวกันกับการกระทำที่ถูกเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ เพียงแต่เกิดขึ้นในความคิดของบุคคลนั้นทั้งสิ้น บุคคลที่มีแผนผังความคิดนี้จึงสามารถจินตนาการ ทำการแปร (Transform) โดยไม่ต้องดำเนินการทุกขั้นตอนอย่างชัดแจ้ง ดังนั้น ปัจเจกบุคคลที่มีความเข้าใจเป็นกระบวนการในเรื่องฟังก์ชันจะสร้างกระบวนการทางความคิดให้กับฟังก์ชันที่นำมา แล้วคิดเกี่ยวกับโดเมน ซึ่งเป็นไปได้ว่าไม่ได้เจาะจง และคิดในแง่ของการแปรโดเมนเหล่านั้นให้ได้ผลลัพธ์เป็นเรนจ์

แม้ว่าภายใต้มันท์สนธิเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การกระทำและกระบวนการอาจถูกใช้ในการแปรอันเดียวกันก็ตาม แต่แผนผังทางความคิดทั้งสองแผนผังต่างกันในแง่ที่ว่า: สำหรับการกระทำ ผู้ดำเนินการต้องทำการแปรจริง (ไม่ว่าจะด้วยการลงมือปฏิบัติหรือดำเนินการอยู่ในความคิด) แต่สำหรับกระบวนการนั้น ผู้ดำเนินการสามารถทำการแปรโดยไม่จำเป็นต้องดำเนินการทุกขั้นตอน

กระบวนการ (Process) คล้ายกับปฏิบัติการ (Operations) ของเพียเจต์ ผลสำเร็จของกระบวนการที่มาจากส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorized) เป็นสิ่งที่แสดงว่าผู้เรียนสามารถสะท้อนความคิดต่อกระบวนการหรือปฏิบัติการนั้นได้ อธิบายได้ และมองย้อนกลับถึงขั้นตอนการปรับเปลี่ยนมาเป็นกระบวนการได้ โดยไม่ต้องใช้สิ่งไว้ภายนอก โดยเฉพาะเมื่อมาถึงขณะนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการนี้ให้ได้ซึ่งกระบวนการใหม่ด้วยการเชื่อมต่อประสาน (Coordination) หรือไม่ก็เป็นการคิดกลับ (Reversal) สำหรับการเชื่อมต่อประสาน มีความสัมพันธ์กับกระบวนการหลาย ๆ อย่าง ในการสร้างความหมายให้กับกระบวนการใหม่ ส่วนการคิดกลับเป็นการสร้างความหมายให้กับกระบวนการที่ยังไม่มีการให้ความหมายในช่วงที่มาจากส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (วินัย คำสุวรรณ, 2558, น.57)

มีตัวอย่างให้บางส่วนดังต่อไปนี้:

ในพีชคณิตเชิงเส้น: เมื่อการกระทำที่ใช้ในการสร้าง  $N$  สิ่งอันดับ ถูกเรียนรู้ และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจเป็นกระบวนการแล้ว ผู้เรียนสามารถสร้าง  $N$  สิ่งอันดับขึ้นในความคิดได้แม้ว่า  $N$  ไม่ได้ถูกเจาะจง เขายังสามารถพิจารณาสร้าง  $N$  สิ่งอันดับขึ้นในพื้นที่ปริภูมิเวกเตอร์ใดก็ได้ ซึ่งรวมถึงปริภูมิมิติอนันต์ เป็นไปได้อีกด้วยที่เขาจะสามารถนึกถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งอันดับ โดยรู้ว่าอาจมีองค์ประกอบที่ซ้ำกันแต่ลำดับขององค์ประกอบเหล่านั้นต้องไม่เปลี่ยนแปลง

ในสถิติ: ในกรณีค่าเฉลี่ย การกระทำว่าด้วยการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลถูกเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจเป็นกระบวนการ ก็เมื่อนักเรียนสามารถอธิบายโดยทั่วไปได้ว่าคำนวณหาค่าเฉลี่ยจากชุดข้อมูลที่ให้มาอย่างไร และเข้าใจแนวคิดที่ว่าค่าเฉลี่ยค่าหนึ่งนั้นเป็นตัวแทนของลักษณะเฉพาะของชุดจำนวนทั้งหมดชุดหนึ่ง (Matthews และ Clark, 2013)


ในแคลคูลัส: ในกรณีปริพันธ์จำกัดเขต การกระทำที่ว่าด้วยการกำหนดผลรวมรีมันน์สำหรับผลแบ่งกัน (Partition) ที่เจาะจงถูกเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจเป็นกระบวนการ ก็เมื่อปัจเจกบุคคลอธิบายได้ว่าผลรวมรีมันน์สำหรับผลแบ่งกันที่ไม่เจาะจงถูกกำหนดอย่างไร และเมื่อสามารถจินตนาการได้ว่ากระบวนการดังกล่าว มีต่อไปพร้อมกับขนาด mesh size ที่ลดลง (ความยาวสูงสุดของช่วงย่อยอันหนึ่ง)

เมื่อนึกถึงมโนทัศน์ของฟังก์ชัน ผู้เรียนจะสามารถเชื่อมโยงกระบวนการตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป ในการหาค่าตอบของฟังก์ชัน โดยใช้วิธีประสานหลายกระบวนการนั้นเข้าสู่กระบวนการเดียว ขั้นที่เป็นกระบวนการเดียวนั้นคือการคิดกลับ (วินัย คำสุวรรณ์, 2558, น.57)

ตาราง 3 พฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของกระบวนการ (Process)

แหล่งที่มา	พฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของ กระบวนการ (Process)
ธวัตรชัย เดนชา (2558)	นักเรียนสามารถคาดการณ์ได้ว่าจำนวนครั้งที่พบกับจำนวนช่องของกระดาษเพิ่มขึ้น และสามารถยืนยันความเข้าใจว่าลักษณะที่เพิ่มขึ้นนั้นเกิดขึ้นเพราะอะไร นักเรียนสามารถคาดการณ์ผลที่เกิดขึ้นในแนวโน้มที่เป็นไปได้ โดยที่นักเรียนยังไม่ได้พบกระดาษจริง

## ตาราง 3 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พฤติกรรมกรเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของ กระบวนการ (Process)
ธวัตรชัย เดนชา (2558)	แต่เป็นเพียงการอาศัยจินตนาการ เช่น นักเรียนสามารถคาดการณ์ได้ว่าถ้าพับกระดาษครั้งที่ $n$ จำนวนช่องที่เกิดขึ้นเท่ากับ $2^n$
ศราวุฒิ จำวัน (2558)	<p>นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจรูปแบบกิจกรรมผ่านโปรแกรม เช่น การชี้บอกเพื่อนว่าคลิกตรงไหน การกระตุ้นเพื่อนให้เลือกคลิกฟังก์ชันต่างๆ ของโปรแกรม เพื่อให้กิจกรรมดำเนินต่อไป , นักเรียนมีคำพูดที่แสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจรูปแบบกิจกรรมผ่านโปรแกรม เช่น คำพูดที่ว่า “มันต้องคลิกตรงนั้น” , “เอาไปตรงนั้น” , “ไม่ใช่ตรงนี้” , “ตรงนั้นถูกแล้ว” , “ว่าแล้วต้องไม่ใช่” , “เมื่อก็บอกแล้ว” ฯลฯ, นักเรียนรู้และเข้าใจว่าหากคลิกฟังก์ชัน  คำตอบทั้งหมดที่ได้จะทำหายไป, ในกิจกรรมเกมส์ นักเรียนรู้และเข้าใจว่าการลากรูปภาพไปวางตรงตำแหน่งที่เป็นคำตอบ ต้องวางทับให้สนิทไม่เช่นนั้นรูปจะขยับไปตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด ซึ่งอาจส่งผลให้คำตอบที่ได้ไม่นั้นผิดพลาด, นักเรียนรู้ว่าหากคำตอบไม่ถูกต้องทั้งหมดในหน้านั้น จะไม่สามารถไปยังข้อต่อไปได้ และนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงคำตอบอย่างมีหลักการ เช่น เมื่อนำคำตอบที่หนึ่งมาวางแล้วยังไม่ถูกต้อง นักเรียนก็จะเลือกคำตอบใหม่ที่ไม่ซ้ำกันมาวางเพื่อดูผลอีกครั้ง</p>
มหाराจ อเนชกูมาร์ (Maharaj, 2010)	นักเรียนสามารถหาค่าลิมิตของฟังก์ชันพหุนาม, หาค่าลิมิตด้านซ้ายและลิมิตด้านขวาได้
บานสิลาล (Bansilal, 2013)	เป็นการต่อยอดจากความเข้าใจในระดับการกระทำของนักเรียน โดยปกติผู้สอนจะออกแบบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และรับเอาความเข้าใจการคูณของจำนวนสองจำนวน $5 \times 3$ เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorized) และคิดได้ในระดับกระบวนการ ความสามารถในการคิดระดับนี้มีขึ้นเมื่อนักเรียนหาคำตอบได้โดยไม่ต้องวาดภาพกลุ่มจำนวนขึ้นมา



## ตาราง 3 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พฤติกรรมกรเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของ กระบวนการ (Process)
บานสิลาล (Bansilal, 2013)	และสามารถดำเนินการได้ในใจ สำหรับนักเรียนที่ขาดแนวคิดเรื่อง การบวกซ้ำของจำนวนที่เท่ากัน จะไม่สามารถเก็บประจุกระบวนการ (ดำเนินการบวกซ้ำได้) นักเรียนจะไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจ การคูณของจำนวนสองจำนวน $5 \times 3$ ในแบบที่มีประสิทธิภาพมากกว่า นั่นเป็นเพราะเขาจำเป็นต้องการสิ่งอำนวยความสะดวก (การวาดภาพ เพื่อนับจุดของจำนวน) อยู่เสมอ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

### 3. การเก็บประจุไว้ (Encapsulation) และสิ่งที่เรียนรู้ (Objects)

การเก็บประจุไว้เกิดขึ้นเมื่อปัจเจกบุคคลใช้การกระทำกับกระบวนการ นั่นก็คือ เขาเห็นโครงสร้างพลวัต (กระบวนการ) เป็นแบบแผนสถิตที่เราสามารถใช้การกระทำลงไปที่แบบแผนนี้ได้ ดูบีนสกี และคณะ (Dubinsky และคนอื่น ๆ, 2005, p.338) อธิบายไว้ดังต่อไปนี้

หากปัจเจกบุคคลใดตระหนักรู้ว่ากระบวนการเป็นสิ่งรวมยอด รู้ว่าการแปรต่าง ๆ ดำเนินการขึ้นได้บนสิ่งรวมยอดนี้ และสร้างการแปรเหล่านั้นได้จริง (อย่างชัดเจนหรือในความคิด) เราจะกล่าวได้ว่าบุคคลนั้นได้ประจุเก็บ (Encapsulated) กระบวนการนั้นไว้เป็นสิ่งที่เรียนรู้ที่ระดับความคิด (Cognitive Object)

สิ่งที่เรียนรู้ (Object) ในกรอบทฤษฎีนี้ ถูกจัดให้เป็นที่ยุทธศาสตร์ทางความคิด (Mental Objects) ที่เป็นเค้าโครงความคิดรวมยอด (Construct) ของปัจเจกบุคคลในการเรียนรู้ เรื่องราวหรือที่ยุทธศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Objects) ในทางทฤษฎีมีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนรู้หรือที่ยุทธศาสตร์ทางความคิดกับที่ยุทธศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ สิ่งที่เรียนรู้หรือที่ยุทธศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎี APOS เป็นผลมาจากกลไก การประจุความหมายเข้าเป็นคำหรือการเก็บประจุไว้ (Encapsulation) ซึ่งปัจเจกบุคคลจะสะท้อนสิ่งที่เรียนนามธรรมจากประสบการณ์แล้วหลอมหลอมเข้าสู่กระบวนการรู้คิด จนกลายเป็นสิ่งที่เรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (วินัย คำสุวรรณ, 2558, น.57)

มีตัวอย่างให้บางส่วนดังต่อไปนี้ :

ในพีชคณิตเชิงเส้น: การเปรียบเทียบและการดำเนินการทวิภาคบน  $n$  สิ่งอันดับล้วนเป็นการกระทำ (Actions) ต่อ  $n$  สิ่งอันดับทั้งสิ้น เพื่อให้ดำเนินการกระทำเหล่านี้ได้





สำเร็จ กระบวนการในการสร้าง  $n$  สิ่งอันดับต้องถูกเก็บประจุไว้ (Encapsulated) เป็นสิ่งที่เรียนรู้ (Object)

ในสถิติ: เพื่อให้มองเห็นว่าค่าเฉลี่ยเป็นวิธีหนึ่งในการวัดแนวโน้มเข้าสู่ ส่วนกลาง (Central Tendency) ที่บอกข้อมูลและแสดงสมบัติต่าง ๆ ให้ชัดเจนเกี่ยวกับสถิติหรือ ชุดข้อมูลหนึ่ง (สมบัติในที่นี้ก็คือชุดการกระทำ) กระบวนการการคำนวณหาค่าเฉลี่ยถูกเก็บประจุไว้เป็นสิ่งที่เรียนรู้ที่ระดับความคิด (Mental Object) (แมทธิวส์ และคลาร์ก. 2003)

ในแคลคูลัส: พื้นที่ใต้กราฟสำหรับฟังก์ชันที่อยู่บนช่วงปิดคือลิมิตของผลรวม รีมันน์ การกระทำที่ใช้ในกระบวนการหาผลรวมรีมันน์ เพื่อกำหนดการมีอยู่ของลิมิตและ/ หรือเพื่อ หาค่าดังกล่าว นักเรียนจำเป็นต้องเก็บประจุกระบวนการหาผลรวมรีมันน์ไว้เป็นสิ่งที่เรียนรู้

ตาราง 4 พฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของสิ่งที่เรียนรู้ (Object)

แหล่งที่มา	พฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะ ที่เป็นความหมายของ สิ่งที่เรียนรู้ (Object)
ธวัตรชัย เดนชา (2558)	นักเรียนสามารถสรุปออกมาเป็นสูตรได้ว่า ความสัมพันธ์ ระหว่างจำนวนครั้งที่พบกับจำนวนช่องที่เกิดขึ้น คือ $x = 2^n$ เมื่อ $X$ คือ จำนวนช่องที่เกิดขึ้น $n$ คือ จำนวนครั้งที่พบ
ศราวุฒิ จำวัน (2558)	นักเรียนมีการสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของ โปรแกรมทั้งที่เป็นพฤติกรรมและคำพูด, ในระหว่างทำ กิจกรรมนักเรียนสามารถคลิกที่ฟังก์ชัน   ได้, นักเรียนมีการสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับนิยามการเป็นรูป ที่มีแกนสมมาตร, นักเรียนสามารถตรวจสอบและสรุปได้ว่า รูปที่เห็นเป็นรูปที่มีแกนสมมาตรหรือไม่โดยมีเหตุผลอธิบาย
มหाराจ อเนชกูมาร์ (Maharaj, 2010)	นักเรียนสามารถหาค่าลิมิต $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ ได้ ถ้าผลออกมาอยู่ ในรูปแบบที่ไม่ได้กำหนด

ตาราง 4 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พฤติกรรมการณ์เรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของ สิ่งที่เรียนรู้ (Object)
บานสิลาล (Bansilal, 2013)	ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ทำให้เข้าใจสมบัติการคูณ เช่น $5 \times 3 = 3 \times 5$ และ $6 \times 5 = (2 \times 3) \times 5$ คือการตระหนักรู้ว่ากระบวนการคูณ $5 \times 3$ เป็นสิ่งรวมยอดที่สามารถลงมือดำเนินการได้ การเข้าถึงวิธีการคิดที่แตกต่างของการหาคำตอบให้กับสิ่งที่เรียนรู้ (Object) ของนักเรียนก็จะมีขึ้น

ตามที่มีรายงานในการศึกษาหลากหลายที่อิงอยู่บนทฤษฎี APOS กลไกการเก็บประจุไว้เป็นกลไกที่ยากที่สุด เช่น การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการคิดของนักเรียนเกี่ยวกับทฤษฎีบทพื้นฐานของสถิติ โดย คลาร์ก และคณะ (Clark, Kraut, Mathews, และ Wimbish, 2007, p.5) รายงานว่า อย่างไรก็ดี การจะก้าวไปให้ไกลกว่าความสามารถในการคิดเป็นกระบวนการเรื่องค่าเฉลี่ยนั้นเป็นเรื่องที่ยากกว่ามาก มีนักเรียนสามคนในกลุ่มนักเรียนที่เราศึกษาอยู่ที่ไม่พัฒนาไปไกลกว่าความสามารถในการคิดเป็นกระบวนการเรื่องค่าเฉลี่ย ถึงพวกเขาจะสามารถดำเนินการกระทำที่จำเป็นได้ อธิบายกระบวนการในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของชุดจำนวนได้ และบางที่ยังใช้กระบวนการในการคำนวณที่วนซ้ำในแบบย้อนกลับได้อีกก็ตาม ปรากฏว่านักเรียนสามคนนี้ก็ไม่สามารถนึกให้ค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลชุดหนึ่งเป็นสัญลักษณ์หรือเอนทิตีได้ (Entity) พวกเขาไม่สามารถดำเนินการอะไรได้เลยกับผลลัพธ์จากกระบวนการต่าง ๆ ที่เขาใช้ หรือไม่สามารถเชื่อมโยงสมบัติที่เป็นประโยชน์ใด ๆ กับค่าเฉลี่ยที่พวกเขาคำนวณได้

ในการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้ที่ระดับความคิดเรื่องฟังก์ชันสองตัวแปร ทรีเกรอส และมาร์ติเนส-ปลาเนลล์ (Triqueros และ Martínez-Planell, 2010) พบว่ามีนักเรียนของเขาเพียงหนึ่งคนที่พัฒนาความสามารถทางความคิดเป็นสิ่งที่เรียนรู้ (Object Conception) ขึ้นมาก่อนหน้าแล้ว สฟาร์ด (Sfard, 1991, p.30) ก็ได้เขียนเกี่ยวกับ “ความยากโดยธรรมชาติของการทำนามธรรมให้เป็นรูปธรรม” (คล้ายกับการเก็บประจุไว้ในทฤษฎี APOS) โดยกล่าวให้ชวนคิดว่า จะให้เห็นอะไรที่คุ้นเคยให้เป็นสิ่งใหม่โดยสิ้นเชิงได้นั้นไม่ได้จะทำได้ง่าย ๆ ความยากที่เกิดขึ้นตอนที่เราเปลี่ยนกระบวนการ (Process) ให้กลายเป็นสิ่งที่เรียนรู้ (Object) จะว่าไปแล้ว

ก็เหมือนกับความยากที่เกิดขึ้นตอนที่เราเปลี่ยนจากกระบวนการทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อันหนึ่งไปยังอีกอัน

#### 4. การเปิดกระบวนการออกจากที่ประจุ (De-Encapsulation) การเชื่อมประสานกระบวนการ (Coordination) และการคิดกลับกระบวนการ (Reversal of Processes)

เมื่อกระบวนการ (Process) ถูกเก็บประจุไว้เป็นสิ่งที่เรียนรู้ที่ระดับความคิดแล้ว (Mental Object) สิ่งที่เราเรียนรู้ก็สามารถถูกเปิดออกจากที่ประจุ (De-Encapsulated) กลับมาเป็นกระบวนการพื้นฐานนั้นได้หากเกิดความต้องการขึ้น พุทธิกนัยหนึ่งคือโดยใช้กลไกการเปิดออกจากที่ประจุไว้ บัจเจกบุคคลก็สามารถย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ยังผลให้เกิดเป็นสิ่งที่เรียนรู้ขึ้นได้

กลไกการเชื่อมประสาน (Coordination) สำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างสิ่งที่เรียนรู้ (Object) บางสิ่งให้มีขึ้น สิ่งที่เราเรียนรู้สองสิ่งสามารถถูกเปิดออกจากที่ประจุ (De-Encapsulated) และกระบวนการของทั้งสองสิ่งที่เรียนรู้ก็สามารถเชื่อมประสานกันได้ กระบวนการทั้งสองกระบวนการที่เชื่อมประสานกันก็สามารถถูกเก็บประจุไว้ (Encapsulated) เพื่อสร้างสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ (New Object)

ต่อไปนี้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในระดับความคิดเกี่ยวกับการประกอบกันของฟังก์ชัน เพื่อที่จะประกอบฟังก์ชัน  $F$  เข้ากับฟังก์ชัน  $G$  เพื่อให้ได้  $FOG$  เราต้องเปิดสิ่งที่เรียนรู้ทั้งสองฟังก์ชันนี้ออกจากที่ประจุ (De-Encapsulated) กลับมาเป็นกระบวนการที่ใช้สร้างฟังก์ชันแต่ละฟังก์ชันขึ้น กระบวนการของทั้งสองฟังก์ชันนี้ก็เชื่อมประสานกันโดยที่กระบวนการของฟังก์ชัน  $F$  ถูกใช้ลงไปในองค์ประกอบที่ได้จากการใช้กระบวนการของฟังก์ชัน  $G$  กระบวนการที่ได้เป็นผลลัพธ์ก็ถูกเก็บประจุไว้เป็นสิ่งที่เรียนรู้สิ่งใหม่ (New Object)

ตามที่ชี้แจงไว้ในภาพประกอบ 6 เราสามารถคิดกลับกระบวนการได้ เช่น ดูบินสกี (Dubinsky, 1991, p.115) ได้อธิบายไว้ว่าเราสามารถคิดกลับกระบวนการฟังก์ชันเพื่อให้ได้ฟังก์ชันผกผันได้อย่างไร :

ด้วยการคิดสะท้อนถึงสิ่งรวบยอด (Totality) ของกระบวนการของฟังก์ชัน บัจเจกบุคคลก็สามารถเข้าใจแนวคิดของฟังก์ชันที่กำลังพยายามดำเนินการอยู่ได้ การคิดสะท้อนถึงกระบวนการของฟังก์ชันและการคิดกลับของกระบวนการนั้นดูจะใช้ในแนวคิดเรื่องฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง แนวความคิดเรื่องฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งทั่วถึง (Bijective Functions) ถูกสร้างขึ้นเป็นองค์ความรู้ที่ระดับความคิด และสร้างฟังก์ชันผกผันโดยใช้กลไกการคิดกลับ และมีอีกสถานการณ์หนึ่งที่มีความยากเทียบเคียงกันซึ่งอธิบายได้จากความจำเป็นที่ต้องคิดกลับกระบวนการ สถานการณ์นี้เกิดขึ้นระหว่างที่เด็กพัฒนาความสามารถในการคำนวณ ตามที่ ริลลีย์; และคณะ (Riley, Greeno,

และ Heller, 1983, p.157) กล่าวไว้ดังนี้ “โจทย์ที่แสดงแทนด้วยวลีที่มีค่าที่เราไม่รู้เป็นตัวเลขตัวแรก ( $? + b = c$ ) หรือตัวเลขตัวที่สอง ( $a + ? = c$ ) ยากกว่าโจทย์ที่แสดงแทนด้วยวลีที่มีเครื่องหมายเท่ากับซึ่งมีค่าที่เราไม่รู้อยู่ในตำแหน่งผลลัพธ์ ( $a + b = ?$ )” โจทย์ในสองแบบแรกใช้การคิดกลับกระบวนการ ซึ่งกระบวนการนี้เราใช้ลงไปที่โจทย์แบบที่สามได้เลยโดยตรง ดูบินสกี (Dubinsky, 1991, p.118)

## 5. การเสนอให้เป็นสาระสำคัญ (Thematization) และแผนภาพทางปัญญา (Schemas)

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในภาพประกอบ 6 (หัวข้อ 2.1) ก่อเกิดการสร้างแผนภาพทางปัญญา (Schemas) ตามที่ดูบินสกี (Dubinsky, 1991) ได้กล่าวไว้ กลไกการเชื่อมโยงแผนภาพทางปัญญามีลักษณะพิเศษตรงที่พลวัต (Dynamism) และการสร้างชิ้นใหม่ต่อเนื่อง (Continuous Reconstruction) ของตัวกลไกเองซึ่งลักษณะพิเศษนี้ถูกกำหนดโดยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จำเพาะของผู้เรียน

ความเชื่อมโยงของแผนภาพทางปัญญาใด ๆ ถูกกำหนดโดยความสามารถของบุคคลนั้นในการสืบให้แน่ใจว่าแผนภาพทางปัญญานั้น ๆ สามารถใช้ได้กับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์สถานการณ์หนึ่ง เมื่อแผนภาพทางปัญญาถูกสร้างขึ้นเป็นหมวดหมู่โครงสร้างที่สอดคล้อง (การกระทำ กระบวนการ สิ่งที่เราเรียนรู้ และแผนภาพทางปัญญา) และโครงสร้างเหล่านี้มีความสัมพันธ์ระหว่างกันแล้ว แผนภาพทางปัญญานั้นก็สามารถถูกแปรเป็นแบบแผนสถิต (สิ่งที่เรียนรู้) และ/หรือถูกใช้เป็นโครงสร้างพลวัตที่นำเข้าสู่สิ่งที่เรียนรู้หรือแผนภาพทางปัญญาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

แผนภาพทางปัญญา (Schema) เป็นองค์ประกอบสุดท้ายของทฤษฎี APOS แผนภาพทางปัญญาเป็นที่รวมของกระบวนการและสิ่งที่เรียนรู้หลายอย่าง สิ่งที่เกิดขึ้นรวมเข้าด้วยกัน (Collection) นี้ อาจเกาะเกี่ยวกันมากน้อยบ้าง แต่ผู้เรียนนำมาใช้ในการทำความเข้าใจและใช้ประโยชน์ในการสังเกตปรากฏการณ์และเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คำว่าแผนภาพทางปัญญาตามทฤษฎีนี้ มีความสัมพันธ์กับคำว่า Schema ของเพียเจต์ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้แผนภาพทางปัญญา และแผนภาพทางปัญญาอาจแสดงออกมาในรูปแบบของสิ่งที่เรียนรู้ หรือสิ่งที่เรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบอื่น เช่น การกระทำ (Action) และกระบวนการ (Process) ซึ่งจะนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ต่อไป (วินัย คำสุวรรณ , 2558, น.58)

ตัวอย่าง แผนภาพทางปัญญาสำหรับพื้นที่ปริภูมิเวกเตอร์อาจรวมเอา  $n$  - สิ่งอันดับ และเมทริกซ์ เป็นสิ่งที่เรียนรู้ และรวมเอาพหุนามและฟังก์ชันเป็นกระบวนการ สิ่งที่เรียนรู้ และกระบวนการทั้งหมดเหล่านี้ อาจเกี่ยวข้องกันเพราะมีสมบัติบางอย่างร่วมกัน เช่น สอดคล้องกับสัญพจน์กลุ่มหนึ่งที่กำหนดขอบเขตพื้นที่ปริภูมิเวกเตอร์ ความเกี่ยวข้องของแผนภาพทางปัญญานี้ตั้งอยู่บนนิยามทางคณิตศาสตร์ว่าด้วยเรื่องพื้นที่ปริภูมิเวกเตอร์ ซึ่งผู้เรียนใช้เพื่อระบุว่าแผนภาพทางปัญญานั้นใช้ได้กับสถานการณ์ที่ให้มาหรือไม่ การก่อแผนภาพทางปัญญาเป็นสิ่งที่เรียนรู้ที่ระดับความคิดจะสัมฤทธิ์ผลได้โดยผ่านกลไกการเสนอให้เป็นสาระสำคัญ (Thematization) กลไกดังกล่าวนี้ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้การแปรต่าง ๆ ลงไปที่โครงสร้างแผนภาพทางปัญญานี้

ตาราง 5 พฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของแผนภาพทางปัญญา (Schema)

แหล่งที่มา	พฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกหรือลักษณะที่เป็นความหมายของ แผนภาพทางปัญญา(Schema)
ธวัตรชัย เดนชา (2558)	นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของจำนวนครั้งที่พับกระดาษกับจำนวนช่องที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจในระดับการกระทำ กระบวนการ สิ่งที่เรียนรู้ และสามารถเชื่อมโยงให้เป็นส่วนหนึ่งของแผนภาพทางปัญญา เช่น เมื่อพุดถึงนิยาม $a$ คู่กัน $r$ ตัว นักเรียนสามารถเข้าใจและสรุปได้ว่ากำลังเรียนเนื้อหาเรื่อง เลขยกกำลัง
ศราวุฒิ จำวัน (2558)	ในระหว่างทำกิจกรรมนักเรียนมีการพุดถึงความรู้และความจำเกี่ยวกับข้อคำถามที่กำหนดให้ในลักษณะเชื่อมโยงกับความรู้อื่นที่นอกเหนือไป จากบทเรียน, นักเรียนมีการพุดถึงลักษณะการสร้างรูปที่มีแกนสมมาตร เช่น หากพับกระดาษก่อนแล้วตัดเป็นรูปใด ๆ หลังจากคลี่กระดาษนั้นออกแล้ว ย่อมจะเป็นรูปที่มีแกนสมมาตร, นักเรียนมีการพุดถึงการมีแกนสมมาตรของรูปทรง เช่น ถามว่า บ้าน รถยนต์ ลูกฟุตบอล มีแกนสมมาตรหรือไม่ เป็นต้น
มหाराจ อเนชกูมาร์ (Maharaj, 2010)	นักเรียนสามารถหาค่าลิมิต $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ และ $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$ ได้

ตาราง 5 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พฤติกรรมการณ์เรียนรู้ที่แสดงออกหรือ ลักษณะที่เป็นความหมายของแผนภาพทางปัญญา (Schema)
บานสิลาล (Bansilal, 2013)	ความเข้าใจของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นจากการเห็นความสามารถของนักเรียนในการคูณจำนวนสองจำนวน $5 \times 3$ เป็นการกระทำกระบวนการ และสิ่งที่เรียนรู้ นักเรียนจะมีความเข้าใจความคิดรวบยอดเรื่อง การหารหรือการคูณจำนวน เช่น $30 \times 5 = (3 \times 10) \times 5$ เพื่อเข้าใจความคิดรวบยอดเรื่องดังกล่าว นักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจ $5 \times 3$ เป็นสิ่งที่เรียนรู้ก่อน ซึ่งเป็นสิ่งที่เรียนรู้ที่สามารถลงมือดำเนินการได้

ดังนั้นแผนภาพทางปัญญาจึงเป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยรายละเอียดการจัดการการยกตัวอย่างของโครงสร้างทางความคิดที่ปัจเจกบุคคลสร้างขึ้นเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เรื่องหนึ่ง การศึกษาที่มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาแผนภาพทางปัญญามีไม่มาก และการวิจัยเพื่อให้เข้าใจว่าแผนภาพทางปัญญาพัฒนาและถูกใช้อย่างไรก็เป็นที่ต้องการมากขึ้น

### 2.3 ภาพรวมโครงสร้างและกลไกของทฤษฎี APOS

การพัฒนาแผนภาพทางปัญญาเกิดขึ้นได้โดยใช้กระบวนการที่เรียกว่า การสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน (Reflective Abstraction) กระบวนการนี้อาศัยกลไก 2 อย่าง : การมุ่งความคิดไปสู่การสรุปได้แนวคิดสำคัญในระดับที่สูงขึ้น และการคิดสะท้อนที่มุ่งไปที่การประกอบสร้างและจัดให้เป็นระบบใหม่ที่กว้างขึ้น โดยใช้กระบวนการสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อนเป็นวิธีการ ความคิดรวบยอดต่างก็สามารถวิวัฒน์ต่อไปจากการกระทำเป็นกระบวนการ เป็นสิ่งที่เรียนรู้ และกลายเป็นแผนภาพทางปัญญาในที่สุด ขั้นตอนเหล่านี้เรียกว่า การเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorization) การเก็บประจุไว้ (Encapsulation) และการเสนอให้เป็นสาระสำคัญ (Thematization) ตามลำดับ

การเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorization) คือการแปรการกระทำอันใดอันหนึ่งเป็นกระบวนการที่ซึ่งชุดลำดับการกระทำที่เราลงมือทำได้จริงนั้นสามารถดำเนินการได้ในความนึกคิดโดยที่ไม่จำเป็นต้องบอกให้ดำเนินการ หรือลงมือดำเนินการ



จริงในทุก ๆ ขั้นตอน ดังนั้นขั้นตอนดังกล่าวเกิดขึ้นสำเร็จ เราจะกล่าวได้ว่าการกระทำถูกเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจในรูปของกระบวนการ

การเก็บประจุไว้ (Encapsulation) คือกระบวนการอันใดอันหนึ่งถูกเก็บประจุไว้เมื่อความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ มีอยู่โดยไม่จำเป็นต้องดำเนินการกระทำหรือขั้นตอนจำเพาะใด ๆ ในขั้นนี้ถือว่าความคิดรวบยอดนั้นมีสมบัติคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นขั้นตอนดังกล่าวเกิดขึ้นสำเร็จ เราจะกล่าวได้ว่าความคิดรวบยอดนั้นสามารถถูกแปรได้ และการกระทำใหม่ ๆ ก็สามารถถูกเรียนรู้ได้โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกเก็บประจุไว้ ซึ่งทั้งหมดนี้เองเกิดขึ้นที่ระดับสิ่งที่เรียนรู้

การเสนอให้เป็นสาระสำคัญ (Thematization) คือกระบวนการที่ซึ่งสิ่งที่เรียนรู้กระบวนการ และการกระทำที่มากมายหลากหลายก่อตัวเป็นส่วนสรุปหนึ่งที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน เรียกว่าแผนภาพทางปัญญา ที่ซึ่งความคิดรวบยอดเรื่องต่าง ๆ สามารถถูกใช้ จัดการดำเนินการ และเชื่อมโยงกันได้

ข้อความต่อไปนี้อธิบายว่าการเข้าใจอะไรสักอย่างในวิชาคณิตศาสตร์นั้นหมายถึงอะไร : ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของปัจเจกบุคคลนั้นคือความโน้มเอียงหรือความเป็นนิสัยของบุคคลนั้นที่จะตอบสนองการณโงทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับมา โดยได้รตรองถึงโงทย์ปัญหาและทางแก้ให้กับโงทย์ปัญหาเหล่านั้นในบริบททางสังคม และโดยสร้างหรือประกอบสร้างการกระทำ (Actions) กระบวนการ (Processes) และสิ่งที่เรียนรู้ (Objects) ทางคณิตศาสตร์ แล้วจัดโครงสร้างเหล่านี้เป็นแผนภาพทางปัญญา (Schemas) เพื่อใช้จัดการกับสถานการณ์โงทย์ปัญหานั้น (Asiala และคนอื่น ๆ, 1996, p.7) ดังนั้น เพียงรู้จักนิยามของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จึงไม่พอ ผู้เรียนต้องสามารถเรียกเอาความคิดรวบยอดในสถานการณ์อันเหมาะสมมาใช้ได้เมื่อแก้โงทย์ปัญหา โดยรับเอาระดับความเข้าใจมา 4 ระดับ ได้แก่ การกระทำ กระบวนการ สิ่งที่เรียนรู้ และแผนภาพทางปัญญา กระบวนการทำความเข้าใจความคิดรวบยอดเรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้นเริ่มจากการกระทำ (Action) ที่ผู้เรียนคุ้นเคยจากบทเรียนที่มีมาก่อนหน้า ในระดับนี้ผู้เรียนต้องถูกชี้แนะว่าจะต้องใช้การกระทำใดและเป็นไปตามขั้นตอนใด ในระดับกระบวนการ (Process) ผู้เรียนสามารถเลือกการกระทำที่จะใช้ดำเนินการ และตัดสินใจได้เองแล้วว่าจะดำเนินการกระทำเหล่านั้นให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนใด เรากล่าวกันว่าผู้เรียนได้ “เรียนรู้และรับเอาชุดการกระทำเหล่านั้นเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ” (Interiorized) เพื่อก่อเป็นกระบวนการกระบวนการหนึ่ง เมื่อผู้เรียนได้ระบุชี้กรณีต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมจากกระบวนการนั้นให้ เป็นสิ่งที่เรียนรู้ (Object) ใหม่แล้ว (ได้เก็บประจุ “กระบวนการ” นั้นไว้เป็นสิ่งที่เรียนรู้ทาง

คณิตศาสตร์) จึงจะกล่าวได้ว่าความเข้าใจของปัจเจกบุคคลมาถึงระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Dubinsky. E. และ McDonald, 2002)

เนื่องจากความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ไม่ได้ถูกสร้างขึ้นโดยตรง ปัจเจกบุคคลจึงจำเป็นต้องสร้างโครงสร้างทางความคิดเพื่อเข้าใจความคิดรวบยอดเหล่านั้น (Piaget, 1983 & García, 1989) ตามทฤษฎี APOS ปัจเจกบุคคลแก้สถานการณ์ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพยายามสร้างและใช้โครงสร้างทางความคิดด้วยตัวเองเพื่อเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ มีความเกี่ยวข้องกับการแปร (ผ่านการกระทำหรือกระบวนการ) แบบแผนที่สร้างขึ้นไว้ก่อนหน้านี้แล้ว ด้วยกลไกการเก็บประจุไว้ การแปรเหล่านี้ก็กลายมาเป็นสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ทฤษฎี APOS อยู่บนข้อตั้งที่ว่าปัจเจกบุคคลสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ใด ๆ ก็ได้หากโครงสร้างทางความคิดที่จำเป็นต่อการเข้าใจความคิดรวบยอดเหล่านั้นได้ถูกสร้างขึ้นแล้ว (Dubinsky, 1991)

ทริเควออส; และมาร์ตินเนส-ปลาเนลล์ (Triqueros และ Martínez-Planell, 2010, p.5) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดเป็นการกระทำ (Action Conception) เมื่อปัจเจกบุคคลทำการแปรสิ่งที่เรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนวิธีที่มีอย่างชัดเจน ซึ่งปัจเจกบุคคลจะเข้าใจขั้นตอนวิธีอย่างตรงไปตรงมา เมื่อเขาได้ตรงถึงการกระทำที่ตนเองมีปฏิบัติ เขาสามารถเรียนรู้และรับเอาชุดการกระทำเหล่านั้นเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorized) ในรูปกระบวนการ (Process) แต่ละขั้นตอนของการแปรอาจนำมาอธิบายหรือได้ตรง โดยไม่ต้องลงมือดำเนินการจริง ความสามารถในการคิด (Object Conception) นั้นถูกสร้างขึ้นเมื่อปัจเจกบุคคลได้ตรงถึงการกระทำที่ใช้ในกระบวนการ แล้วตระหนักว่ากระบวนการนั้นเป็นสิ่งรวบยอด กล่าวคือ เข้าได้เก็บประจุ (Encapsulated) กระบวนการนั้นไว้ และแผนภาพทางปัญญา (Schema) ในทางคณิตศาสตร์เป็นภาพรวมของความสามารถในการคิดเป็นการกระทำ (Action Conception) คิดเป็นกระบวนการ (Process Conception) และคิดเป็นสิ่งที่เรียนรู้ (Object Conception) แล้วรวมเอาแผนภาพทางปัญญาอื่นที่ได้สร้างขึ้นก่อนหน้านี้ โดยถูกประติดประต่อขึ้นเป็นโครงสร้างซึ่งถูกนำไปใช้ในโจทย์ปัญหาต่าง ๆ

เพื่ออธิบายให้เห็นถึงแนวคิดเพิ่มเติมของทฤษฎี APOS จากการศึกษาของบานซิลาล (Bansilal, 2013) เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การคูณ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ที่ระดับความสามารถในการคิดเป็นการกระทำ (Action Conception) โดยเขาอนุมานว่านักเรียนเข้าใจการคูณของจำนวนสองจำนวน เช่น  $5 \times 3$  ว่าเป็นผลรวมของ 5 กลุ่มจำนวน

กลุ่มจำนวนละ 3 เขาเห็นว่านักเรียนดำเนินการคูณได้ที่ระดับการกระทำ เนื่องจากนักเรียนคำนวณหาผลลัพธ์เพื่อให้ได้คำตอบ โดยทำการคำนวณที่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน โดยนักเรียนวาดภาพกลุ่มจำนวนขึ้นมาทั้งหมด 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยจุด 3 จุด แล้วนับจุดทั้งหมดรวมกันเพื่อให้ได้คำตอบ

ที่ระดับความสามารถในการคิดเป็นกระบวนการ (Process Conception) เป็นการต่อยอดจากความเข้าใจในระดับการกระทำของนักเรียน โดยปกติผู้สอนจะออกแบบกิจกรรมเพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้และรับเอาความเข้าใจการคูณของจำนวนสองจำนวน  $5 \times 3$  เข้าไปเป็นส่วนหนึ่ง ของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorized) และคิดได้ในระดับกระบวนการ ความสามารถในการคิดระดับนี้มีขึ้นเมื่อนักเรียนหาคำตอบได้โดยไม่ต้องวาดภาพกลุ่มจำนวนขึ้นมา และสามารถดำเนินการได้ในใจ สำหรับนักเรียนที่ขาดแนวคิดเรื่องการบวกซ้ำของจำนวนที่เท่ากัน จะไม่สามารถเก็บประจุกกระบวนการ (ดำเนินการบวกซ้ำได้) นักเรียนจะไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจการคูณของจำนวนสองจำนวน  $5 \times 3$  ในแบบที่มีประสิทธิภาพมากกว่า นั่นเป็นเพราะเขาจำเป็นต้อง การสั่งอำนวยการ (การวาดภาพเพื่อนับจุดของจำนวน) อยู่เสมอ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

ที่ระดับความสามารถในการคิดเป็นสิ่งที่เรียนรู้ (Object Conception) โดยให้ นักเรียนทำกิจกรรมที่ทำให้เข้าใจสมบัติการคูณ เช่น  $5 \times 3 = 3 \times 5$  และ  $6 \times 5 = (2 \times 3) \times 5$  คือการตระหนักรู้ว่ากระบวนการคูณ  $5 \times 3$  เป็นสิ่งรวมยอดที่สามารถลงมือดำเนินการได้ การเข้าถึงวิธีการคิดที่แตกต่างของการหาคำตอบให้กับสิ่งที่เรียนรู้ (Object) ของนักเรียนก็จะมีขึ้น

ความเข้าใจของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นจากการเห็นความสามารถของนักเรียนในการคูณจำนวนสองจำนวน  $5 \times 3$  เป็นการกระทำ เป็นกระบวนการ และสิ่งที่เรียนรู้ นักเรียนจะมีความเข้าใจความคิดรวบยอดเรื่อง การหารหรือการคูณจำนวน เช่น  $30 \times 5 = (3 \times 10) \times 5$  เพื่อเข้าใจความคิดรวบยอดเรื่องดังกล่าว นักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจ  $5 \times 3$  เป็นสิ่งที่เรียนรู้ก่อน ซึ่งเป็นสิ่งที่เรียนรู้ที่สามารถลงมือดำเนินการได้

โครงสร้างแต่ละโครงสร้างที่รวมกันเป็นทฤษฎี APOS ถูกสร้างขึ้นด้วยกลไกทางความคิด: การกระทำ (Action) ถูกเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ (Interiorized) ในรูปกระบวนการ (Process) ทางความคิดแล้วกระบวนการก็ถูกเก็บประจุไว้ (Encapsulated) เป็นสิ่งที่เรียนรู้ (Object) ที่ระดับความคิด กระบวนการยังสามารถถูกคิดกลับ (Reversed) แล้วกลายเป็นอีกกระบวนการหนึ่ง กระบวนการสองกระบวนการอาจถูกประสาน เชื่อมโยง (Coordinated) กันเพื่อสร้างเป็นกระบวนการใหม่ แผนภาพทางปัญญาที่สามารถถูกเสนอให้เป็นสาระสำคัญ (Thematized) เป็นสิ่งที่เรียนรู้ที่ระดับความคิด ในงานศึกษาของ

สแตงเงอร์; และคณะ (Stenger, Weller, Arnon, Dubinsky, และ Vidakovic, 2008, p.98) อธิบาย  
 คำว่าโครงสร้างและกลไก และความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองคำนี้ไว้ว่า :

โครงสร้างทางความคิดนั้นเป็นแบบแผน เช่น สิ่งที่เกิดขึ้นในจิตใจของบุคคลหนึ่ง  
 ที่ค่อนข้างเสถียร แม้ว่าสามารถพัฒนาต่อได้ ปัจจุบันบุคคลใช้แบบแผนนี้เพื่อให้สามารถเข้าใจ  
 สถานการณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ แหล่งต้นทางของโครงสร้างทางความคิดคือคำอธิบายถึงที่มา  
 ของแบบแผนนั้น กลไกทางความคิดคือวิธีการที่โครงสร้างทางความคิดอาจพัฒนาขึ้นในความคิด  
 ของปัจเจกบุคคลหรือกลุ่มบุคคล

การสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่อธิบายไว้ แสดงให้เห็นภาพว่าการสร้างองค์  
 ความรู้ที่มีความเป็นพื้นฐานที่สุดคือรากฐานให้ปัจเจกบุคคลสร้างแบบแผนต่าง ๆ ได้แน่นอนขึ้น  
 โครงสร้างทางความคิดและกลไกที่โครงสร้างความคิดนั้นถูกสร้างขึ้นด้วยใช้กลไกนี้ ต่างใช้วิธีการ  
 อันมีลักษณะเป็นเกลียว กล่าวคือ ในวิธีการนี้ โครงสร้างทางความคิดใหม่ถูกสร้างขึ้นโดยต่อยอด  
 ขึ้นไปจากโครงสร้างที่มีอยู่ก่อนหน้าแล้ว ดูบีนสกี (Dubinsky, 1997, p.98) เขียนไว้โดยอ้างถึง  
 แนวคิดของเพียเจต์ว่า :

สิ่งที่เรารู้ เมื่อสร้างขึ้นแล้วก็สามารถแปรได้เพื่อก่อเป็นโครงสร้างทางความคิดอื่น ๆ  
 เช่น ก่อเป็นการกระทำในระดับที่สูงขึ้น แล้วจึงก่อเป็นกระบวนการ ต่อไปแบบนี้เรื่อย ๆ ไม่สิ้นสุด  
 นอกจากนี้ การกระทำ กระบวนการ หรือสิ่งที่เรารู้ใด ๆ ก็ตามสามารถถูกประกอบสร้างขึ้นใหม่ได้  
 จากการได้เจอสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาใหม่ ๆ ในระดับที่สูงขึ้น จากการเรียนรู้และรับเอาการ  
 กระทำที่ซับซ้อนขึ้นเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานด้านจิตใจ และจากการเก็บประจุ  
 กระบวนการที่หลากหลายเหนือขั้นขึ้นไป การสร้างองค์ความรู้ในระดับที่ด้อยกว่านั้นไม่ได้หายไป  
 แต่ยังคงอยู่เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถในการคิดที่เพิ่มพูนขึ้น

ทฤษฎี APOS จึงเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายโครงสร้างของสิ่งที่เรารู้จากแหล่งที่มาซึ่ง  
 แตกต่างกันสองแหล่ง คือ การเก็บประจุไว้ หรือการคิดกลับกระบวนการ การและย้อนคิดทบทวน  
 บนแผนผังกลวิธี อย่างไรก็ตามคำว่า สิ่งที่เราเรียนรู้ (Object) ที่ใช้ในทฤษฎี APOS ก็คือ ความรู้ทาง  
 คณิตศาสตร์ (Mathematical Knowledge) ซึ่งทฤษฎีนี้อธิบายว่าผู้เรียนจะเข้าใจความรู้เหล่านั้นได้  
 อย่างไร โครงสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์และการสร้างความหมายในแต่ละเนื้อหา ผู้เรียนต้องได้  
 ทำกิจกรรมที่มีภาระงานเฉพาะ และสอดคล้องกับแหล่งที่มาทั้งสองแหล่งดังกล่าว (วินัย คำสุวรรณ  
 , 2558, น.59)

จากการศึกษาเอกสารในครั้งนี้อย่างผู้วิจัยสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎี APOS สรุปได้ดังนี้

การกระทำ (Action : A) เป็นระยะแรกของการเรียนรู้ เกิดจากการที่ผู้เรียนใช้ความรู้เดิมมาสร้างความหมาย เป็นความเข้าใจที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถปฏิบัติตามคำแนะนำ คำสั่ง หรือเงื่อนไขที่กำหนด โดยปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเป็นลำดับครบถ้วน

กระบวนการ (Process : P) เป็นระยะของการพัฒนาความเข้าใจจากการกระทำไปเป็นกระบวนการในการเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานทางจิตใจ (Process of Interiorization) ของนักเรียน โดยที่นักเรียนสามารถสร้างภาพความคิดในใจขึ้นได้ เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนเริ่มคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ สามารถอธิบายหรือคิดย้อนกลับขั้นตอนต่าง ๆ โดยไม่จำเป็นต้องแสดงการกระทำในแต่ละขั้นตอนเหล่านั้น กล่าวคือ เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติตามเงื่อนไข คำสั่ง หรือคำแนะนำที่กำหนดอย่างครบถ้วนแล้วจากระยะแรกของการเรียนรู้ จนเกิดความชำนาญและรับเอาความรู้ที่ติดตัวไป (Interiorized) เมื่อเจอโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหานักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้ทันที โดยไม่ต้องมีผู้ชี้แนะว่าต้องทำเป็นขั้นตอนอย่างไร หรือนักเรียนสามารถลงมือดำเนินการในใจได้เอง

สิ่งที่เรียนรู้ (Object : O) เป็นระยะของการเกิดองค์ความรู้ใหม่โดยมีการเก็บประจุ (Encapsulated) ไว้ของกระบวนการ และสามารถนำกระบวนการที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงกันทั้งในแบบที่เป็นการรับเอาองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดจากการเรียนรู้ปรับให้เข้าหมวดหมู่กับองค์ความรู้ที่มีอยู่แล้ว และในแบบปรับโครงสร้างที่เกิดจากการที่องค์ความรู้ใหม่นั้นมีขอบเขตเกินกว่าองค์ความรู้เดิมที่มีอยู่ จึงมีการขยายปรับเปลี่ยนองค์ความรู้เดิมให้เกิดความครอบคลุม ถูกต้อง และสมบูรณ์

แผนภาพทางปัญญา (Schema : S) เป็นความสามารถในการเลือกเชื่อมโยงกลุ่มกระบวนการต่าง ๆ จากระดับการกระทำ กระบวนการ และสิ่งที่เรียนรู้ ของนักเรียนเพื่อก่อเป็นแผนภาพทางปัญญา รวมถึงการเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง (ประยุกต์) เพื่อใช้ในการสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ในระดับที่สูงขึ้น หรือนำความเข้าใจในระดับต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งแบบเฉพาะเจาะจงและบูรณาการ



### 3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ทฤษฎี APOS

#### 3.1 งานวิจัยในประเทศ

นิติวุฒิ ศรีคลังไพร (2549) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจของนักเรียน และศึกษาระบบการสร้าง ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล โดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิก รูปแบบของการวิจัยครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้รูปแบบทดลองเชิงการสอน (Teaching Experiment) ซึ่งผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้วิจัย และมีผู้ช่วยวิจัย จำนวน 7 คน ทำหน้าที่ในการบันทึกวีดิทัศน์ จำนวน 4 คน และบันทึกภาคสนาม จำนวน 3 คน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรีชัยภูมิ 2 จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 6 คน คัดเลือกจากความสมัครใจของนักเรียน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 กิจกรรม ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามกิจกรรมที่สร้างขึ้นโดยบูรณาการด้วยการใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิก ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยวิธีการคิดพร้อมออกเสียง (Thinking Aloud) เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการบันทึกภาคสนาม บันทึกวีดิทัศน์ และบันทึกเสียงของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 15 โปรโตคอล งานเขียนของนักเรียน และบันทึกภาคสนาม ทำการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจ และกระบวนการสร้างความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้กรอบทฤษฎี APOS กำหนดระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ คือ Action, Process และ Object และพิจารณาการเชื่อมโยงระหว่างความเข้าใจในระดับ Process และ Object ที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อให้เกิดเป็น Schema ซึ่งความเข้าใจในระดับ Action จะถูกพัฒนาเป็นความเข้าใจในระดับ Process โดยผ่านกระบวนการปรับเปลี่ยน (Interiorization) หรือการสร้าง ความเข้าใจระดับ Process ใหม่โดยการปฏิบัติการย้อนกลับ (Reversal) การสร้างความสัมพันธ์ (Coordination) และการทำเป็นกรณีทั่วไป (Generalization) การสร้างความเข้าใจระดับ Object โดยผ่านกระบวนการสร้างมโนทัศน์ใหม่ในระดับสูงขึ้นไป (Encapsulation)

ผลการวิจัยพบว่า 1. ระดับความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียน โดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิกในการเรียนการสอน นักเรียนมีระดับความเข้าใจในขั้น Action กล่าวคือ นักเรียนสามารถลงคู่อันดับบนกราฟ หาค่าของฟังก์ชันในรูปตาราง กราฟ และสมการได้ และนักเรียนมีความเข้าใจในระดับ Process โดยการพิจารณาหาข้อสรุปเป็นกรณีทั่วไปเกี่ยวกับ ลักษณะ และสมบัติของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล จากความเข้าใจในระดับ Process เกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล นักเรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับ ฟังก์ชันเพิ่ม – ลด โดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน จุดตัดแกน  $y$  กราฟไม่ตัดแกน  $x$  แต่ นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าฟังก์ชัน



เอกซ์โพเนนเชียล เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง 2. ในกระบวนการสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล พบว่า นักเรียนได้สังเกตเปรียบเทียบ และอภิปรายถึงความเหมือน ความแตกต่างของสมการและกราฟที่แสดงผลโดยเครื่องคิดเลขกราฟฟิก ซึ่งเป็นการพัฒนาความเข้าใจจากระดับ Action ไปเป็นความเข้าใจระดับ Process โดยผ่านการปรับเปลี่ยน

ธวัตรชัย เดนชา (2558) ได้สำรวจระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้ระเบียบวิธีเชิงคุณภาพ และนำเสนอข้อมูลแบบบรรยายเชิงวิเคราะห์ กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนผดุงนารี จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 6 คน (3 คู่) ผู้วิจัยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด ตามแนวคิดของ Inprasitha โดยผู้วิจัยเลือกใช้นักเรียนจำนวน 6 แผน (แผนละ 1 ชั่วโมง) และทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสำรวจระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ ผลงานของนักเรียน และการสัมภาษณ์นักเรียน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) โดยอาศัยกรอบทฤษฎี APOS ตามแนวคิดของ Dubinsky; & McDonald เพื่อใช้ในการดำเนินการวิจัย และวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยพบว่า 1. ขั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ปรากฏว่านักเรียนมีความเข้าใจในระดับ Action และ Process 2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ปรากฏว่านักเรียนมีความเข้าใจในระดับ Action Process และ Object 3. ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน ปรากฏว่านักเรียนมีความเข้าใจในระดับ Process และ Object 4. ขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ปรากฏว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจในระดับ Process และ Object ให้เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างทางความคิดได้

ศราวุฒิ จำวัน (2558, น.19-21) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามแนวคิด ทฤษฎี Action-Process-Object-Schema (APOS) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป The Geometer's Sketchpad รูปแบบการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกรณีศึกษา โดยกลุ่มเป้าหมายในการทำวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 27 คน ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง พาราโบลา จำนวน 6 กิจกรรม (กิจกรรมละ 1 คาบเรียน) ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีเชิงคุณภาพ โดยใช้ข้อมูลจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ใช้ข้อมูลประกอบจากวิดีโอ และภาพนิ่งที่บันทึกในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม และใช้แบบบันทึกภาคสนามนำมาวิเคราะห์เชิงพรรณนา ภายใต้กรอบทฤษฎี APOS โดยการสร้างตารางตัวชี้วัดคุณลักษณะ

ของระดับความเข้าใจจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในแต่ละกิจกรรม เพื่อใช้เปรียบเทียบกับ ลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนว่ามีระดับของความเข้าใจตามกรอบทฤษฎี APOS ในระดับใด

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาระดับของความเข้าใจได้ด้วยตนเอง จากระดับ Action ไปสู่ระดับ Process จากระดับ Process ไปสู่ระดับ Object และจากระดับ Object ไปสู่ระดับ Schema ได้อย่างเป็นระบบ

สัญลักษณ์ นักล่าทอง (2559, น.7-217) ได้ทำการศึกษาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมโนมติลิมิต ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ รูปแบบการวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาระดับอุดมศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 6 คน ซึ่งเข้าร่วมการวิจัยด้วยความสมัครใจ ผู้ร่วมในการวิจัยประกอบด้วย ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นอาจารย์ ผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คน ทำหน้าที่ในการบันทึกวิดีโอ เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยได้แก่ แบบกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับมโนมติของฟังก์ชัน วิธีการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้ 1) ผู้วิจัยดำเนินการสอนการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) และดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องลิมิตของฟังก์ชัน 2) กลุ่มเป้าหมายปฏิบัติกิจกรรมเรื่องลิมิตของฟังก์ชัน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน 3) สัมภาษณ์เชิงลึกนักศึกษาหลังจากทำแบบกิจกรรมแต่ละกลุ่ม 4) วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการตอบแบบกิจกรรมของกลุ่มเป้าหมาย โดยวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมโนมติลิมิตตามกรอบทฤษฎี APOS ที่พัฒนาขึ้น

ผลการวิจัยพบว่า จากผลการทำแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษามีความเข้าใจในมโนมติลิมิตในระหว่างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับลิมิตของฟังก์ชัน ในระดับ Action กล่าวคือ ความสามารถในการคำนวณอย่างเป็นลำดับขั้นตอนเกี่ยวกับการหาค่าของฟังก์ชัน เมื่อถูกแทนด้วยค่าตัวแปรอิสระทีละค่าที่อยู่ในโดเมนของฟังก์ชัน ตามด้วยความเข้าใจระดับ Process โดยนักศึกษาสามารถมองเห็น “ค่าแนวโน้ม” ของฟังก์ชัน เมื่อค่าตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงเข้าใกล้ค่าเจาะจงค่าหนึ่งมาก ๆ และเห็นภาพเคลื่อนไหวของค่าตัวแปร  $\delta$  และ  $\epsilon$  ที่เป็นความหมายแบบทางการของลิมิตของฟังก์ชันได้ โดยไม่ต้องอาศัยผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอด และสามารถพัฒนา ระดับความเข้าใจนี้ให้สูงขึ้นโดยอาศัยประสบการณ์จากความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติลิมิตในระดับ Process จนเป็นความเข้าใจระดับ Object กล่าวคือนักศึกษามีความเข้าใจในระดับ Action, Process และ Object ที่เกี่ยวกับมโนมติลิมิตของฟังก์ชัน และนักศึกษสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจระดับ Process และ Object และคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องในการแก้สถานการณ์ปัญหาสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ที่เฉพาะได้ แต่ความเข้าใจระดับ Schema เกี่ยวกับมโนมติลิมิต

ยังมีความไม่สมบูรณ์ ทั้งนี้ สิริบัญญัติ ประจิมทิศ (2553) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์ยังทำให้พบว่าหากนำกรอบทฤษฎี APOS มาร่วมประยุกต์ใช้ร่วมกับสื่อเทคโนโลยีจะทำให้เด็กสามารถพัฒนาระดับความเข้าใจของนักเรียนให้ดีขึ้น

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้ทฤษฎี APOS ได้แก่ งานวิจัยของ พะเยียงกร แก้วดวงตา (2549) ทำการศึกษาเรื่องความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันเชิงเส้นของนักเรียน และ วัชรภาภรณ์ ปราณิธรรม (2549) ศึกษาเรื่องความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองของนักเรียน ผลการวิจัยทั้งสองพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาระดับความเข้าใจในแต่ละระดับตามกรอบทฤษฎี APOS และนักเรียนมีความเห็นว่าการใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิกทำให้เรียนคณิตศาสตร์ได้ง่ายและมีความเข้าใจมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ศศินภา บุตรสีเชียว (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่องความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีการเรียนรู้ที่มีรูปแบบการพัฒนาระดับความเข้าใจที่เป็นไปตามกรอบทฤษฎี APOS ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความยุ่งยากทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งทำการศึกษาโดย จารวี ธาดา (2552) พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนที่แตกต่างกันจะเผชิญความยุ่งยากในระดับการพัฒนาที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำมักจะมี ความเข้าใจในระดับ Action ที่ไม่สมบูรณ์ทำให้ยากต่อการพัฒนาไปสู่ระดับ Process หรือ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่มีความเข้าใจถึงระดับ Object แต่เมื่อเผชิญกับปัญหาในลักษณะที่แตกต่างออกไปก็ไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้ กล่าวคือยังไม่สามารถพัฒนาไปจนถึงระดับแผนภาพทางปัญญาได้

### 3.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

อิบราฮิม เซติน (Ibrahim Cetin, 2009, pp.80-145) ได้ทำการศึกษาวิจัยในหัวข้อเรื่องความเข้าใจต่อความคิดรวบยอดเรื่องลิมิต ของนักศึกษา: มุมมองผ่านทฤษฎี APOS วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจต่อความคิดรวบยอดเรื่องลิมิต ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่เรียนวิชาแคลคูลัส และความเปลี่ยนแปลงในความเข้าใจต่อเรื่องดังกล่าวของนักศึกษากลุ่มเดิมหลังจากที่มีการเรียนการสอนที่ออกแบบโดยผู้วิจัย โดยออกแบบให้อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี APOS วิธีกรณีสืบศึกษาถูกนำมาใช้เพื่ออภิปรายคำถามในงานวิจัย ผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยเป็นนักศึกษา 25 คนที่เข้าเรียนวิชาแคลคูลัสในชั้นปีแรกที่สถาบัน Middle East Technical University แห่งประเทศตุรกี ทุกคนเป็นนักศึกษาเอกวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นปีแรก เข้ารับการศึกษาเป็นเวลา 5 สัปดาห์ ในภาคการศึกษาฤดูใบไม้ร่วงปี 2007 - 2008 ทุก ๆ สัปดาห์นักศึกษากลุ่มนี้

จะพบปะกันเป็นเวลา 2 ชั่วโมงในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เพื่อเรียนเป็นกลุ่ม แล้วจึงเข้าเรียนในชั้นเรียนเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์นักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมซึ่งเป็นโอกาสให้นักศึกษาได้คิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องลิมิต ก่อนฟังบรรยายหัวข้อดังกล่าวอย่างเป็นทางการเป็นกิจจะลักษณะในชั้นเรียน นักศึกษาทำแบบสอบถามเรื่องลิมิต ซึ่งเป็นคำถามแบบปลายเปิด แบบสอบถามดังกล่าว ถูกทำเป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เพื่อพิสูจน์หาความเปลี่ยนแปลงในความเข้าใจของนักศึกษาต่อความคิดรวบยอดเรื่องลิมิต ในตอนท้ายของการเรียนการสอน นักศึกษาผ่านการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างซึ่งผู้วิจัยเตรียมไว้ เป็นระเบียบการเพื่อสืบรู้ความเข้าใจของนักศึกษาต่อความคิดรวบยอดเรื่องลิมิต อย่างถี่ถ้วน คำตอบจากแบบสอบถามถูกนำไปวิเคราะห์ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ส่วนผลการสัมภาษณ์ก็ถูกนำไปวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎี APOS เป็นแบบในการประเมิน จากผลการวิจัยวิจัย แสดงให้เห็นว่าโมเดลสมมุติฐานตั้งต้นที่ถูกพัฒนาขึ้นจากภายในตัวผู้เรียนเองสอดคล้องกับข้อมูลของนักศึกษา และยังพบว่าการเรียนการสอนเรื่องลิมิต มีบทบาทสำคัญเป็นเชิงบวกช่วยให้นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดเรื่องลิมิต ได้ง่ายขึ้น

ซิงกิสวา มายเบิร์ต โมนิก้า โจโจ้ (Zingiswa, 2011, pp.1-2) ประเด็นหลักในงานศึกษานี้ว่าด้วยเรื่องที่นักเรียนสร้างกรอบความคิดให้การเรียนทางคณิตศาสตร์อย่างไรในบริบทของแคลคูลัส โดยเฉพาะเรื่องกฎลูกโซ่ (Chain Rule) เนื่อหามุ่งสนใจว่านักเรียนใช้กฎลูกโซ่เพื่อหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันประกอบ (ซึ่งรวมถึงอนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ) งานวิจัยนี้อ้างอิงวิธีการของทฤษฎี APOS (Action-Process-Objects-Schema) ในการประเมินความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สถาบัน University of Technology แสดงออกขณะเรียนเรื่องกฎลูกโซ่ ในวิชาแคลคูลัส

งานศึกษาค้นคว้าชิ้นนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยทั้งสองระยะใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษาสำรวจซึ่งใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านแบบสอบถามที่ตอบโดยนักศึกษาที่มีความรู้ความสามารถจำนวน 23 คน นักศึกษาที่ผ่านภาคการศึกษาภาคที่แล้ว กลุ่มนี้เต็มใจเข้ามามีส่วนร่วมในงานศึกษาค้นคว้านี้ ระยะที่ 2 มีนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 30 คนอาสาทำแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นแบบแผน เพื่ออธิบายความเข้าใจเรื่องกฎลูกโซ่ของนักศึกษาเป็นรายบุคคล และนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์พัฒนาการความเข้าใจเรื่องดังกล่าวของนักศึกษาแต่ละคนในชั้นปีที่ 1 ทั้ง 30 คน วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างหลากหลายถูกนำมาใช้ ได้แก่ 1. การสังเกตการณ์ในชั้นเรียน 2. แบบสอบถามที่มีคำถามแบบปลายเปิด

3. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและแบบไม่มีโครงสร้าง 4. การบันทึกวิดีโอ 5.งานแบบทดสอบแบบฝึกหัดที่ต้องเขียนในชั้นเรียน

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การออกแบบการเรียนการสอนเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องเอื้อให้นักศึกษามีแนวทางในการแสดงแทนฟังก์ชันที่หลากหลาย เพื่อให้นักศึกษาสามารถสร้างความเกี่ยวข้องและมีความเข้าใจในความคิดรวบยอดเรื่องกฎลูกโซ่ ที่ลึกซึ้งขึ้นได้ กิจกรรมการเรียนรู้ก็ควรจะต้องใช้เทคนิคทั้งสามอย่าง นั่นคือ Straight form Technique, Link form Technique และ Leibniz form Technique เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อความชอบที่แตกต่างกันของผู้เรียน เป็นที่ยอมรับกันว่าแบบแผน APOS ที่มีการใช้กิจกรรมแบบคัดเลือกต่าง ๆ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจกฎลูกโซ่ได้ดีขึ้น และยังเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อกลยุทธ์ในการสอนเรื่องกฎลูกโซ่

เช่นนี้เอง จึงเป็นที่เชื่อกันว่าการสร้างกรอบความคิด จะช่วยสร้างแผนภาพทางปัญญาเรื่องกฎลูกโซ่ขึ้นได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้กับบริบทอื่นที่มีขอบเขตกว้างขึ้นในเรื่องแคลคูลัสได้อีก เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องวางมโนทัศน์พื้นฐานเพื่อสร้างแผนภาพทางปัญญาเรื่องกฎลูกโซ่ ความเข้าใจในความคิดรวบยอดเรื่องกฎลูกโซ่ จะเพิ่มขึ้นได้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของโมเดลสมมุติฐานตั้งต้นที่ได้รับการปรับให้เหมาะสมด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเช่นนี้ นักศึกษาก็จะเข้าใจกฎลูกโซ่ได้ดีขึ้น แล้วนำไปสู่ความเข้าใจเรื่องแคลคูลัสและการใช้แคลคูลัสที่ดีขึ้นด้วย

สิริวิลาส แมทธิว (Tziritas, 2011, pp.40-61) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้ทฤษฎี APOS เป็นกรอบในการศึกษาลำดับขั้นทางความคิดเพื่อแก้โจทย์เรื่องอัตราสัมพัทธ์ โดยพยายามใช้ทฤษฎี APOS ในการเรียนและการสอนคณิตศาสตร์ มาพัฒนาและทดสอบวงจรการสอน (Teaching Cycle) โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เรื่องโจทย์อัตราสัมพัทธ์ของนักศึกษาที่กำลังเรียนวิชาแคลคูลัส ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย คือ นักศึกษาที่กำลังเรียนวิชาแคลคูลัส (MATH 203) ที่มหาวิทยาลัย Concordia ประเทศแคนาดา ผู้วิจัยได้มีการแจ้งต่อนักศึกษาในการสอนเสริมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาแคลคูลัส โดยมีนักศึกษจำนวน 4 คน เสนอตัวเป็นอาสาสมัครในการวิจัยนี้ และใช้เวลาในการวิจัย 8 สัปดาห์ นักศึกษาทั้ง 4 คน จะถูกเรียกเป็น S1, S2, S3, และ S4 โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เป็นกลุ่ม GD1 (ประกอบด้วยนักศึกษา S1, S2) และกลุ่ม GD2 (ประกอบด้วยนักศึกษา S3, S4)

ส่วนหนึ่งของระเบียบวิธีวิจัย APOS คือ โมเดลสมมุติฐานตั้งต้น (Genetic Decomposition) ของความคิดรวบยอดเรื่องที่นักศึกษาจะได้เรียนเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้



ที่จำเป็นต่อการเรียนเอาความคิดรวบยอดเรื่องเหล่านั้น ในการวิจัยนี้ โมเดลสมมติฐานเบื้องต้นมุ่งเน้นไปที่การสร้างองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อความสำเร็จของนักเรียนในช่วงระยะพัฒนาความคิดรวบยอด เบื้องต้นว่าด้วยเรื่องการเรียนทำโจทย์เรื่องอัตราสัมพันธ์ โมเดลสมมติฐานตั้งต้นใช้สร้างวงจรการสอนแบบ ACE การลงมือทำหรือกิจกรรม (Action) การอภิปราย (Discussion) และการทำแบบฝึกหัด (Exercise) ซึ่งวงจรการสอนแบบ ACE ถูกนำมาใช้ทดสอบกับนักเรียนสองกลุ่ม (GD1, GD2) ในเวลาต่อมา ทำยที่สุดนักศึกษาถูกขอให้แก้ปัญหาคำโจทย์เรื่องอัตราสัมพันธ์ ในระหว่างการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลกับผู้วิจัย ข้อมูลจากการมีส่วนร่วมในวงจรการสอนแบบ ACE และจากการทำโจทย์ระหว่างการสัมภาษณ์ ถูกนำมาใช้เสนอแนะ เพื่อปรับเปลี่ยนโมเดลสมมติฐานตั้งต้นและวงจรการสอน ACE ข้อเสนอแนะเหล่านี้ประกอบ รวมเป็นผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ จุดประสงค์ของข้อเสนอแนะดังกล่าวนำมาเพื่อปรับปรุงจุดเริ่มต้นของการทดลองทำซ้ำเพิ่มเติมเกี่ยวกับสอนเพื่อแก้โจทย์เรื่องอัตราสัมพันธ์ กรอบทฤษฎีและระเบียบวิธีวิจัย ทฤษฎี APOS เป็นกรอบหนึ่งให้กับการวิจัยด้านการเรียนการสอนในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ทฤษฎีดังกล่าวเสนอให้ทำการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอน 1) การวิเคราะห์เชิงทฤษฎีเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะใช้สอนและเรียน 2) การออกแบบและการนำการเรียนการสอนไปใช้ และ 3) การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล ในการดำเนินการวิจัยควรดำเนินการทั้งสามขั้นตอนนี้ซ้ำจนกระทั่งได้รับผลลัพธ์เพียงพอเกี่ยวกับการเรียนรู้และความเข้าใจของนักเรียนต่อเนื้อหาที่ใช้สอนและเรียน กระบวนการงานวิจัยนี้มีลักษณะเป็นวงจร การวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่การเก็บรวบรวมข้อมูลมากขึ้น หรือนำไปสู่การออกแบบวิธีการด้านการเรียนการสอนใหม่ การวิเคราะห์เชิงทฤษฎี เป้าหมายหลักของการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีคือ พยายามประกอบสร้างคำอธิบายให้กับการสร้างองค์ความรู้จำเพาะที่ผู้เรียนอาจจะต้องมีขึ้นในขณะที่ตนเองกำลังพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องอัตราสัมพันธ์ การวิเคราะห์ลักษณะนี้ เราเรียกว่าโมเดลสมมติฐานตั้งต้นของเนื้อหา เนื่องจากความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราสัมพันธ์ มีอิทธิพลเป็นอย่างมากต่อโมเดลสมมติฐานตั้งต้น การดำเนินการวิจัยโดยการทำตามขั้นตอนซ้ำ ๆ หลายครั้งภายใต้กรอบทฤษฎีเดิมจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ และผลการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลได้ถูกนำไปรวมเข้าไว้ในงานวิจัยในท้ายที่สุด

มหารัจ อาเนชคูมาร์ (Maharaj, 2014, pp.1-16) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติในการหาอนุพันธ์และการประยุกต์ โดยใช้ทฤษฎี APOS ในการวิเคราะห์ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งหมด 35 คน โดยใช้ปัญหาจำนวน 6 ข้อ พบว่า นักเรียนมีปัญหาในเรื่องการใช้หลักเกณฑ์ในการหาอนุพันธ์ เนื่องจากขาดโครงสร้างความคิดที่เหมาะสมในส่วนที่เป็น



กระบวนการ (Process) สิ่งที่เราเรียนรู้ (Object) และแผนภาพทางปัญญา (Schema) ผู้วิจัยใช้วงจรการสอนแบบ ACE ประกอบด้วย การลงมือทำหรือกิจกรรม (Action) การอภิปราย (Discussion) และการทำแบบฝึกหัด (Exercise) เพื่อพัฒนาโครงสร้างความคิดที่เหมาะสมและสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง การหาอนุพันธ์และการประยุกต์

ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้วงจรการสอนแบบ ACE ช่วยพัฒนาโครงสร้างความคิดในส่วนกระบวนการ สิ่งที่เราเรียนรู้ และแผนภาพทางปัญญา

ซาห์พัวร์ อารีมาตี ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Function) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องและฟังก์ชันลอการิทึม (Logarithm Function) ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัย Historically Black (HBCU) อยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา ที่เรียนหลักสูตรแคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้นักศึกษาจำนวน 3 ห้อง รวมทั้งหมด 90 คน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ทฤษฎี APOS เป็นกรอบในการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (EXP) และฟังก์ชันลอการิทึม (LOG) และควบคู่กับการใช้วงจรการสอนแบบ ACE

ผลการวิจัยพบว่า การใช้ทฤษฎี APOS/วงจรการสอนแบบ ACE ส่งผลดีต่อการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (EXP) และฟังก์ชันลอการิทึม (LOG) และการปฏิบัติในการเรียนการสอน

### บทที่ 3

## วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ว่าเป็นอย่างไร ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เนื่องจากการวิจัยเชิงคุณภาพ มุ่งความสนใจไปที่กระบวนการ ความหมายและปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทำให้ได้ข้อมูลที่ลึกซึ้งและรอบด้าน ภายใต้บริบทที่เป็นธรรมชาติ การวิจัยเชิงคุณภาพจึงเป็นการศึกษาโลกในความเป็นจริงภายใต้สถานการณ์ที่เป็นไปตามธรรมชาติ ทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ จากภาพรวมที่มาจากหลายมิติหรือมุมมอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ (Insigh) การวิจัยเชิงคุณภาพเป็นงานที่ขึ้นอยู่กับกิจกรรมภาคสนามจึงต้องใช้บุคคลเป็นเครื่องมือในการศึกษา โดยมุ่งเน้นไปที่บทบาทของผู้วิจัยในการลงพื้นที่ซึ่งต้องมีการสังเกตอย่างละเอียดในทุก ๆ ด้านแบบเจาะลึกกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในเรื่องที่ต้องการศึกษาโดยตรง รวมไปถึงการเข้าใจลักษณะบริบทของโรงเรียนและกลุ่มที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิจัย ซึ่งต้องมีการบันทึกเรื่องราวในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้วิธีการต่าง ๆ ได้แก่ การสัมภาษณ์ การสังเกตการณ์ การทำบันทึกภาคสนาม การจดบันทึก การบันทึก การถอดความ ฯลฯ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงเหตุและผล ดังนั้นการวิจัยเชิงคุณภาพจึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับการทำความเข้าใจอย่างเป็นองค์รวมภายในบริบทของสิ่งที่ศึกษา โดยผู้วิจัยมีการติดต่อแบบมีส่วนร่วมโดยตรงกับประชากรกลุ่มเป้าหมาย เพื่อทำความเข้าใจพลวัตของปรากฏการณ์ ให้ความสำคัญกับการศึกษาเฉพาะกรณีทั้งหมดที่เป็นไปได้ มีการออกแบบการวิจัยที่ยืดหยุ่น โดยมีผู้วิจัยเป็นเครื่องมือที่สำคัญในกระบวนการวิจัย (Teppo. 1998; Denzin; & Lincoln. 2000; Fraenkel; & Wallen. 2000; Berg. 2001; Shank. 2002; Creswell. 2007; รุ่งทิภา นานำรุ่ง. 2550 และ วิชาญ นภาพันท์. 2551)

การสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview) เป็นการเก็บข้อมูลรูปแบบหนึ่งของนักวิจัย โดยนักวิจัยทำการสังเกต และบันทึกเสียงของผู้ถูกสัมภาษณ์ ด้วยเครื่องบันทึกเสียงหรือวิดีโอเทป ขณะที่ผู้ให้ข้อมูลกำลังดำเนินงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อรวบรวมข้อมูลและนำมาวิเคราะห์ การบันทึกเสียง การจดบันทึกของผู้สังเกต หัวข้อที่ใช้สัมภาษณ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ เพื่อวิเคราะห์และออกแบบการจัดการกับข้อมูล ซึ่งข้อมูลจากการ

สัมภาษณ์ได้รับการใส่รหัส การวิเคราะห์ และเขียนรายงานตามคำถามการวิจัยที่ตั้งไว้ (Maher, C. A. & Sigley, R. 2014: 579-581) การวิจัยเชิงคุณภาพนั้นถือว่าการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่สำคัญที่สุด เพื่อค้นหาสิ่งที่อยู่ในใจ และเพื่อดูว่าผู้ถูกสัมภาษณ์คิดอะไรและรู้สึกอย่างไร คำถามที่ดี ในการสัมภาษณ์นั้น คือคำถามที่ถามแล้วได้ข้อมูลตรงตามที่ต้องการ และไม่ทำให้เสียปฏิสัมพันธ์ที่ีระหว่างผู้ถูกสัมภาษณ์กับผู้สัมภาษณ์ (Fraenkel; & Wallen. 2000; รุ่งทิภา นานำรุ่ง. 2550) สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน มีการกำหนดแนวคำถามคู่ขนานกับงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง บรรยายากาศของการสัมภาษณ์จะเป็นธรรมชาติอย่างที่สุด สร้างความรู้สึกเป็นกันเอง เพื่อให้เด็ก ได้แสดงแนวคิดออกมาได้อย่างเป็นธรรมชาติ โดยที่ขณะทำการสัมภาษณ์ผู้วิจัยพยายามค้นหาคำตอบที่ต้องการ ดังนั้นจึงต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการถามเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก และให้ความใส่ใจในปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้วิจัยกับผู้ให้สัมภาษณ์ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการสัมภาษณ์ เพื่อคอยกำหนดทิศทางของการสนทนาให้ดำเนินไปในทิศทางที่ผู้วิจัยตั้งเป้าหมายไว้ และในระหว่างการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสัมภาษณ์ไว้ในแบบบันทึกการสัมภาษณ์ เทปบันทึกเสียง และกล้องวิดีโอ เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

สนามที่เลือกในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ โรงเรียนอนุบาลระนอง อำเภอเมือง จังหวัดระนอง ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ เปิดสอนตั้งแต่ชั้นเด็กเล็กจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีนักเรียนทั้งหมด 1,183 คน เหตุผลที่เลือกสนามในการวิจัยเป็นโรงเรียนอนุบาลระนอง เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ของโรงเรียนแห่งนี้ไม่มีการเรียนพิเศษเสริม เป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ต่าง ๆ กัน นักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยกับการมีผู้เข้าไปเก็บข้อมูล และนักเรียนมีพฤติกรรมที่เป็นไปตามธรรมชาติของเด็ก กล่าวคือ กล่าวทำ และกล่าวแสดงออก รวมทั้งผู้บริหารโรงเรียนอนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าไปศึกษาข้อมูลแบบเจาะลึกได้ อีกทั้งครูเองก็ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ด้วยความเต็มใจ

ตาราง 6 จำนวนนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน/คน
ป. 6/1 (EP.)	8 คน
ป.6/2	41 คน
ป.6/3	50 คน
ป.6/4	47 คน
<b>รวม</b>	<b>146 คน</b>

นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนที่คัดเลือกมาจากนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยจำนวน 40 คน ประกอบด้วย นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน รวม 8 คน โดยเลือกจากกลุ่มนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และนักเรียนที่ทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยนักเรียนทั้ง 8 คนดังกล่าวเป็นนักเรียนที่ให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัยได้ศึกษาแบบเชิงลึกเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและ การชั่ง ที่ใช้ความรู้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 และเมื่อพิจารณาจากการเขียนตอบในงานปฏิบัติ ผู้วิจัยเห็นว่านักเรียนกลุ่มดังกล่าวสามารถเป็นตัวแทนนักเรียนที่จะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย สามารถสื่อสาร เพื่อทำการสัมภาษณ์เป็นรายกรณีได้ (Case study)

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ ทั้งนี้เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลแบบเชิงลึกในประเด็นเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ว่าเป็นอย่างไร โดยผ่านการทำงานปฏิบัติ (Task) 2) สัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview) กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อจำแนกความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ว่าเป็นอย่างไร 3) บันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ในขณะที่ทำการสัมภาษณ์ และ 4) สำหรับนักเรียนบางคนที่แสดงแนวคิดยังไม่ชัดเจนในข้อคำถามซึ่งอยู่ในงานปฏิบัติ ผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดที่ชัดเจน

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

**ระยะที่ 1** ระยะกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของคิลแพทริกและคณะ และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎี APOS ของดูบินสกี เพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการประเมินระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวัดความยาวและการชั่ง ภายใต้บริบทของหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

**ระยะที่ 2** ระยะคั่นหานักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จะแบ่งเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวิจัย จำนวน 40 คน ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง เพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มาจัดเรียงตามลำดับคะแนน โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน (1: 2: 1)

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวิจัย จำนวน 40 คน ทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง แล้วทำการวิเคราะห์ผลการทำงานปฏิบัติดังกล่าวที่สร้างขึ้นตามกรอบทฤษฎี APOS เพื่อจำแนกระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับของนักเรียน โดยพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากระดับการกระทำ (Action : A) ระดับกระบวนการ (Process : P) ระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Object : O) และระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema : S) ซึ่งการวิจัยนี้กำหนดเกณฑ์คะแนนแต่ละระดับเท่ากับร้อยละ 80 เพื่อคั่นหานักเรียนกลุ่มเป้าหมาย กล่าวคือ ถ้านักเรียนคนใดได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ และนักเรียนคนดังกล่าวนั้นมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับนั้น

**ระยะที่ 3** ระยะเก็บข้อมูลเชิงลึกกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

แบ่งนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิจัยที่มีความเข้าใจเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ A, AP, APO และ APOS โดยที่นักเรียนจะอยู่ในกลุ่มระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใดนั้น นักเรียนจะต้องมีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้งเรื่องการวัดความยาวและการชั่งที่อยู่ระดับเดียวกัน จะมีเพียงเรื่องใดเรื่องหนึ่งไม่ได้ และการวิจัยนี้ได้กำหนดเกณฑ์ร้อยละ 80 ใช้ตัดสินในการผ่าน

แต่ละระดับ (ระดับ A ระดับ P ระดับ O ระดับ S) กล่าวคือ ถ้านักเรียนคนใดได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปถือว่านักเรียนคนดังกล่าวมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับนั้น ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มดังกล่าวยังได้แบ่งย่อยอีกเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน จากนั้นในแต่ละระดับดังกล่าวเลือกนักเรียนมาสัมภาษณ์อย่างน้อยกลุ่มละ 1 คน ซึ่งใช้การสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview) เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ ว่าเป็นอย่างไร วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์โพรโตคอล (Protocol) และนำเสนอข้อมูลแบบบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) สังเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยกำหนดวิธีการและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย แต่ละระยะดังข้อมูลในตารางต่อไปนี้



ตาราง 7 วิธีการและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	กิจกรรม	ระยะเวลา/เวลาดำเนินการ	ผลที่ได้รับ
เพื่อศึกษาความเข้าใจ เชิงมนิทัศน์ทาง คณิตศาสตร์เรื่อง การวัด ความยาวและการตั้ง ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6	กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย	ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ เชิงมนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและ การตั้ง ดังนี้	ระยะที่ 1 ช่วงมีนาคม - พฤษภาคม 2561	กรอบแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับ การประเมินความเข้าใจ เชิงมนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและ การตั้ง ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6
		- ศึกษาทฤษฎี APOS ซึ่งเป็น ทฤษฎีที่ใช้ในการประเมิน ระดับความเข้าใจ เชิงมนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของดูบินส์กี	ระยะที่ 1 ช่วง มีนาคม - พฤษภาคม 2561	- กรอบแนวคิดเบื้องต้นใน การศึกษาระดับความเข้าใจ เชิงมนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและ การตั้ง ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบ ทฤษฎี APOS

วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	กิจกรรม	ระยะที่/เวลาดำเนินการ	ผลที่ได้รับ
		<p>- ศึกษาความเข้าใจ เชิงนิเทศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของคิดแพทริค และ คณะ</p> <p>- เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการ วัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์</p>	<p>ระยะที่ 1 ช่วงมีนาคม</p> <p>-</p> <p>พฤษภาคม 2561</p>	<p>- กรอบแนวคิดเบื้องต้นใน การศึกษาคความเข้าใจ เชิงนิเทศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการตั้ง ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6</p>
	<p>ศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาที่ เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง การวัดความยาวและการตั้ง</p>	<p>ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารที่ เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง การวัด ความยาวและการตั้ง ที่อยู่ใน หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับ ประถมศึกษา ภายใต้นิเทศน์ของ หลักสูตรแกนกลาง/-</p>	<p>ระยะที่ 1 ช่วง มิถุนายน</p> <p>-</p> <p>กรกฎาคม 2561</p>	<p>ทำให้ทราบโครงสร้าง หลักสูตรคณิตศาสตร์ใน ระดับประถมศึกษาที่ เกี่ยวข้องกับ การวัดความยาวและการตั้ง</p>

ตาราง 7 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	กิจกรรม	ระยะที่/เวลาดำเนินการ	ผลที่ได้รับ
		/-การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	ระยะที่ 1 ช่วง มิถุนายน - กรกฎาคม 2561	- ในทวิวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ เนื้อหาเรื่อง การวัดความ ยาวและการชั่ง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6
	อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม พิจารณาความเหมาะสม ของกรอบแนวคิดในการวิจัย /การประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group)	นำกรอบแนวคิดที่ได้จาก การศึกษาค้นคว้า เชิงโมเดลที่ คณิตศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม เพื่อ พิจารณาความเหมาะสม	ระยะที่ 1 ช่วง มกราคม - ตุลาคม 2562	ได้รับข้อเสนอแนะจาก อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม เกี่ยวกับกรอบแนวคิดในการ วิจัย และปรับแก้ตาม ข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ ปรึกษาร่วม

วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	กิจกรรม	ระยะเวลา/เวลา ดำเนินการ	ผลที่ได้รับ
	<p>สร้างเครื่องมือ (แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง/ การชั่ง/ งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง/ แบบสัมภาษณ์/ แบบบันทึกการสัมภาษณ์) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ ศึกษา จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของปัญหาโดยพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง เพื่อ นำข้อเสนอนี้มาปรับปรุง</p>	<p>ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 40 ข้อ/ งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 47 ข้อ/ แบบสัมภาษณ์/ แบบบันทึกการสัมภาษณ์) ที่สอดคล้องกับการประเมินความเข้าใจเชิงเนื้อหาในทัศนคติคณิตศาสตร์ ภายใต้บริบทหลักสูตรคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 เนื้อหา เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง</p>	<p>ได้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง/ งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง/ แบบสัมภาษณ์/ แบบบันทึกการสัมภาษณ์)</p>	<p>ได้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง/ งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง/ แบบสัมภาษณ์/ แบบบันทึกการสัมภาษณ์)</p>

ตาราง 7 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	กิจกรรม	ระยะเวลา/ ระยะเวลาในการ	ผลที่ได้รับ
	<p>แก้ไขก่อนนำไปหาคุณภาพ/ ปรับปรุงแบบทดสอบเพื่อนำไปใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง/</li> <li>- ทดสอบด้วยงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบ ทฤษฎี APOS/</li> <li>ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับภารกิจ จำนวน 40 คน เพื่อค้นหานักเรียน กลุ่มเป้าหมาย</li> <li>- สัมภาษณ์/ นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย</li> <li>- บันทึกการสัมภาษณ์</li> </ul>	<p>นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 30 ข้อ/</li> <li>- งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบ ทฤษฎี APOS จำนวน 47 ข้อ</li> <li>ประกอบด้วยเนื้อหาการวัดความยาว จำนวน 25 ข้อ เนื้อหาการชั่ง จำนวน 22 ข้อ/ ไปทดสอบนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับภารกิจ จำนวน 40 คน</li> </ul>	<p>ระยะที่ 2</p> <p>ช่วงมกราคม 2563</p>	<p>คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง เพื่อคัดแยกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาจัดเรียงตามลำดับคะแนน โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่ม</p>

ตาราง 7 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	กิจกรรม	ระยะที่/ เวลาดำเนินการ	ผลที่ได้รับ
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบสัมภาษณ์/</li> <li>- แบบบันทึกผลการสัมภาษณ์</li> <li>- นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ที่มี</li> <li>คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</li> <li>คณิตศาสตร์ กลุ่มเก่ง กลุ่ม</li> <li>กลาง และกลุ่มอ่อน อย่างน้อย</li> <li>กลุ่มละ 1 คน มาสัมภาษณ์</li> </ul>	<p>ระยะที่ 2</p> <p>ช่วงมกราคม</p> <p>2563</p>	<p>และนำผลคะแนนจากการ</p> <p>ทำงานปฏิบัติ ตามกรอบ</p> <p>ทฤษฎี APOS เพื่อศึกษา</p> <p>ระดับความเข้าใจ</p> <p>เชิงมิติในขั้นตอนทาง</p> <p>คณิตศาสตร์ของนักเรียนใน</p> <p>แต่ละระดับว่าเป็นอย่างไร</p> <p>โดยกำหนดเกณฑ์คะแนน</p> <p>แต่ละระดับร้อยละ 80</p> <p>ได้นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย</p> <p>เพื่อนำมาสัมภาษณ์เชิงลึก</p> <p>ในระยะเวลาที่ 3 ต่อไป</p>



ตาราง 7 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	กิจกรรม	ระยะที่/ เวลาดำเนินการ	ผลที่ได้รับ
	สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ใช้การสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview)	สัมภาษณ์เชิงลึกกับนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย โดยแบ่งเป็น กลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มกลาง และ นักเรียนกลุ่มอ่อน ใช้การสัมภาษณ์ โดยใช้งานเป็นฐาน	ระยะที่ 3 ช่วงกุมภาพันธ์ 2563	เก็บข้อมูลเชิงลึกกับนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย โดยแบ่งเป็น นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียน กลุ่มกลาง และนักเรียนกลุ่ม อ่อน
	วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ โปรโตคอล (Protocol) และนำเสนอ ข้อมูลแบบบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description)	วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ โปรโตคอล และนำเสนอข้อมูล แบบบรรยายเชิงวิเคราะห์	ระยะที่ 3 ช่วงมีนาคม 2563	โดยพิจารณานักเรียน กลุ่มเป้าหมายที่มีความ เข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ระดับ A, AP, APO และ APOS โดย แบ่งเป็น นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มกลาง และ นักเรียนกลุ่มอ่อน อย่างน้อย กลุ่มละ 1 คน/-

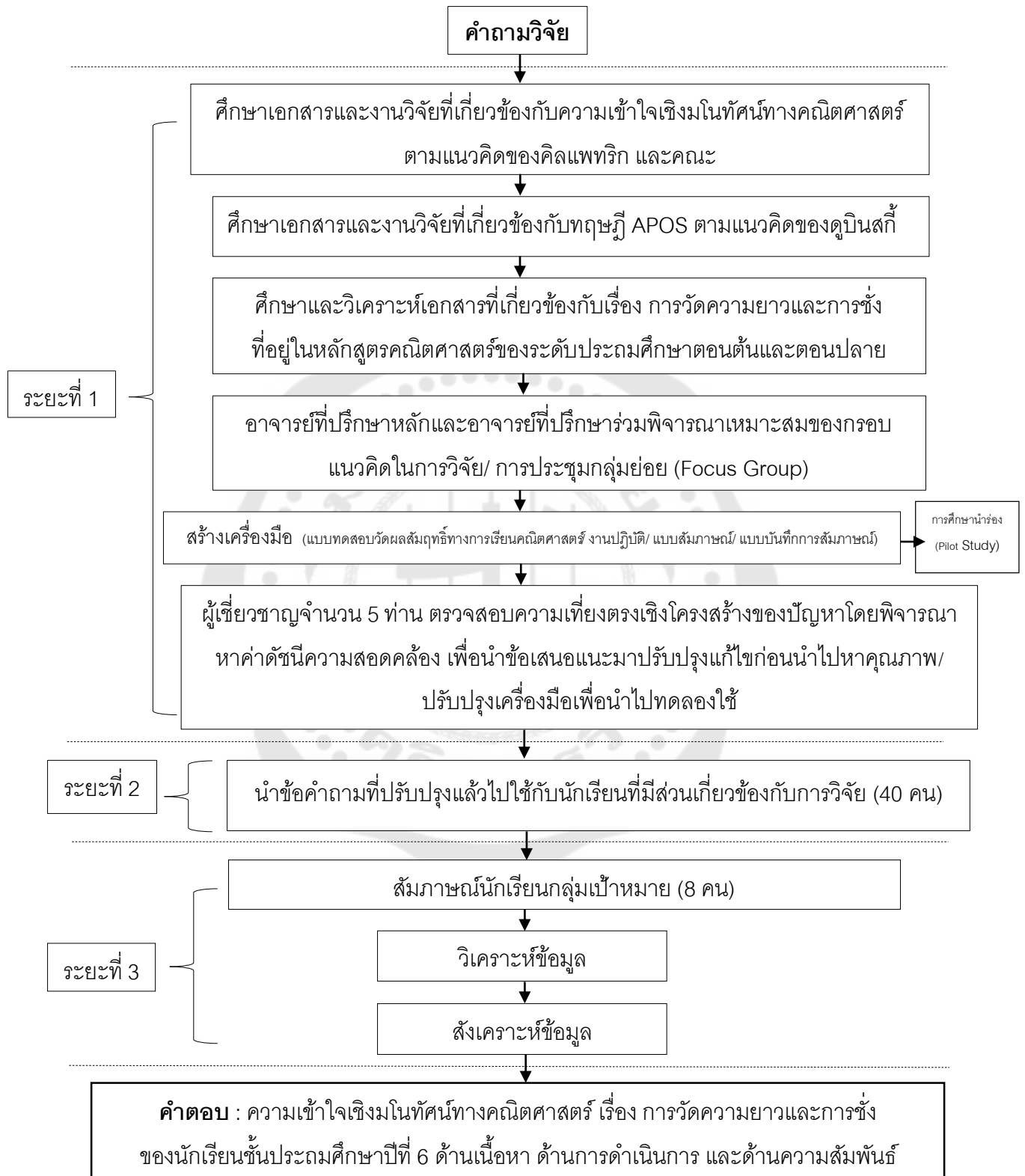
วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	กิจกรรม	ระยะที่/ เวลาดำเนินการ	ผลที่ได้รับ
	<p>สังเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล การศึกษาความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวัดความยาวและการตั้ง ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์</p>	<p>วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จาก การสัมภาษณ์เชิงลึก โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ</p>	<p>ระยะที่ 3 ช่วงมีนาคม 2563</p>	<p>-/ ความสำเร็จเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการตั้ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้าน ความสัมพันธ์อย่างไร</p> <p>- ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การวัดความยาว ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ ด้านความสัมพันธ์ และด้านความสัมพันธ์ เป็นอย่างไร</p>

ตาราง 7 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	ขั้นตอน	กิจกรรม	ระยะที่/ เวลาดำเนินการ	ผลที่ได้รับ
			ระยะที่ 3 ช่วงมีนาคม 2563 - มิถุนายน 2563	- ความเข้าใจเชิงโมเดล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้าน ความสัมพันธ์ เป็นอย่างไร



## ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย



ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

จากภาพประกอบ 8 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### ระยะที่ 1 ระยะกำหนดกรอบการวิจัย

ระยะนี้แบ่งเป็น 4 ข้อ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ เพื่อนำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 1) ความเข้าใจด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ 2) ความเข้าใจด้านการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และ 3) ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างงานปฏิบัติ (Task) ตามกรอบทฤษฎี APOS ของดูบินสกี โดยใช้เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีเนื้อหาตั้งแต่มัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ภายใต้บริบทของหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเก็บข้อมูลเชิงลึก โดยการสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview) เพื่อใช้ประเมินความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลจากการศึกษาได้นำมาสังเคราะห์เป็นความหมายสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับการวัดความยาวและการชั่ง ซึ่งพิจารณาจากความเข้าใจ 3 ด้าน ดังต่อไปนี้ 1) ความเข้าใจด้านเนื้อหา เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง 2) ความเข้าใจด้านการดำเนินการ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และ 3) ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ เรื่องการวัดความยาวและการชั่ง ซึ่งแต่ละด้านมีรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ความเข้าใจด้านเนื้อหา เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มีรายละเอียดดังนี้

ความเข้าใจด้านเนื้อหา เรื่อง การวัดความยาว หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวและบอกการใช้งานได้ถูกต้อง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน

ความเข้าใจด้านเนื้อหา เรื่อง การชั่ง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบอกชื่อเครื่องชั่ง และบอกการใช้งานได้ถูกต้อง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน

1.2 ความเข้าใจด้านการดำเนินการ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มีรายละเอียดดังนี้

ความเข้าใจด้านการดำเนินการ เรื่อง การวัดความยาว หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการดำเนินการวัดความยาวของสิ่งที่จะวัด เปรียบเทียบความยาว คาดคะเนความยาวของสิ่งของที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานพร้อมกับดำเนินการวัดจริงได้ และสามารถดำเนินการวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งของที่จะวัดได้

ความเข้าใจด้านการดำเนินการ เรื่อง การชั่ง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการดำเนินการชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง เปรียบเทียบน้ำหนัก และคาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานพร้อมกับดำเนินการชั่งจริงได้

1.3 ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มีรายละเอียดดังนี้

ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ เรื่อง การวัดความยาว หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม บอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้อง (ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน)

ความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ เรื่อง การชั่ง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม บอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักได้ (ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาความสามารถในการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ที่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีเนื้อหาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 30 ข้อ แบ่งออกเป็นเนื้อหา เรื่อง การวัดความยาว จำนวน 15 ข้อ และเนื้อหาการชั่ง จำนวน 15 ข้อ ที่ผู้วิจัยใช้ประกอบเพื่อคัดแยกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มาจัดเรียงตามลำดับคะแนน โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่ม



งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ในการวิจัยนี้ งานปฏิบัติเป็นคำถามเกี่ยวกับการวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 46 ข้อ โดยผู้วิจัยได้สร้างตารางวิเคราะห์ความหมายทั่วไปของทฤษฎี APOS และนำสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้การวัด โดยใช้เนื้อหาการวัดความยาวและการชั่ง ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 โดยมีการร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group) กับอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ในภาควิชาคณิตศาสตร์ และนิสิตปริญญาเอกสาขาคณิตศาสตร์ ร่วมพิจารณาเพื่อ วิเคราะห์ระดับความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดความยาวและการชั่งให้สอดคล้องกับความหมายทั่วไป ของทฤษฎี APOS ผลที่ได้จากการสนทนากลุ่มและการวิเคราะห์ร่วมกัน ได้เป็นพฤติกรรมในแต่ละ ระดับของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของการ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ที่ผู้วิจัยใช้ประกอบการเก็บข้อมูลเชิงลึก ในงานปฏิบัติแต่ละข้อผู้วิจัยสร้างข้อคำถามตามกรอบ ทฤษฎี APOS เป็นกรอบในการประเมินระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนก ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ การกระทำ (Action) กระบวนการ (Process) สิ่งที่เราเรียนรู้ (Object) และแผนภาพทางปัญญา (Schema) เนื้อหาการวัดความยาวและการชั่ง ซึ่งมีรายละเอียดดัง ตาราง 8

ตาราง 8 การพิจารณาระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว (ความสูง และระยะทาง) และการชั่ง

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความหมายทั่วไปของทฤษฎี APOS (Dubinsky, 1991)	พฤติกรรมแต่ละระดับของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของการวัดสำหรับงานวิจัยนี้	การชั่ง
<p>การกระทำ (Action : A)</p> <p>เป็นระยะแรกของการเรียนรู้ เกิดจากการที่ผู้เรียนใช้ความรู้เดิมมาสร้างความรู้ใหม่ เป็นความเข้าใจที่เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามคำแนะนำ คำสั่ง หรือเงื่อนไขที่กำหนด โดยปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเป็นลำดับครบถ้วน</p>	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามคำสั่งที่กำหนดให้ (ไม้บรรทัด, ไม้เมตร, สายวัด, ตลับเมตร)</li> <li>2. ใช้เครื่องมือในการวัดความยาวตามที่ได้ระบุได้</li> <li>3. วัดความยาวตามคำสั่งโดยใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้</li> <li>4. บอกหน่วยการวัดความยาวตามที่กำหนดให้ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นมาตรฐานได้</li> </ol>	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามคำสั่งที่กำหนดให้ (เครื่องชั่งน้ำหนักตัว, เครื่องชั่งสองแขน, เครื่องชั่งสปริง เครื่องชั่งแบบตุ้มเหล็ก)</li> <li>2. ใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักตามที่ได้ระบุได้</li> <li>3. ชั่งน้ำหนักตามคำสั่งโดยใช้เครื่องชั่งที่กำหนดให้</li> <li>4. บอกหน่วยการชั่งตามที่กำหนดให้ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้</li> </ol>	

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของกรวด		พฤติกรรมแต่ละระดับของความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของกรวดสำหรับงานวิจัยนี้	
ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความหมายทั่วไปของทฤษฎี APOS (Dubinsky, 1991)	การวัดความยาว	การชั่ง
กระบวนการ (Process : P)	เป็นระยะของการพัฒนาความเข้าใจจากการกระทำไปเป็นกระบวนการในการเรียนรู้และรับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานทางจิตใจ (Process of Interiorization) ของนักเรียน โดยที่นักเรียนสามารถสร้างภาพความคิดในใจขึ้นได้ เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนเริ่มคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ สามารถอธิบายหรือคิดย้อนกลับขั้นตอนต่าง ๆ โดยไม่จำเป็นต้องแสดงการกระทำในแต่ละขั้นตอนเหล่านั้นครบถ้วนแล้วจากระยะแรกของการเรียนรู้จนเกิดความชำนาญและรับเอาความรู้ที่ติดตัวไป (Interiorized) เมื่อเจอโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้ทันที โดยไม่ต้องมีผู้ชี้แนะว่าต้องทำเป็นขั้นตอนอย่างไร หรือนักเรียนสามารถลงมือดำเนินการในใจได้เอง	นักเรียนสามารถ 1. เด็กใช้เครื่องมีวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดสิ่งของที่กำหนดให้ได้ และบอกหน่วยและสามารถบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องวัดนั้น 2. วัดสิ่งของที่กำหนดให้ และบอกหน่วยวัดความยาวได้ 3. คาดคะเนความยาวของสิ่งที่กำหนดให้ ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้	นักเรียนสามารถ 1. เด็กใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสมในการชั่งสิ่งของที่กำหนดให้ได้ และสามารถบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องชั่งนั้น 2. ชั่งสิ่งของที่กำหนดให้ และบอกหน่วยชั่งน้ำหนักได้ 3. คาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความหมายทั่วไปของทฤษฎี APOS (Dubinsky, 1991)	พฤติกรรมแต่ละระดับของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของการวัดสำหรับงานวิจัยนี้
<p>สิ่งที่เรียนรู้ (Object : O)</p> <p>เป็นระยะของการเกิดองค์ความรู้ใหม่โดยมีการ Encapsulated ไว้ของกระบวนการ และสามารถนำกระบวนการที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงกันทั้งในแบบที่เป็นการรับเอาองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดจากการเรียนรู้ปรับให้เข้าหมวดหมู่กับองค์ความรู้ที่มีอยู่แล้ว และในแบบปรับโครงสร้างที่เกิดจากการที่องค์ความรู้ใหม่นั้นมีขอบเขตเกินกว่าองค์ความรู้เดิมที่มีอยู่ จึงมีการขยายปรับเปลี่ยนองค์ความรู้เดิมให้เกิดความครอบคลุม ถูกต้อง และสมบูรณ์</p>	<p>นักเรียนสามารถ</p> <p>1. เปลี่ยนหน่วยความยาวที่กำหนดให้ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้</p> <p>2. นำกระบวนการในการวัดความยาวมาเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานเพื่อสร้างมโนทัศน์ใหม่เกี่ยวกับการวัดความยาวได้</p>	<p>นักเรียนสามารถ</p> <p>1. เปลี่ยนหน่วยการซึ่งที่กำหนดให้ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้</p> <p>2. นำกระบวนการในการซึ่งมาเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานเพื่อสร้างมโนทัศน์ใหม่เกี่ยวกับการซึ่งได้</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความหมายทั่วไปของทฤษฎี APOS (Dubinsky, 1991)	พฤติกรรมแต่ละระดับของความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของการวัดสำหรับงานวิจัยนี้	
แผนภาพทางปัญญา (Schema : S)		การวัดความยาว	การชั่ง
<p>เป็นความสามารถในการเลือกเชื่อมโยงกลุ่มกระบวนการต่างๆ จากระดับการกระทำ กระบวนการ และสิ่งที่เรียนรู้ ของนักเรียนเพื่อก่อเป็นแผนภาพทางปัญญา รวมถึงการเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (ประยุกต์) เพื่อใช้ในการสร้างความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีในระดับที่สูงขึ้น หรือนำความเข้าใจในระดับต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งแบบเฉพาะเจาะจงและบูรณาการ</p>		<p>นักเรียนสามารถ</p> <p>1. เกิดสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับความยาว โดยอธิบายความเข้าใจในการกระทำ (A) กระบวนการ (P) เรียนรู้ (O) ได้</p>	<p>นักเรียนสามารถ</p> <p>1. เกิดสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการชั่งน้ำหนัก โดยอธิบายความเข้าใจในระดับการกระทำ (A) กระบวนการ (P) และสิ่งที่เรียนรู้ (O) ได้</p>

2. ศึกษาเอกสารเกี่ยวข้องกับ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ของระดับประถมศึกษา ในชั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาโครงสร้างเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีเนื้อหาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ภายใต้บริบทของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยผู้วิจัยได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลดังต่อไปนี้ หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เทคนิคการสอนระดับประถมศึกษา ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และนำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามองค์ประกอบที่กำหนดไว้ในชั้นตอนที่ 1

3. อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมพิจารณาความเหมาะสมของกรอบแนวคิดในการวิจัย ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดในการวิจัยที่ได้จากชั้นตอนที่ 2 ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกรอบแนวคิดดังกล่าว ผ่านการสนทนากลุ่ม (Focus Group) หลังจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ตรวจสอบความเหมาะสมของกรอบแนวคิดแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมมาปรับปรุงแก้ไขกรอบแนวคิดให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จนได้เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1 (กรอบแนวคิดในการวิจัย)

4. สร้างเครื่องมือ (แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ งานปฏิบัติ/ แบบสัมภาษณ์/ แบบบันทึกการสัมภาษณ์) ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ งานปฏิบัติ/ แบบสัมภาษณ์/ แบบบันทึกการสัมภาษณ์) ที่จะใช้ในการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ภายใต้บริบทหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ที่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 40 ข้อ โดยเป็นเนื้อหาการวัดความยาวจำนวน 20 ข้อ และเนื้อหาการชั่ง จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยใช้ประกอบเพื่อคัดเลือกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่ม



ปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มาจัดเรียงตามลำดับคะแนน มีเกณฑ์การให้  
คะแนน ดังนี้

คะแนน 1 หมายถึง เลือกคำตอบถูกต้อง

คะแนน 0 หมายถึง เลือกคำตอบไม่ถูกต้อง หรือเลือกตอบมากกว่า 1  
ตัวเลือก หรือไม่เลือกตอบ

#### เกณฑ์การประเมินผล

- ใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มเก่ง กลุ่มกลาง และกลุ่มอ่อน (1: 2: 1)

2) งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง เป็นแบบทดสอบ  
อันทันทีสร้างขึ้นตามกรอบทฤษฎี APOS ของดูบินสกี (มีระดับขั้นของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง  
คณิตศาสตร์ 4 ระดับขั้น) ซึ่งแต่ละข้อมีการให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Scoring) และมีเนื้อหา  
ครอบคลุมเรื่องการวัดความยาวและการชั่ง รวมทั้งหมดจำนวน 46 ข้อ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การชั่ง
ระดับการกระทำ (Action) จำนวน 12 ข้อ	ระดับการกระทำ (Action) จำนวน 12 ข้อ
ระดับกระบวนการ (Process) จำนวน 6 ข้อ	ระดับกระบวนการ (Process) จำนวน 5 ข้อ
ระดับสิ่งเรียนรู้ (Object) จำนวน 4 ข้อ	ระดับสิ่งเรียนรู้ (Object) จำนวน 3 ข้อ
ระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema) จำนวน 2 ข้อ	ระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema) จำนวน 2 ข้อ
รวมจำนวน 24 ข้อ	รวมจำนวน 22 ข้อ

จากนั้นนำงานปฏิบัติที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์  
ที่ปรึกษาร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของงานปฏิบัติ  
กับความรู้ความสามารถของนักเรียน และได้จัดการสนทนากลุ่ม (Fogus Group) เพื่อพิจารณาว่า  
งานปฏิบัติมีความเหมาะสมหรือไม่ จะต้องปรับปรุงแก้ไขอย่างไร เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตร  
คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง หลังจากการสนทนากลุ่มทำให้  
ได้งานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 46 ข้อ จากนั้นนำงานปฏิบัติที่ผ่านการ  
ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของ  
ปัญหาโดยพิจารณาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปหา  
คุณภาพขั้นต่อไป โดยงานปฏิบัติดังกล่าวเป็นแบบทดสอบซึ่งกำหนดปัญหาเกี่ยวกับเรื่องการวัด

ความยาวและการซังมาให้ แล้วให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบเกี่ยวกับ เรื่อง การวัดความยาว และการซัง

งานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการซัง ในแต่ละข้อคำถาม มีเกณฑ์การให้ คะแนน ตามตาราง 9 ดังนี้

ตาราง 9 เกณฑ์การประเมินความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS ของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการซัง

### เรื่อง การวัดความยาว

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการกระทำ (Action)

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน
A1 – A8	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน
A9.1	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน
A9.2 – A9.3	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 1 คะแนน
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 0.5 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน
A10 – A11	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 2 คะแนน
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 1 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน
A12.1 – A12.2	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 4 คะแนน
	ตอบถูกต้องสามคำตอบ	ได้ 3 คะแนน
	ตอบถูกต้องสองคำตอบ	ได้ 2 คะแนน
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 1 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน
รวม		23 คะแนน

## ตาราง 9 (ต่อ)

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการ (Process)

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนน
P1 – P4	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน	ข้อละ 4 คะแนน รวม 16 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
	ให้เหตุผลได้ถูกต้องเหมาะสม	ได้ 2 คะแนน	
	ให้เหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน	ได้ 1 คะแนน	
P5.1 – P5.2	ให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ให้เหตุผล	ได้ 0 คะแนน	ข้อละ 3 คะแนน รวม 6 คะแนน
	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน	
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 3 คะแนน	
P6.1 – P6.2	ตอบถูกต้องสองคำตอบ	ได้ 2 คะแนน	ข้อละ 2 คะแนน รวม 4 คะแนน
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 1 คะแนน	
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน	
รวม	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	รวม 26 คะแนน
	ให้เหตุผลได้ถูกต้องเหมาะสม	ได้ 1 คะแนน	
	ให้เหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน	ได้ 0.5 คะแนน	
	ให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ให้เหตุผล	ได้ 0 คะแนน	

## ตาราง 9 (ต่อ)

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Object)

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน
O1.1	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 1 คะแนน
	ตอบถูกต้องเพียงหนึ่งคำตอบ	ได้ 0.5 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน
O1.2	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน
	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องครบถ้วน	ได้ 1 คะแนน
	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องบางส่วน	ได้ 0.5 คะแนน
O2.1 – O2.2	ให้เหตุผลได้ถูกต้องเหมาะสม	ได้ 2 คะแนน
	ให้เหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน	ได้ 1 คะแนน
	ให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ให้เหตุผล	ได้ 0 คะแนน
O3.1 – O3.2	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน
	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องครบถ้วน	ได้ 2 คะแนน
	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องบางส่วน	ได้ 1 คะแนน
O4.1	แสดงวิธีคิดไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีคิด	ได้ 0 คะแนน
	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 2 คะแนน
	ตอบถูกต้องบางส่วน	ได้ 1 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน
O4.2	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 4 คะแนน
	ตอบถูกต้องสามคำตอบ	ได้ 3 คะแนน
	ตอบถูกต้องสองคำตอบ	ได้ 2 คะแนน
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 1 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน
<b>รวม</b>		21 คะแนน

ตาราง 9 (ต่อ)

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema)

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน
S1	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน
	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องครบถ้วน	ได้ 2 คะแนน
	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องบางส่วน	ได้ 1 คะแนน
S2	แสดงวิธีคิดไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีคิด	ได้ 0 คะแนน
	ให้เหตุผลได้ถูกต้องเหมาะสม	ได้ 2 คะแนน
	ให้เหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน	ได้ 1 คะแนน
	ให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ให้เหตุผล	ได้ 0 คะแนน
<b>รวม</b>		<b>5 คะแนน</b>

ตาราง 9 (ต่อ)

## เรื่อง การชั่ง

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับการกระทำ (Action)

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	
A1 – A3	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน	ข้อละ 2 คะแนน รวม 6 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
A4	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน	ข้อละ 1 คะแนน รวม 1 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
A5 – A8	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 2 คะแนน	ข้อละ 2 คะแนน รวม 8 คะแนน
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 1 คะแนน	
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
A9.1 – A9.2	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน	ข้อละ 1 คะแนน รวม 2 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
A10 – A11	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 2 คะแนน	ข้อละ 2 คะแนน รวม 4 คะแนน
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 1 คะแนน	
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
A12	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 5 คะแนน	รวม 5 คะแนน
	ตอบถูกต้องสี่คำตอบ	ได้ 4 คะแนน	
	ตอบถูกต้องสามคำตอบ	ได้ 3 คะแนน	
	ตอบถูกต้องสองคำตอบ	ได้ 2 คะแนน	
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 1 คะแนน	
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
<b>รวม</b>		26 คะแนน	

## ตาราง 9 (ต่อ)

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับกระบวนการ (Process)

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	
P1 – P3	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน	ข้อละ 4 คะแนน รวม 12 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
	ให้เหตุผลได้ถูกต้องเหมาะสม	ได้ 2 คะแนน	
	ให้เหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน	ได้ 1 คะแนน	
	ให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ให้เหตุผล	ได้ 0 คะแนน	
P4.1 – P4.2	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 3 คะแนน	ข้อละ 3 คะแนน รวม 6 คะแนน
	ตอบถูกต้องสองคำตอบ	ได้ 2 คะแนน	
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 1 คะแนน	
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
P5.1 – P5.2	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน	ข้อละ 2 คะแนน รวม 4 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
	ให้เหตุผลได้ถูกต้องเหมาะสม	ได้ 1 คะแนน ได้	
	ให้เหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน	0.5 คะแนน	
	ให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ให้เหตุผล	ได้ 0 คะแนน	
<b>รวม</b>			22 คะแนน



ตาราง 9 (ต่อ)

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Object)

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	
O1	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน	รวม 3 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องครบถ้วน	ได้ 2 คะแนน	
	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องบางส่วน	ได้ 1 คะแนน	
	แสดงวิธีคิดไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีคิด	ได้ 0 คะแนน	
O2	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 6 คะแนน	รวม 6 คะแนน
	ตอบถูกต้องหาคำตอบ	ได้ 5 คะแนน	
	ตอบถูกต้องสี่คำตอบ	ได้ 4 คะแนน	
	ตอบถูกต้องสามคำตอบ	ได้ 3 คะแนน	
	ตอบถูกต้องสองคำตอบ	ได้ 2 คะแนน	
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 1 คะแนน	
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
O3	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 7 คะแนน	รวม 7 คะแนน
	ตอบถูกต้องหกคำตอบ	ได้ 6 คะแนน	
	ตอบถูกต้องหาคำตอบ	ได้ 5 คะแนน	
	ตอบถูกต้องสี่คำตอบ	ได้ 4 คะแนน	
	ตอบถูกต้องสามคำตอบ	ได้ 3 คะแนน	
	ตอบถูกต้องสองคำตอบ	ได้ 2 คะแนน	
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 1 คะแนน	
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
<b>รวม</b>		16 คะแนน	

ตาราง 9 (ต่อ)

ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema)

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนน
S1	ตอบถูกต้อง	ได้ 1 คะแนน	รวม 8 คะแนน
	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	
	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ได้ 1 คะแนน	
	ตอบถูกต้องคำตอบเดียว	ได้ 0.5 คะแนน	
S2	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	ได้ 0 คะแนน	รวม 3 คะแนน
	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องครบถ้วน	ได้ 4 คะแนน	
	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องบางส่วน	ได้ 2 คะแนน	
	แสดงวิธีคิดไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีคิด	ได้ 0 คะแนน	
รวม	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องครบถ้วน	ได้ 3 คะแนน	รวม 3 คะแนน
	แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องบางส่วน	ได้ 1.5 คะแนน	
	แสดงวิธีคิดไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีคิด	ได้ 0 คะแนน	
รวม			11 คะแนน

#### เกณฑ์การประเมินผล

- ถ้านักเรียนคนใดได้คะแนนในแต่ละระดับตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปถือว่านักเรียนคนนั้นมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับนั้น

3) แบบสัมภาษณ์และแบบบันทึกการสัมภาษณ์ โดยแบบสัมภาษณ์เป็นแบบสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview) ที่พัฒนาขึ้นใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน 3 ด้าน ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ ประกอบด้วยคำถาม 3 ลักษณะ คือ 1) คำถามหลัก (Main Questions) เป็นคำถามที่ใช้เปิดประเด็น เช่น นักเรียนได้คำตอบนี้มาอย่างไร อธิบายได้หรือไม่ 2) คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน (Probes) กรณีที่คำตอบจากการสัมภาษณ์หลักยังไม่ชัดเจนพอ หรือผู้สัมภาษณ์อาจมีประเด็นเพิ่มเติม ผู้สัมภาษณ์อาจจะกระตุ้นให้นักเรียนที่

ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือช่วยอธิบายให้ละเอียดอีกครั้ง และ 3) คำถามเพื่อตามประเด็น (Follow-up Questions) เป็นคำถามที่มุ่งจะเพิ่มข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่สัมภาษณ์ให้ลึกลงไป และเป็นคำถามที่ผู้สัมภาษณ์คิดขึ้นในขณะที่สัมภาษณ์อยู่ โดยแนวคำถามทั้งสามประเภทมีลักษณะยืดหยุ่นไปตามสถานการณ์ ไม่ตายตัว (Rubin, H.; & Rubin, I. 1995) และในขณะที่สัมภาษณ์ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกประเด็นสำคัญต่าง ๆ ไว้ในแบบบันทึกของผู้วิจัย ส่วนแบบบันทึกผลการสัมภาษณ์ เป็นแบบบันทึกที่ผู้สัมภาษณ์ใช้บันทึกประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่สังเกตพบในขณะที่ทำการสัมภาษณ์ รวมถึงประเด็นอื่น ๆ ที่น่าสนใจ เพื่อนำประเด็นเหล่านั้นไปวิเคราะห์ข้อมูล ให้ประกอบการตัดสินใจต่อไป

### การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง**

ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

- ศึกษาเนื้อหา สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ที่มีเนื้อหาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ภายใต้อำนาจของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

- ศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการสร้างแบบทดสอบ เทคนิคการเขียนข้อสอบจากตำราการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555ก: 30-61)

- วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี จากการจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อดูความรู้พื้นฐาน เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน

- สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังตาราง 10 และตาราง 11 แล้วดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 40 ข้อ แบ่งออกเป็นเนื้อหาการวัดความยาว จำนวน 20 ข้อ และการชั่ง จำนวน 20 ข้อ

ตาราง 10 การวิเคราะห์ตัวชี้วัดชั้นปีและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับ การวัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด						จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง
			ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		การคิดวิเคราะห์			
			ออก	ใช้	ออก	ใช้	ออก	ใช้		
1. บอกความยาว น้ำหนัก โดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยแบบมาตรฐาน	- การเปรียบเทียบความยาว (สูงกว่า เดียวกัน ยาวกว่า สั้นกว่า ยาวเท่ากัน สูงเท่ากัน) - การวัดความยาว โดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยแบบมาตรฐาน	1. สามารถบอกความยาวโดยใช้หน่วยแบบมาตรฐานได้ 2. สามารถบอกน้ำหนักโดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยแบบมาตรฐานได้	ออก	ใช้	ออก	ใช้	ออก	ใช้	2	1

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเริ่มนรู้ แกนกลาง	จุดประสงค์การ เริ่มนรู้	ระดับพฤติกรรมที่ประสงค์						จำนวนข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ ที่ต้องการจริง	
			ความรู้ความจำ		การนำไปใช้		การคิดวิเคราะห์				
			ออก	ใช้	ออก	ใช้	ออก	ใช้			
2. บอกความยาวเป็น เมตร เซนติเมตร และ มิลลิเมตร เลือกเครื่องวัดวัด ความยาวที่เหมาะสม และเปรียบเทียบ ความยาว	- การวัดความยาว (เมตร เซนติเมตร มิลลิเมตร) - การเลือกเครื่องมือ วัดความยาวที่ เหมาะสม (ไม่เมตร ไม้บรรทัด สายวัดตัว ตลับเมตร) - การเปรียบเทียบ ความยาว	1. สามารถบอก ความยาวโดยใช้ หน่วยที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ 2. สามารถบอก ชื่อเครื่องวัด ความยาวได้ 3. สามารถ เลือกใช้เครื่องมือ วัดความยาวได้ 4. สามารถบอก หน่วยการวัด ความยาวได้	ออก	ใช้	ออก	ใช้	ออก	ใช้	5	2	
		1		2		3			2	1	
					1					2	1

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด						จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง
			ความรู้ความจำ		การนำไปใช้		การคิดวิเคราะห์			
			ได้	จก	ได้	จก	ได้	จก		
3. บอกน้ำหนักเป็น กิโลกรัม กรัม และขีดเลือกเครื่องชั่งที่เหมาะสม และเปรียบเทียบน้ำหนัก	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การชั่ง (กิโลกรัม กรัม ชีด)</li> <li>- การเลือกเครื่องชั่งน้ำหนักที่เหมาะสม (เครื่องชั่งสปริง เครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งสองแขน เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน)</li> <li>- การเปรียบเทียบน้ำหนัก</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. สามารถบอกน้ำหนักโดยใช้หน่วยที่เป็นแบบมาตรฐานได้</li> <li>2. สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้</li> <li>3. สามารถเลือกใช้เครื่องชั่งน้ำหนักได้</li> <li>4. สามารถบอกหน่วยการชั่งน้ำหนักได้</li> </ol>	1	1	1	1	1	2	1	

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด						จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง
			ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		การคิดวิเคราะห์			
			ออก	ใช่	ออก	ใช่	ออก	ใช่		
4. บอกความสัมพันธ์ของหน่วยความยาว (เช่นดีเมตรกับมิลลิเมตร เซนติเมตร ก็โตเมตรกับเมตรเท่ากับเมตร)	- ความสัมพันธ์ของหน่วยความยาว (เช่นดีเมตรกับ มิลลิเมตร เซนติเมตร ก็โตเมตรกับเมตรเท่ากับเมตร)	1. เมื่อกำหนดสถานการณ์การวัดความยาวให้นักเรียนสามารถวัดความยาวเป็นเมตร เซนติเมตร และมีลิติเมตรได้	1							
ยาว และน้ำหนัก	- ความสัมพันธ์ของหน่วยการชั่ง (กรัมกับกิโลกรัม ก็โตกรัมกับเมตรกตัน ซิดกับกรัม)	2. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการวัดความยาว เซนติเมตรกับ มิลลิเมตร เมตรกับ เซนติเมตร กิโลเมตรกับเมตรได้					2	3	3	



ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด						จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ตรงการจริง
			ความรู้ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การคิดวิเคราะห์			
			ฉก	ใช้	ฉก	ใช้	ฉก	ใช้		
	<p>- ความสัมพันธ์ของหน่วยความยาว (เซนติเมตรกับมิลลิเมตร เมตรกับเซนติเมตร กิโลเมตรเมตรกับเมตร)</p> <p>- ความสัมพันธ์ของหน่วยการชั่ง (กรัมกับกิโลกรัม กิโลกรัมกับเมตริกตัน ชีตกับกรัม)</p>	<p>3. เมื่อกำหนดสถานการณ์ การชั่งนักเรียนสามารถชั่งน้ำหนัก เป็นกรัม กิโลกรัม และซีตได้</p> <p>4. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการชั่งน้ำหนัก กรัมกับ กิโลกรัม กิโลกรัมกับเมตริกตัน ชีตกับกรัม</p>								
							3	3	2	

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด						จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง
			ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		การคิดวิเคราะห์			
			ออก	ใช้	ออก	ใช้	ออก	ใช้		
5. คาดคะเนความยาวและน้ำหนัก	- การคาดคะเนความยาว (เช่นดีเมตร เมตร) - การคาดคะเนน้ำหนัก (กีโกลกรัม)	1. สามารถคาดคะเนความยาวได้ 2. สามารถคาดคะเนน้ำหนักได้	1					1	1	
6. ทหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลม	- ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม และหาความยาวรอบรูปวงกลมหรือความยาวรอบวง	1. เมื่อกำหนดภาพหรือสิ่งของที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม นักเรียนสามารถหาความยาวรอบรูปวงกลมหรือความยาวรอบวง			1			1	1	
		รูปของรูปสี่เหลี่ยมรูปสามเหลี่ยมได้ 2. เมื่อกำหนดภาพหรือสิ่งของที่เป็นรูปวงกลมให้ นักเรียนสามารถหาความยาวรอบรูปของวงกลมได้			1			1	1	

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด						จำนวนข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ ที่ต้องการจริง
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การคิดวิเคราะห์	การใช้	ออก		
7. อธิบายเส้นทางหรือบอกตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ โดยระบุทิศทาง และระยะทางจริงจากรูปภาพ แผนที่ และแผนที่	- ทิศ - การบอกตำแหน่งโดยใช้ทิศ - มาตราส่วน - การอ่านแผนที่	1. เมื่อกำหนดภาพที่ย่อส่วนและมาตราส่วนให้สามารถหาความยาวความสูงหรือระยะทางได้	ออก ใช้	ออก ใช้	ออก ใช้	ออก ใช้	ออก ใช้	2	2	



ตาราง 11 การวิเคราะห์ตัวชี้วัดชั้นปีและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง การวัดความยาวและการวัดพื้นที่ 6 มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับ การวัดได้

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด						จำนวนข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ ที่สอบจริง
			ความรู้ความจำ		การนำไปใช้		การคิดวิเคราะห์			
			ออก	ใช้	ออก	ใช้	ออก	ใช้		
1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับ การวัดความยาวและการวัดพื้นที่	โจทย์ปัญหา และการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ การวัดความยาวและการวัดพื้นที่	1. เมื่อกำหนด โจทย์ปัญหา หรือ สถานการณ์ ปัญหาเกี่ยวกับ การวัดความยาว นักเรียนสามารถ หาคำตอบได้ 2. เมื่อกำหนด โจทย์ปัญหา หรือ สถานการณ์ ปัญหาเกี่ยวกับ การวัดพื้นที่ นักเรียนสามารถ หาคำตอบได้	ออก	ใช้	ออก	ใช้	ออก	ใช้	3	3
			ออก	ใช้	ออก	ใช้	9	ใช้	9	6

- สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ความยาวและการชั่ง ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

- นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ตรวจสอบ ความถูกต้อง ความเหมาะสมทั้งในแง่ของเนื้อหาและความถูกต้องของภาษาที่ใช้ของแบบทดสอบ และนำไปแก้ไขตามข้อเสนอนี้ต่าง ๆ

- นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมอีกครั้งจนผ่านการพิจารณา จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและ พัฒนาหลักสูตร จำนวน 1 ท่าน ศึกษานิเทศก์ จำนวน 1 ท่าน และครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับ ประถมศึกษา จำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นวิเคราะห์ ข้อมูลจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และนำข้อเสนอนี้มาแก้ไขปรับปรุง โดยใช้หลักเกณฑ์ใน การพิจารณาดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

- นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง ที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณโดยพิจารณาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการประเมินอยู่ระหว่าง 0.60–1.00 ผ่านเกณฑ์จำนวน 39 ข้อ

- นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มนำร่องจำนวน 80 คน ที่เคยเรียน เนื้อหานี้มาแล้วและไม่ใช่กลุ่มนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย เพื่อหาคุณภาพของ แบบทดสอบ และวิเคราะห์โดยนำคะแนนที่ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มนำร่องมาตรวจให้คะแนน

- วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ความยาวและการชั่ง ที่นำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มนำร่องมาตรวจให้คะแนน และนำผลคะแนน ที่ได้มาวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก

ง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.36-0.60 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.58

- หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ที่ถูกคัดเลือกแล้ว เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

- นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย จำนวน 40 คน

### งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง

ลักษณะของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่โดยแต่ละข้อมีการให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric Scoring) มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

- ศึกษารูปแบบและลักษณะของโจทย์ปัญหาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของดูบินสกี

- วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี จากการจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อความรู้พื้นฐาน เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน

- สร้างตารางการพิจารณาระดับความเข้าใจการวัดความยาว (ความสูง และระยะทาง) และการชั่ง โดยวิเคราะห์ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS และพฤติกรรมแต่ละระดับของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง เพื่อสร้างงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง เป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยแต่ละข้อมีการให้คะแนนแบบรูบรีค ซึ่งเป็นการให้คะแนนแบบวิเคราะห์

- สร้างงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ซึ่งมีทั้งหมด 46 ข้อ แบ่งเป็นงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาว 24 ข้อ และงานปฏิบัติ เรื่อง การชั่ง 22 ข้อ สำหรับใช้ทดสอบระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การสร้างงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง สำหรับการวิจัยครั้งนี้ งานปฏิบัติได้สร้างขึ้นตามกรอบทฤษฎี APOS ของดูบินสกี และกรอบเนื้อหาเรื่อง การวัดความ

ยาวและการชั่ง (ในงานปฏิบัติจะมีเนื้อหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูง) เพื่อใช้เป็นกรอบในการประเมินความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยทฤษฎี APOS สามารถจำแนกระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ การกระทำ (Action) กระบวนการ (Process) สิ่งที่เรียนรู้ (Object) และแผนภาพทางปัญญา (Schema)

- นวัตกรรมปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของงานปฏิบัติกับความรู้ของนักเรียน จากนั้นได้จัดการสนทนากลุ่ม (Fogus Group) เพื่อพิจารณาว่างานปฏิบัติมีความเหมาะสมหรือไม่ จะต้องปรับปรุงแก้ไขอย่างไร เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง หลังจากการสนทนากลุ่มทำให้ได้งานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 46 ข้อ (ผู้วิจัยได้นำงานปฏิบัติที่ผ่านการสนทนากลุ่มบางส่วนที่ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมแล้วว่ามีเหมาะสมกับความรู้ของนักเรียน นำไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่ นักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษานำร่อง (Pilot Study) เพื่อดูแนวความคิดในการตอบคำถามของนักเรียน)

- นวัตกรรมปฏิบัติที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของปัญหาโดยพิจารณาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปหาคุณภาพขั้นต่อไป โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้ +1 สำหรับข้อคำถามในงานปฏิบัติที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับกรอบทฤษฎี APOS

ให้ 0 สำหรับข้อคำถามในงานปฏิบัติที่สร้างขึ้นไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับกรอบทฤษฎี APOS

ให้ -1 สำหรับข้อคำถามในงานปฏิบัติที่สร้างขึ้นไม่สอดคล้องกับกรอบทฤษฎี APOS

- หลังจากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ผู้วิจัยได้ปรับปรุงตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ และคัดเลือกงานปฏิบัติที่ผ่านเกณฑ์ โดยเลือกเฉพาะข้อที่มีดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการประเมินอยู่ระหว่าง 0.80–1.00 ผ่านเกณฑ์ทั้ง 46 ข้อ



- นำงานปฏิบัติที่ผ่านการคัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มนำร่อง จำนวน 80 คน ที่เคยเรียนเนื้อหานี้มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย เพื่อหาคุณภาพของงานปฏิบัติ และวิเคราะห์โดยนำคะแนนที่ได้จากนักเรียนกลุ่มนำร่องมาตรวจให้คะแนน

- นำคะแนนผลการทดสอบกับนักเรียนกลุ่มนำร่อง นำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ในภาควิชาคณิตศาสตร์ ร่วมกันสนทนากลุ่ม (Focus group) อีกครั้งเพื่อคัดเลือกงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 46 ข้อ (ผู้วิจัยเลือกนำมาใช้ทุกข้อ) เพื่อนำไปใช้ทดสอบกับนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยต่อไป

- นำงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ที่สมบูรณ์ไปทดสอบกับนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย จำนวน 40 คน

### แบบสัมภาษณ์และแบบบันทึกการสัมภาษณ์

มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

แบบสัมภาษณ์ที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เป็นแบบสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview) เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ โดยใช้งานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มาเป็นแนวคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ซึ่งแบบสัมภาษณ์มีประเด็นที่จะถาม (แนวคำถาม) ชัดเจน เพื่อให้ทราบถึงแนวคิดด้านความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ และร่วมพิจารณาคำตอบจากการทำงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- สร้างแบบสัมภาษณ์ที่ประกอบด้วยคำถาม 3 ลักษณะ คือ 1) คำถามหลักเป็นคำถามที่ใช้เปิดประเด็น เช่น นักเรียนได้คำตอบนี้มาอย่างไร อธิบายได้หรือไม่ 2) คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน เมื่อคำตอบจากการสัมภาษณ์หลักยังไม่ชัดเจนพอ หรือผู้สัมภาษณ์อาจจะมีประเด็นเพิ่มเติม ผู้สัมภาษณ์อาจจะกระตุ้นให้นักเรียนที่ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือช่วยอธิบายให้ละเอียดอีกครั้ง และ 3) คำถามเพื่อตามประเด็น เป็นคำถามที่มุ่งจะเพิ่มข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่สัมภาษณ์ให้ลึกลงไป และเป็นคำถามที่ผู้สัมภาษณ์คิดขึ้นในขณะที่สัมภาษณ์อยู่ โดยแนวคำถามทั้งสามประเภทมีลักษณะยึดหยุ่นไปตามสถานการณ์ไม่ตายตัว และในขณะที่สัมภาษณ์ผู้วิจัยมีการบันทึกประเด็นสำคัญต่าง ๆ ไว้ในแบบบันทึกของผู้วิจัย

- นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างเสร็จไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ที่ปรึกษา ร่วมตรวจสอบความถูกต้องทั้งในแง่ของเนื้อหาและภาษาที่ใช้ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

- นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้วไปสัมภาษณ์นำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 6 คน

- นำแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง แล้วนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ส่วนแบบบันทึกผลการสัมภาษณ์เป็นแบบบันทึกที่ผู้สัมภาษณ์ใช้บันทึกประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่สังเกตพบในขณะที่ทำการสัมภาษณ์ รวมถึงประเด็นอื่น ๆ ที่น่าสนใจ เพื่อนำประเด็นเหล่านั้นไปวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ประกอบการตัดสินใจต่อไป

## ระยะที่ 2 ระยะคั่นหานักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ระยะนี้ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ งานปฏิบัติ) ไปทดสอบกับนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย จำนวน 40 คน ระยะคั่นหานักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จะแบ่งเป็น 2 ตอนโดยมีรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ไปทดสอบกับนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลระนอง จำนวน 40 คน เพื่อคัดแยกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มาจัดเรียงตามลำดับคะแนน โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน (1: 2: 1)

ตอนที่ 2 นำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ให้นักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวิจัยทำงานปฏิบัติ หลังจากนักเรียนทำงานปฏิบัติเสร็จ ผู้วิจัยนำงานปฏิบัติดังกล่าวมาตรวจและวิเคราะห์ว่านักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยมีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับตามกรอบทฤษฎี APOS อย่างไร โดยพิจารณาคะแนนที่นักเรียนทำได้ เพื่อจำแนกระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ระดับการกระทำ (Action : A) ระดับกระบวนการ (Process : P) ระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Object : O) และระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema : S) โดยกำหนดเกณฑ์คะแนนแต่ละระดับตั้งแต่วัยละ 80 ขึ้นไปถือว่ามีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับนั้น เพื่อคัดเลือกหา นักเรียน

กลุ่มเป้าหมาย (เนื่องจากงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง รูปแบบของการตอบงาน ปฏิบัติของนักเรียนแต่ละคนอาจไม่คงเส้นคงวา ผู้วิจัยจึงพิจารณาจากภาพรวมส่วนใหญ่ เพื่อกำหนดแต่ละกลุ่ม) พร้อมทั้งบันทึกส่วนที่ผู้วิจัยไม่มั่นใจ หรือไม่สามารถวิเคราะห์หาเหตุผล จากคำตอบของนักเรียนได้ เพื่อนำไปเป็นประเด็นในการสัมภาษณ์ต่อไป

### ระยะที่ 3 ระยะเก็บข้อมูลเชิงลึกกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ระยะนี้ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก กำหนดให้เป็นตอนที่ 3 (ต่อจากตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ในระยะที่ 2) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตอนที่ 3 แบ่งนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิจัยที่มีระดับความเข้าใจเชิง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 4 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับ A, AP, APO และ APOS โดยแต่ละกลุ่มดังกล่าว ประกอบด้วย นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียน กลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน (ซึ่งได้มาจากการคัดเลือกในระยะที่ 2 ตอนที่ 1) แล้วเลือกมา สัมภาษณ์อย่างน้อยกลุ่มละ 1 คน โดยใช้การสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview) เครื่องมือวิจัยประกอบไปด้วยแบบสัมภาษณ์และแบบบันทึกการสัมภาษณ์ ระหว่าง การสัมภาษณ์ผู้วิจัยพยายามค้นหาคำตอบที่สงสัย จึงต้องพยายามถามเพื่อค้นหาข้อมูลเชิงลึก และให้ความใส่ใจในปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้วิจัยกับผู้ให้สัมภาษณ์ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมที่เกิดขึ้น ระหว่างการสัมภาษณ์ เพื่อคอยกำหนดทิศทางของการสนทนาให้ดำเนินไปในทิศทางที่ผู้วิจัย ตั้งเป้าหมายไว้ และในระหว่างการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสัมภาษณ์ ไว้ในแบบบันทึกการสัมภาษณ์ เทปบันทึกเสียง และกล้องวิดีโอ เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไปเพื่อ พิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ ว่าเป็นอย่างไร วิเคราะห์ข้อมูลด้วย การวิเคราะห์โพโตคอล (Protocol) และนำเสนอข้อมูลแบบบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) สังเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการศึกษาคความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบและผลจากการถอดเทปบทสัมภาษณ์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 8 คน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ผู้วิเคราะห์ข้อมูล จำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 คน ผู้วิจัยจึงนำผลที่ได้มาหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้วิเคราะห์แต่ละคน โดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นไมล์สและ ฮูเบอร์แมน (Miles และ Huberman, 1994, p.64) และโบยาทซิส (Boyatzis, 1988, p.154) ตามสูตรต่อไปนี้

$$r = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

เมื่อ  $r$  คือ ค่าความเชื่อมั่น

$n_1$  คือ จำนวนครั้งที่ผู้วิเคราะห์ข้อมูลทั้งสามคนมีความเห็นเหมือนกัน

$n_2$  คือ จำนวนครั้งที่ผู้วิเคราะห์ข้อมูลทั้งสามคนมีความเห็นแตกต่างกัน

โดยโบยาทซิส (Boyatzis, 1988, p.156) เสนอว่าระดับความเชื่อมั่นที่สามารถยอมรับได้ ต้องเป็น 70% ขึ้นไป สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่น 90%

สำหรับในกรณีที่ผู้วิเคราะห์ทั้งสามคนมีความคิดเห็นไม่ตรงกัน จะใช้การอภิปรายแสดงเหตุผลการวิเคราะห์ของแต่ละคน โดยดูเทปวิดีโอบันทึกการสัมภาษณ์ประกอบแล้วร่วมกันลงข้อสรุป ทั้งนี้ อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ถ้าเห็นด้วยกับเหตุผลที่ผู้วิเคราะห์คนอื่นนำเสนอ

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2546, น.35) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

เมื่อ  $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum_{i=1}^N x_i$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนนักเรียน

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2546, น.65) โดยใช้สูตรดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum_{i=1}^N X_i^2 - \left( \sum_{i=1}^N X_i \right)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\sum_{i=1}^N X_i \quad \text{แทน} \quad \text{ผลรวมของคะแนนทั้งหมด}$$

$$\sum_{i=1}^N X_i^2 \quad \text{แทน} \quad \text{ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง}$$

$$\left( \sum_{i=1}^N X_i \right)^2 \quad \text{แทน} \quad \text{ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง}$$

$$N \quad \text{แทน} \quad \text{จำนวนนักเรียน}$$

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค

2.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร, 2555, น.160) โดยใช้สูตรดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา

$$\sum_{i=1}^N R_i \quad \text{แทน} \quad \text{ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}$$

$$N \quad \text{แทน} \quad \text{จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}$$

## 2.2 การหาค่าความยาก

2.2.1 การหาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, น.162) โดยใช้สูตรดังนี้

$$p = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ	$p$	แทน	ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
	$R_H$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_L$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$N_H$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูง
	$N_L$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

การแปลความหมายค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, น.164) มีดังนี้

ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย
0.00 – 0.19	ยากมาก
0.20 – 0.39	ยาก
0.40 – 0.60	ปานกลาง
0.61 – 0.80	ง่าย
0.81 – 1.00	ง่ายมาก

ค่าความยากง่าย (p) สูง หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นมีผู้ตอบถูกมาก แสดงว่า ข้อสอบข้อ  
นั้นง่าย

ค่าความยากง่าย (p) ต่ำ หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นมีผู้ตอบถูกน้อย แสดงว่า ข้อสอบข้อ  
นั้นยาก

ข้อสอบคณิตศาสตร์ควรเป็นข้อสอบที่ไม่ยากและไม่ง่ายเกินไป ค่าความยากง่าย (p)  
ที่ดี ควรอยู่ระหว่าง 0.40–0.60 แต่ถ้าได้ระหว่าง 0.20–0.80 ก็ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ

## 2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก

2.3.1 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, น.165) โดยใช้สูตรดังนี้

$$r = \frac{R_H - R_L}{N}$$

เมื่อ	$r$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
	$R_H$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_L$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$N$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบทั้งหมดในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มสูง

การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, น.167) มีดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ )	ความหมาย
0.00 – 0.19	จำแนกไม่ได้ ต้องสร้างใหม่
0.20 – 0.29	จำแนกได้พอใช้
0.30 – 0.39	จำแนกได้ดี
0.40 ขึ้นไป	จำแนกได้ดีมาก

ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) สูง หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นสามารถจำแนกนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนได้

ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ต่ำ หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นไม่สามารถจำแนกนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนได้

ข้อสอบคณิตศาสตร์ควรเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนได้ ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ที่ดี ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป



## 2.4 การหาความเชื่อมั่น

2.4.1 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, น.160) โดยใช้สูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k p_i q_i}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ $r_{tt}$ แทน	ค่าความเชื่อมั่น
$k$ แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$p$ แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
$q$ แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
$S_t^2$ แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

### แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการตั้ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย จำนวน 40 คน

ตาราง 12 ตัวอย่างตารางสำหรับกรอกคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ การวิจัย โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน (1 : 2 : 1)

นักเรียน คนที่	คะแนน ที่ได้ (30)	คะแนน ร้อยละ (100)	ลำดับ คะแนน	นักเรียน คนที่	คะแนน ที่ได้ (30)	คะแนน ร้อยละ (100)	ลำดับ คะแนน	นักเรียน คนที่	คะแนน ที่ได้ (30)	คะแนน ร้อยละ (100)	ลำดับ คะแนน	
1				15				29				
2				16				30				
3				17				31				
4				18				32				
5				19				33				
6				20				34				
7				21				35				
8				22				36				
9				23				37				
10				24				38				
11				25				39				
12				26				40				
13				27				$\bar{X}$ คะแนนที่ได้ =	$\bar{X}$ คะแนนร้อยละ =			
14				28				$SD =$	-			
ระดับของกลุ่ม			นักเรียนคนที่					ช่วงคะแนน		จำนวนคน		
เก่ง (H)												
ปานกลาง (M)												
อ่อน (L)												
รวม									40			



- พิจารณาคะแนนจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ความยาวและการชั่ง และงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย จำนวน 40 คน ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ประกอบในการตอบคำถามวิจัย ข้อที่ 1

1. ธรรมชาติของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบทฤษฎี APOS เป็นอย่างไร

1.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS อยู่ในระดับใด

1.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ที่แตกต่างกัน มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

1.3 ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบทฤษฎี APOS ในแต่ละระดับมีลักษณะอย่างไร

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และผลคะแนนจากการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย จำนวน 40 คน





4. การวิเคราะห์ข้อมูลจากวิดีโอเทปและการสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview)

ตาราง 15 การพิจารณาเพื่อคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อทำการสัมภาษณ์เชิงลึก

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เก่ง : กลาง : อ่อน)
A	นักเรียนกลุ่มเก่ง 1 คน
	นักเรียนกลุ่มกลาง 1 คน
	นักเรียนกลุ่มอ่อน 1 คน
AP	นักเรียนกลุ่มเก่ง 1 คน
	นักเรียนกลุ่มกลาง 1 คน
	นักเรียนกลุ่มอ่อน 1 คน
APO	นักเรียนกลุ่มเก่ง 1 คน
	นักเรียนกลุ่มกลาง 1 คน
	นักเรียนกลุ่มอ่อน 1 คน
APOS	นักเรียนกลุ่มเก่ง 1 คน
	นักเรียนกลุ่มกลาง 1 คน
	นักเรียนกลุ่มอ่อน 1 คน

- พิจารณาคะแนนจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ความยาวและการชั่ง และงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย ดำเนินการสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ประกอบในการตอบคำถามวิจัย ข้อที่ 2. และข้อที่ 3.





ตาราง 16 ตัวอย่างตารางสำหรับกรอกรายละเอียดของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง การวัดความยาว ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียน  
กลุ่มเป้าหมาย

<b>ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์</b> <b>เรื่อง การวัดความยาว ด้านเนื้อหา</b> <b>ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์</b> <b>แนวคิดที่นักเรียนแสดงออกจากการ</b> <b>สัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน</b> <b>(Task-Based Interview)</b>	เรื่อง การวัดความยาว			
	ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์			
	ตามกรอบทฤษฎี APOS			
	A	AP	APO	APOS
ด้านเนื้อหา :				
ด้านการดำเนินการ :				
ด้านความสัมพันธ์ :				

ตาราง 17 ตัวอย่างตารางสำหรับกรอกรายละเอียดของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

<b>ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์</b> <b>เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการ</b> <b>ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์</b> <b>แนวคิดที่นักเรียนแสดงออกจากการ</b> <b>สัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน</b> <b>(Task-Based Interview)</b>	<b>เนื้อหาเรื่อง การชั่ง</b>			
	<b>ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์</b> <b>ตามกรอบทฤษฎี APOS</b>			
	A	AP	APO	APOS
ด้านเนื้อหา :				
ด้านการดำเนินการ :				
ด้านความสัมพันธ์ :				

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ ว่าเป็นอย่างไร โดยมุ่งตอบคำถามวิจัย 3 ข้อ คือ 1) ธรรมชาติของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบทฤษฎี APOS เป็นอย่างไร 2) ความเข้าใจเชิงมโน ทิศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิด ของคิลแพทริก และคณะ เป็นอย่างไร และ 3) ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การ ชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ เป็นอย่างไร ผู้วิจัยได้ รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 3 ข้อ โดยนำเสนอผลการ วิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง

1.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย

1.2 คะแนนผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัด ความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย เพื่อ ศึกษาธรรมชาติของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและ การชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบทฤษฎี APOS

ตอนที่ 3 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ

3.1 การคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

3.2 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ

3.3 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ

### ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย และคะแนนผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย

การนำเสนอเสนอผลการวิจัยในส่วนนี้ จะเป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยจำนวนทั้งหมด 40 คน ซึ่งผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากผลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 30 ข้อ พบว่าสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มตามเทคนิค 25% (1: 2: 1) ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 18 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน (1 : 2 : 1)

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (30)	คะแนนร้อยละ (100)	ลำดับคะแนน	นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (30)	คะแนนร้อยละ (100)	ลำดับคะแนน	นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (30)	คะแนนร้อยละ (100)	ลำดับคะแนน	
1	27	90	M	15	29	96.67	H	29	25	83.33	M	
2	28	93.33	H	16	28	93.33	H	30	20	66.67	L	
3	30	100	H	17	27	90	M	31	26	86.67	M	
4	13	43.33	L	18	28	93.33	H	32	19	63.33	L	
5	14	46.67	L	19	29	96.67	H	33	26	86.67	M	
6	24	80	M	20	15	50	L	34	27	90	M	
7	23	76.67	M	21	22	73.33	L	35	27	90	M	
8	29	96.67	H	22	25	83.33	M	36	27	90	M	
9	29	96.67	H	23	26	86.67	M	37	27	90	M	
10	27	90	M	24	26	86.67	M	38	26	86.67	M	
11	22	73.33	L	25	28	93.33	H	39	26	86.67	M	
12	14	46.67	L	26	28	93.33	H	40	27	90	M	
13	21	70	L	27	27	90	M	$\bar{X}$ คะแนนที่ได้ = 24.75	$\bar{X}$ คะแนนร้อยละ = 82.50			
14	22	73.33	L	28	26	86.67	M	$SD = 4.44$	-			
ระดับของกลุ่ม			นักเรียนคนที่					ช่วงคะแนน	จำนวนคน			
เก่ง (H)			2, 3, 8, 9, 15,16,18,19,25,26					28 - 30	10			
ปานกลาง (M)			1, 6, 7, 10, 17, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 31, 33, 34,35, 36, 37, 38, 39, 40					23 - 27	20			
อ่อน (L)			4, 5, 11,12, 13, 14, 20, 21,30, 32					13 - 22	10			
			รวม						40			

จากตาราง 18 จะเห็นว่านักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามเทคนิค 25% (1 : 2 : 1) นักเรียนกลุ่มเก่ง ได้แก่ นักเรียนคนที่ 2, 3, 8, 9, 15, 16, 18, 19, 25 และคนที่ 26 จำนวน 10 คน ทำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในช่วงคะแนน 28–30 คะแนน นักเรียนกลุ่มปานกลาง ได้แก่ นักเรียนคนที่ 1, 6, 7, 10, 17, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 และคนที่ 40 จำนวน 20 คน ทำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในช่วงคะแนน 23–27 คะแนน และนักเรียนกลุ่มอ่อน ได้แก่ นักเรียนคนที่ 4, 5, 11, 12, 13, 14, 20, 21, 30 และคนที่ 32 จำนวน 10 คน ทำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในช่วงคะแนน 13–22 คะแนน โดยรวมนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง เท่ากับ 24.75 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 82.50

## 1.2 คะแนนผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

การนำเสนอเสนอผลการวิจัยในส่วนนี้ จะเป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยจำนวนทั้งหมด 40 คน ซึ่งผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากผลการทำงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 46 ข้อ โดยผลคะแนนงานปฏิบัติได้ดังตารางต่อไปนี้



ตาราง 19 คะแนนร้อยละจากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง  
ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

นักเรียน คนที่	ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task) ตามกรอบทฤษฎี APOS															
	การวัดความยาว								การชั่ง							
	A 23/100		P 26/100		O 21/100		S 5/100		A 26/100		P 22/100		O 16/100		S 11/100	
1	19/83	✓	20/77	✗	16/76	✗	3/60	✗	25/96	✓	15/68	✗	12/75	✗	6/55	✗
2	19/83	✓	22/85	✓	18/86	✓	5/100	✓	21/81	✓	18/82	✓	15/94	✓	9/82	✓
3	20/87	✓	24/92	✓	18/86	✓	5/100	✓	24/92	✓	21/95	✓	15/94	✓	10/91	✓
4	19/83	✓	19/73	✗	4/19	✗	4/80	✓	22/85	✓	9/41	✗	9/56	✗	6.5/59	✗
5	19/83	✓	13/50	✗	4/19	✗	2/40	✗	22/85	✓	12/55	✗	11/69	✗	2.5/23	✗
6	14/61	✗	17.5/67	✗	14/67	✗	5/100	✓	20/77	✗	16/73	✗	15/94	✓	8/73	✗
7	14/61	✗	19/73	✗	7/33	✗	2/40	✗	26/100	✓	15/68	✗	15/94	✓	9/82	✓
8	19/83	✓	26/100	✓	18/86	✓	3/60	✗	22/85	✓	19/86	✓	13/81	✓	9.5/86	✓
9	19/83	✓	22/85	✓	18/86	✓	3/60	✗	24/92	✓	19/86	✓	15/94	✓	8/73	✗
10	20/87	✓	20/77	✗	6/29	✗	5/100	✓	23/88	✓	15/68	✗	16/100	✓	8/73	✗
11	12/52	✗	10/38	✗	5/24	✗	1/20	✗	20/77	✗	7/32	✗	12/75	✗	3/27	✗
12	12/52	✗	6/23	✗	6/29	✗	2/40	✗	20/77	✗	4.5/20	✗	11/69	✗	7/64	✗
13	11/48	✗	8/31	✗	5/24	✗	2/40	✗	17/65	✗	10.5/48	✗	8.5/53	✗	3/27	✗
14	19/83	✓	20.5/79	✗	14/67	✗	0/0	✗	22/85	✓	10/45	✗	11.5/72	✗	1/9	✗
15	19/83	✓	21/81	✓	10/48	✗	3/60	✗	23/88	✓	18/82	✓	16/100	✓	9/82	✓
16	19/83	✓	20/77	✗	11/52	✗	4/80	✓	22/85	✓	18/82	✓	15/94	✓	3.5/32	✗
17	19/83	✓	26/100	✓	14/67	✗	3/60	✗	23/88	✓	18/82	✓	13/81	✓	9.5/86	✓
18	19/83	✓	23/88	✓	14/67	✗	3/60	✗	23/88	✓	15/68	✗	14.5/91	✓	9/82	✓

ตาราง 19 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task)															
	ตามกรอบทฤษฎี APOS															
	การวัดความยาว								การชั่ง							
	A 23/100		P 26/100		O 21/100		S 5/100		A 26/100		P 22/100		O 16/100		S 11/100	
19	21/91	✓	22/85	✓	14/67	✗	3/60	✓	24/92	✓	19/86	✓	14.5/91	✓	8/73	✗
20	19/83	✓	4/15	✗	0/0	✗	0/0	✗	22/85	✓	0/0	✗	0/0	✗	0/0	✗
21	15/65	✗	20.5/79	✗	0/0	✗	0/0	✗	22/85	✓	10/45	✗	11.5/72	✗	9/82	✓
22	19/83	✓	22/85	✓	5/24	✗	2/40	✗	23/88	✓	14.5/66	✗	15/94	✓	9/82	✓
23	20/87	✓	19/73	✗	6/29	✗	4/80	✓	22/85	✓	15/68	✗	15/94	✓	8/73	✗
24	19/83	✓	18/69	✗	7/33	✗	5/100	✓	21/81	✓	15.5/70	✗	14/88	✓	9/82	✓
25	19/83	✓	21/81	✓	17/81	✓	3/60	✗	23/88	✓	18/82	✓	14/88	✓	6/55	✗
26	20/87	✓	21/81	✓	18/86	✓	3/60	✗	22/85	✓	18/82	✓	14.5/91	✓	9/82	✓
27	12/52	✗	15/58	✗	8/38	✗	5/100	✓	23/88	✓	17/77	✗	12/75	✗	8/73	✗
28	16/70	✗	13/50	✗	14/67	✗	4/80	✓	22/85	✓	10/45	✗	15/94	✓	6/55	✗
29	14/61	✗	19/73	✗	18/86	✓	4/80	✓	24/92	✓	14.5/66	✗	14/88	✓	4/36	✗
30	15/65	✗	17.5/67	✗	8/38	✗	4/80	✓	24/92	✓	10/45	✗	16/100	✓	8/73	✗
31	15/65	✗	22/85	✓	15/71	✗	3/60	✗	19/73	✗	17/77	✗	14.5/91	✓	8/73	✗
32	17/74	✗	15/58	✗	8/38	✗	3/60	✗	24/92	✓	14/64	✗	14/88	✓	8/73	✗
33	15/65	✗	20/77	✗	7/33	✗	4/80	✓	22/85	✓	18/82	✓	14/88	✓	3.5/32	✗
34	19/83	✓	21/81	✓	18/86	✓	3/60	✗	24/92	✓	19/86	✓	16/100	✓	9/82	✓
35	16/70	✗	17/65	✗	15/71	✗	3/60	✗	23/88	✓	13/59	✗	13/81	✓	9/82	✓
36	20/87	✓	18/69	✗	15/71	✗	3/60	✗	23/88	✓	14/64	✗	14/88	✓	5.5/50	✗
37	20/87	✓	20/77	✗	8/38	✗	3/60	✗	23/88	✓	16/73	✗	14.5/91	✓	9/82	✓
38	19/83	✓	20/77	✗	10/48	✗	3/60	✗	24/92	✓	15/68	✗	15/94	✓	8/73	✗
39	19/83	✓	19/73	✗	12/57	✗	3/60	✗	22/85	✓	17/77	✗	14.5/91	✓	9/82	✓
40	16/70	✗	18/69	✗	10/48	✗	5/100	✓	22/85	✓	13/59	✗	13.5/84	✗	8/73	✗

ตาราง 19 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task) ตามกรอบทฤษฎี APOS							
	การวัดความยาว				การชั่ง			
	A	P	O	S	A	P	O	S
	23/100	26/100	21/100	5/100	26/100	22/100	16/100	11/100
$\bar{x}$ คะแนนที่ได้	17.43	18.48	10.88	3.13	22.43	14.44	13.40	7.06
S.D.	2.74	4.83	5.35	1.34	1.66	4.35	2.82	2.57
จำนวนนักเรียน ที่ผ่านเกณฑ์	25	15	10	17	35	14	29	14
$\bar{x}$ คะแนนร้อยละ	75.95	71.08	51.88	62.50	86.20	65.55	83.93	63.43

จากตาราง 19 จะเห็นว่าคะแนนของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการทดสอบด้วยงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง สำหรับเนื้อหาการวัดความยาว คะแนนเฉลี่ยงานปฏิบัติ (Task) ระดับการกระทำ (Action : A)  $\bar{x} = 17.43$ , S.D. = 2.74 โดยรวมนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยงานปฏิบัติ (Task) คิดเป็นร้อยละ 75.95 นักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 25 คน คะแนนเฉลี่ยงานปฏิบัติ (Task) ระดับกระบวนการ (Process : P)  $\bar{x} = 18.48$ , S.D. = 4.83 โดยรวมนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยงานปฏิบัติ (Task) คิดเป็นร้อยละ 71.08 นักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 15 คน ระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Object : O)  $\bar{x} = 10.88$ , S.D. = 5.35 โดยรวมนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยงานปฏิบัติ (Task) คิดเป็นร้อยละ 51.88 นักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 10 คน และระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema : S)  $\bar{x} = 3.13$ , S.D. = 1.34 โดยรวมนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยงานปฏิบัติ (Task) คิดเป็นร้อยละ 62.50 นักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 17 คน สำหรับเนื้อหาการชั่ง คะแนนเฉลี่ยงานปฏิบัติ (Task) ระดับการกระทำ (Action : A)  $\bar{x} = 22.43$ , S.D. = 1.66 โดยรวมนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยงานปฏิบัติ (Task) ระดับการกระทำ (Action : A) คิดเป็นร้อยละ 86.20 นักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 35 คน ระดับกระบวนการ

(Process : P)  $\bar{x} = 14.44$ ,  $S.D. = 4.35$  โดยรวมนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยงานปฏิบัติ (Task) คิดเป็นร้อยละ 65.55 นักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 14 คน ระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Object : O)  $\bar{x} = 13.40$ ,  $S.D. = 2.82$  โดยรวมนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยงานปฏิบัติ (Task) คิดเป็นร้อยละ 83.93 นักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 29 คน และระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema : S)  $\bar{x} = 7.06$ ,  $S.D. = 2.57$  โดยรวมนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยงานปฏิบัติ (Task) คิดเป็นร้อยละ 63.43 นักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 14 คน

**ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย เพื่อศึกษาธรรมชาติของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบทฤษฎี APOS**

ในการศึกษาธรรมชาติของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบทฤษฎี APOS ผู้วิจัยได้ออกแบบทดสอบโดยผู้วิจัยได้สร้างตารางวิเคราะห์ความหมายทั่วไปของทฤษฎี APOS และนำสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ การวัด โดยใช้เนื้อหา การวัดความยาวและการชั่ง ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 โดยมีการร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group) กับอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ในภาควิชาคณิตศาสตร์ ร่วมพิจารณาเพื่อวิเคราะห์ระดับความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดความยาวและการชั่งให้สอดคล้องกับความหมายทั่วไปของทฤษฎี APOS ผลที่ได้จากการสนทนากลุ่มและการวิเคราะห์ร่วมกัน จะได้เป็นพฤติกรรมแต่ละระดับของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และสร้างงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จำนวน 46 ข้อ แบ่งออกเป็นเนื้อหาการวัดความยาว จำนวน 24 ข้อ และการชั่ง จำนวน 22 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำหรับเนื้อหาการวัดความยาว

ระดับการกระทำ ได้แก่ งานปฏิบัติ (Task) ข้อ A1-A4 ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้ ข้อ A5-A8 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวตามที่ระบุ ข้อ A9-A11 ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้พร้อมทั้งบอกหน่วย

ตามที่กำหนดให้ และข้อ A12 ให้นักเรียนใช้เหรียญกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ ดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก ข หน้า 470-473

ระดับกระบวนการ ได้แก่ งานปฏิบัติ (Task) ข้อ P1-P4 กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม และข้อ P5-P6 ให้นักเรียนคาดคะเนความยาวของสิ่งที่กำหนดให้ ดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก ข หน้า 474-478

ระดับสิ่งที่เรียนรู้ ได้แก่ งานปฏิบัติ (Task) ข้อ O1 ให้นักเรียนวัดขนาดภาพของผู้เขียน ข้อ O2 ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวของเส้นที่กำหนดให้ ด้วยไม้บรรทัดหักที่โจทย์กำหนดให้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร และข้อ O3-O4 ให้นักเรียนหาความยาวรอบรูป ดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก ข หน้า 478-482

ระดับแผนภาพทางปัญญา ได้แก่ งานปฏิบัติ (Task) ข้อ S1 ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว และข้อ S2 ถ้านักเรียนต้องการหารัศมีของลูกฟุตบอล ลูกหนึ่ง นักเรียนจะมีวิธีการหารัศมีของลูกฟุตบอลอย่างไร ดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก ข หน้า 483-484

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปอยู่ในระดับการกระทำมากที่สุด เป็นจำนวน 25 คน รองลงมาคือระดับแผนภาพทางปัญญาและระดับกระบวนการ เป็นจำนวน 17 คน และ 15 คน ตามลำดับ และน้อยที่สุดอยู่ในระดับสิ่งที่เรียนรู้ เป็นจำนวน 10 คน

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่งของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำหรับเนื้อหาการชั่ง

ระดับการกระทำ ได้แก่ งานปฏิบัติ (Task) ข้อ A1-A4 ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชั่งให้ถูกต้อง ข้อ A5-A8 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ ข้อ A9-A12 ให้นักเรียนบอกน้ำหนักจากสิ่งที่กำหนดให้ ดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก ข หน้า 485-492

ระดับกระบวนการ ได้แก่ งานปฏิบัติ (Task) ข้อ P1-P3 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งของที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น และข้อ P4-P5 ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ ดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก ข หน้า 493-497

ระดับสิ่งที่เรียนรู้ ได้แก่ งานปฏิบัติ (Task) ข้อ O1-O2 ให้นักเรียนหาค่าน้ำหนักและหน่วยของสิ่งที่กำหนดให้ และข้อ O3 ให้นักเรียนจับคู่ภาพให้ตรงกับน้ำหนักบนตาชั่ง พร้อมทั้งวาดเสกกลน้ำหนักรวม ดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก ข หน้า 497-499

ระดับแผนภาพทางปัญญา ได้แก่ งานปฏิบัติ (Task) ข้อ S1 ให้นักเรียนหาน้ำหนักผลไม้ในการชั่งครั้งที่ 4 และจงแสดงวิธีคิด และข้อ S2 ถ้านักเรียนต้องการชั่งของให้ได้ 7 กิโลกรัม โดยตาชั่งดังกล่าวนักเรียนจะมีวิธีการชั่งอย่างไร ดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก ข หน้า 500-501

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปอยู่ในระดับการกระทำมากที่สุด เป็นจำนวน 35 คน รองลงมาคือระดับสิ่งที่เรียนรู้ เป็นจำนวน 29 คน และน้อยที่สุดอยู่ในระดับกระบวนการ และระดับแผนภาพทางปัญญา เป็นจำนวนอย่างละ 14 คน

### **ตอนที่ 3 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ**

ในการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ มีรายละเอียดในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

#### **3.1 การคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย**

การนำเสนอเสนอการพิจารณาเพื่อคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อทำการสัมภาษณ์เชิงลึก จะเป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยจำนวนทั้งหมด 40 คน จากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และคะแนนร้อยละของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง โดยมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้



ตาราง 20 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการตั้ง และคะแนนร้อยละของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและ การตั้ง ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับภารกิจ

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ กลุ่ม	ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task)												เกณฑ์การพิจารณาเพื่อคัดเลือกเป็น นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย				
		การวัดความยาว						การตั้ง										
		A	P	O	S	A	P	O	S	A	P	O	S					
1	27 (กลาง)	83	✓	77	✗	76	✗	60	✗	96	✓	68	✗	75	✗	55	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A/ เลือกลุ่มภาษา
2	28 (เก่ง)	83	✓	85	✓	86	✓	100	✓	81	✓	82	✓	94	✓	82	✓	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม APOS
3	30 (เก่ง)	87	✓	92	✓	86	✓	100	✓	92	✓	95	✓	94	✓	91	✓	เข้าเกณฑ์/กลุ่ม APOS/เลือกกลุ่มภาษา
4	13 (อ่อน)	83	✓	73	✗	19	✗	80	✓	85	✓	41	✗	56	✗	59	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A
5	14 (อ่อน)	83	✓	50	✗	19	✗	40	✗	85	✓	55	✗	69	✗	23	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A
6	24 (กลาง)	61	✗	67	✗	67	✗	100	✓	77	✗	73	✗	94	✓	73	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
7	23 (กลาง)	61	✗	73	✗	33	✗	40	✗	100	✓	68	✗	94	✓	82	✓	ไม่ผ่านเกณฑ์
8	29 (เก่ง)	83	✓	100	✓	86	✓	60	✗	85	✓	86	✓	81	✓	86	✓	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม APO
9	29 (เก่ง)	83	✓	85	✓	86	✓	60	✗	92	✓	86	✓	94	✓	73	✗	เข้าเกณฑ์/กลุ่ม APO/เลือกกลุ่มภาษา



ตาราง 20 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ กลุ่ม	คะแนนระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task) ตามกรอบทฤษฎี APOS										เกณฑ์การพิจารณาเพื่อคัดเลือกเป็น นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย						
		การวัดความยาว					การชั่ง											
		A	P	O	S	A	A	P	O	S								
10	27 (กลาง)	87	✓	77	✗	29	✗	100	✓	88	✓	68	✗	100	✓	73	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A
11	22 (อ่อน)	52	✗	38	✗	24	✗	20	✗	77	✗	32	✗	75	✗	27	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
12	14 (อ่อน)	52	✗	23	✗	29	✗	40	✗	77	✗	20	✗	69	✗	64	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
13	21 (อ่อน)	48	✗	31	✗	24	✗	40	✗	65	✗	48	✗	53	✗	27	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
14	22 (อ่อน)	83	✓	79	✗	67	✗	0	✗	85	✓	45	✗	72	✗	9	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A/ เลือกลงท้าย
15	29 (เก่ง)	83	✓	81	✓	48	✗	60	✗	88	✓	82	✓	100	✓	82	✓	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม AP
16	28 (เก่ง)	83	✓	77	✗	52	✗	80	✓	85	✓	82	✓	94	✓	32	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A/ เลือกลงท้าย
17	27 (กลาง)	83	✓	100	✓	67	✗	60	✗	88	✓	82	✓	81	✓	86	✓	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม AP/ เลือกลงท้าย
18	28 (เก่ง)	83	✓	88	✓	67	✗	60	✗	88	✓	68	✗	91	✓	82	✓	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A
19	29 (เก่ง)	91	✓	85	✓	67	✗	60	✓	92	✓	86	✓	91	✓	73	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม AP/ เลือกลงท้าย
20	15 (อ่อน)	83	✓	15	✗	0	✗	0	✗	85	✓	0	✗	0	✗	0	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A
21	22 (อ่อน)	65	✗	79	✗	0	✗	0	✗	85	✓	45	✗	72	✗	45	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
22	25 (กลาง)	83	✓	85	✓	24	✗	40	✗	88	✓	66	✗	94	✓	82	✓	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ กลุ่ม	คะแนนระดับความเข้าใจเชิงโมเดลทางคณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task)												เกณฑ์การพิจารณาเพื่อคัดเลือกเป็น นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย				
		การวัดความยาว						การชั่ง										
		A	P	O	S	A	S	A	P	O	S							
23	26 (กลาง)	87	✓	73	✗	29	✗	80	✓	85	✓	68	✗	94	✓	73	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A
24	26 (กลาง)	83	✓	69	✗	33	✗	100	✓	81	✓	70	✗	88	✓	82	✓	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A
25	28 (เก่ง)	83	✓	81	✓	81	✓	60	✗	88	✓	82	✓	88	✓	55	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม APO
26	28 (เก่ง)	87	✓	81	✓	86	✓	60	✗	85	✓	82	✓	91	✓	82	✓	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม APO
27	27 (กลาง)	52	✗	58	✗	38	✗	100	✓	88	✓	77	✗	75	✗	73	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
28	26 (กลาง)	70	✗	50	✗	67	✗	80	✓	85	✓	45	✗	94	✓	55	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
29	25 (กลาง)	61	✗	73	✗	86	✓	80	✓	92	✓	66	✗	88	✓	36	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
30	20 (อ่อน)	65	✗	67	✗	38	✗	80	✓	92	✓	45	✗	100	✓	73	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
31	26 (กลาง)	65	✗	85	✓	71	✗	60	✗	73	✗	77	✗	91	✓	73	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
32	19 (อ่อน)	74	✗	58	✗	38	✗	60	✗	92	✓	64	✗	88	✓	73	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
33	26 (กลาง)	65	✗	77	✗	33	✗	80	✓	85	✓	82	✓	88	✓	32	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์
34	27 (กลาง)	83	✓	81	✓	86	✓	60	✗	92	✓	86	✓	100	✓	82	✓	เข้าเกณฑ์/กลุ่ม APO/เลือกสัมภาษณ์
35	27 (กลาง)	70	✗	65	✗	71	✗	60	✗	88	✓	59	✗	81	✓	82	✓	ไม่ผ่านเกณฑ์

ตาราง 20 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ กลุ่ม	คะแนนระดับความเข้าใจเชิงมีทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task) ตามกรอบทฤษฎี APOS												เกณฑ์การพิจารณาเพื่อคัดเลือกเป็น นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย						
		การวัดความยาว						การชั่ง												
		A	P	O	S	A	P	O	S	A	P	O	S							
36	27 (กลาง)	87	✓	69	✗	71	✗	60	✗	88	✓	88	✓	64	✗	88	✓	50	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A
37	27 (กลาง)	87	✓	77	✗	38	✗	60	✗	88	✓	88	✓	73	✗	91	✓	82	✓	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A
38	26 (กลาง)	83	✓	77	✗	48	✗	60	✗	92	✓	92	✓	68	✗	94	✓	73	✗	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A
39	26 (กลาง)	83	✓	73	✗	57	✗	60	✗	85	✓	85	✓	77	✗	91	✓	82	✓	เข้าเกณฑ์/ กลุ่ม A
40	27 (กลาง)	70	✗	69	✗	48	✗	100	✓	85	✓	85	✓	59	✗	84	✓	73	✗	ไม่ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ความเข้าใจเชิงมีทัศนคติทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปในระดับนั้น

✗ หมายถึง ความเข้าใจเชิงมีทัศนคติทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ในระดับนั้น



จากตาราง 20 ผู้วิจัยได้นำเสนอคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และคะแนนร้อยละของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย จำนวน 40 คน แล้วทำการแบ่งนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิจัยที่มีความเข้าใจ 4 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ A, AP, APO และ APOS ในแต่ละกลุ่มจะพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยในแต่ละระดับแบ่งเป็น นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน แล้วเลือกมาสัมภาษณ์อย่างน้อยกลุ่มละ 1 คน ใช้การสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task-Based Interview) เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะว่าเป็นอย่างไร โดยมีรายละเอียดดังตาราง 21

ตาราง 21 จำนวนนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิจัยที่แบ่งตามกลุ่มระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง แบบแบ่งกลุ่ม				ไม่ผ่าน เกณฑ์	รวม
	A	AP	APO	APOS		
กลุ่มเก่ง	2	2	4	2	0	10
กลุ่มปานกลาง	9	1	1	0	9	20
กลุ่มอ่อน	4	0	0	0	6	10
รวม	15	3	5	2	15	40

จากตาราง 21 พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่ง ประกอบด้วย นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม APOS จำนวน 2 คน กลุ่ม APO จำนวน 4 คน กลุ่ม AP จำนวน 2 คน และกลุ่ม A จำนวน 2 คน รวมทั้งหมด 10 คน

นักเรียนกลุ่มปานกลาง ประกอบด้วย นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม APO จำนวน 1 คน กลุ่ม AP จำนวน 1 คน และกลุ่ม A จำนวน 9 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 9 คน รวมทั้งหมด 20 คน

นักเรียนกลุ่มอ่อน ประกอบด้วย นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม A จำนวน 4 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 6 คน รวมทั้งหมด 10 คน

ผู้วิจัยทำการคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยพิจารณานักเรียนกลุ่มเก่ง ที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม APOS จำนวน 1 คน กลุ่ม APO จำนวน 1 คน กลุ่ม AP จำนวน 1 คน และกลุ่ม A จำนวน 1 คน คัดเลือกนักเรียนกลุ่มปานกลาง ที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม APO จำนวน 1 คน กลุ่ม AP จำนวน 1 คน และกลุ่ม A จำนวน 1 คน และคัดเลือกนักเรียนกลุ่มอ่อน ที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม A จำนวน 1 คน นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 8 คน และเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยคาดว่าน่าจะให้ข้อมูลที่ เป็นประโยชน์ เมื่อพิจารณาจากการเขียนตอบในงานปฏิบัติ และต้องเป็นตัวแทนนักเรียนที่สามารถ สื่อสารได้ เพื่อทำการสัมภาษณ์เชิงลึกต่อไป รายละเอียดดังตาราง 22

ตาราง 22 นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 8 คน เพื่อทำการสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task -Based Interview)

นักเรียน คนที่	ชื่อ	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์แบบ แบ่งกลุ่ม	ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง แบบแบ่งกลุ่ม			
			A	AP	APO	APOS
1	ดอลลาร์	เก่ง	✓			
2	ยูโร	ปานกลาง	✓			
3	เปโซ	อ่อน	✓			
4	ริงกิต	เก่ง		✓		
5	ปอนด์	ปานกลาง		✓		
6	วอน	เก่ง			✓	
7	รูปี	ปานกลาง			✓	
8	เรียล	เก่ง				✓

นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 8 คน ที่คัดเลือกเพื่อทำการสัมภาษณ์โดยใช้งานเป็นฐาน (Task - Based Interview) ประกอบด้วย นักเรียนกลุ่มเก่ง เป็นนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง แบ่งเป็น นักเรียนกลุ่ม A จำนวน 1 คน นักเรียนกลุ่ม AP จำนวน 1 คน นักเรียนกลุ่ม APO จำนวน 1 คน และนักเรียนกลุ่ม APOS จำนวน 1 คน นักเรียนกลุ่มปานกลาง เป็นนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่ม A จำนวน 1 คน นักเรียนกลุ่ม AP จำนวน 1 คน และนักเรียนกลุ่ม APO จำนวน 1 คน ส่วนนักเรียนกลุ่ม APOS ไม่มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ และนักเรียนกลุ่มอ่อน เป็นนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มีนักเรียนกลุ่ม A จำนวน 1 คน เท่านั้น สำหรับกลุ่ม AP, APO และ APOS ไม่มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์

### 3.2 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ

การนำเสนอเสนอผลการวิจัยในส่วนนี้ จะเป็นการนำเสนอข้อมูลของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ตามกรอบทฤษฎี APOS ของข้อคำถามแต่ละข้อเพื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 23 ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของดอดลาร์

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>LA1 : ให้นำเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>LA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>UCLA1 : ตลับเมตร</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ตลับเมตร"</p>
A2 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>LA3 : ให้นำเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>UCLA2 : ไม่บรรทัด</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม่บรรทัด"</p>
A3 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>LA4 : ให้นำเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>UCLA3 : สายวัดตัว</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "สายวัดตัว"</p>
A4 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCLA4 : ไม่เมตร</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม่เมตร"</p>



ตาราง 23 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A5 : Action	<p>LA5 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCLA5 : ภาพ ก.</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ก."</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>
A6 : Action	<p>LA6 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความยาวสมุดโดยใช้ไม้บรรทัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCLA6 : ภาพ ข.</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ข."</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>
A7 : Action	<p>LA7 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความยาวผ้าโดยใช้ไม้เมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCLA7 : ภาพ ง.</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ง."</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A8 : Action	<p>LA8 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความยาวรอบวงโดยใช้สายวัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UOLA8 : ภาพ ค.</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>LA9 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA9(1) : จากภาพที่กำหนดให้ ปากกามีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>LA9(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ดินสอมีความยาว .....เซนติเมตร.....มีลิเมตร</p> <p>LA9(3) : จากภาพที่กำหนดให้ สีไม้มีความยาว.....เซนติเมตร.....มีลิเมตร</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาว ได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ง."</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>	
A9 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UOLA9(1) : 5.3 ซม.</p> <p>UOLA9(2) : 5 ซม. 1 มม.</p> <p>UOLA9(3) : 6 ซม. 7 มม.</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	

ตาราง 23 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิเวศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	LA10 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้	LA10(1) : จากภาพที่กำหนดให้ คลิปหนีบกระดาษมีความยาว.....นิ้ว LA10(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ยางลบมีความยาว.....เซนติเมตร	
	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLA10(1) : 1.5 UOLA10(2) : 3.3	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน  สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
A11 : Action	LA11 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้	LA11(1) : จากภาพที่กำหนดให้ หนังสือมีความยาว.....นิ้ว LA11(2) : จากภาพที่กำหนดให้ สิ่งจิกมีความยาว.....เซนติเมตร	
	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLA10(1) : 3 UOLA10(2) : 5.2	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน  สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
LA12 : ให้นักเรียนใช้เหรียญกระดาษที่คู่แจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (เหรียญ 1 เหรียญกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร)	LA12(1)[1.1] : ภาพสมุดกว้าง...เหรียญ	LA12(1)[1.2] : ภาพสมุดยาว...เหรียญ	
LA12(1)[1.3] : สมุดมีความกว้าง.....เซนติเมตร	LA12(1)[1.3] : สมุดมีความกว้าง.....เซนติเมตร	LA12(1)[1.4] : สมุดมีความยาว.....เซนติเมตร	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLA12(1)[1.1] : 2.6 UOLA12(1)[1.2] : 3.75 UOLA12(1)[1.3] : 5.2 UOLA12(1)[1.4] : 7.5	ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน) ไม่สามารถใช้เหรียญที่กำหนดให้ มาวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ ไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้
LA12 : ให้นักเรียนใช้รูปคลิปปหีบกระดาษที่คู่แจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (คลิปปหีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว)	LA12(2)[1.1] : ภาพกรรไกรกว้าง.....คลิปปหีบกระดาษ LA12(2)[1.3] : กรรไกรมีความกว้าง.....นิ้ว	LA12(2)[1.2] : ภาพกรรไกรยาว.....คลิปปหีบกระดาษ LA12(2)[1.4] : กรรไกรมีความยาว.....นิ้ว	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UCLA12(2)[1.1] : 1.8 UCLA12(2)[1.2] : 5.6 UCLA12(2)[1.3] : 1.8 UCLA12(2)[1.4] : 5.6	ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน) ไม่สามารถใช้คลิปปหีบกระดาษที่กำหนดให้ มาวัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ ไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้

ตาราง 23 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์	ความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
	LP1 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP1(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตร นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP1(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....		
P1 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP1(1) : หมายเลข 1	ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	URLP1(2) : เพราะเครื่องมือเหมาะสมกับวัสดุ	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
	LP2 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP2(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความยาวของห้องเรียน นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP2(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....		
P2 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP2(1) : หมายเลข 1	ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		UOLP2(3) : เมตเร	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาว ที่เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- URLP2(2) : เพราะเครื่องมือเหมาะสมกับวัสดุ	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือ วัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสม
	LP3 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP3(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดรอบวงเพื่อตัดกางเกง นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP3(2) : เหตุผลที่เลือกใช้..... LP3(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดรอบเอวคือ.....		
P3 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UOLP3(1) : หมายเลข 3 - URLP3(2) : เพราะเครื่องมือเหมาะสมกับวัสดุ	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้ เหมาะสม สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือ วัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสม

ตาราง 23 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LP4(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดเพื่อตัดผ้าจากภาพที่กำหนด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP4(2) : เหตุผลที่เลือกใช้.....LP4(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวผ้าคือ.....	LP4 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามเรื่อง การวัดความยาว		
P4 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCLP3(1) : หมายเลข 5 - URLP4(2) : เพราะเครื่องมือเหมาะสมกับวัสดุ	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.1] : วัดความกว้างของเหรียญ ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.2] : วัดระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.3] : วัดความกว้างของห้องเรียน ความยาวที่คาดคะเนได้ - UOLP5(1)[1.1] : 26 มิลลิเมตร UOLP5(1)[1.2] : 122 กิโลเมตร UOLP5(1)[1.3] : 5 เมตร -	สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน ไม่สามารถคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนได้



ตาราง 23 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
P5 : Process	<p>LP5(2)[1.1] : วัดความกว้างของประตู ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.2] : วัดความยาวของแปลงเกษตรตาม ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.3] : วัดความกว้างของธนูไม้ 100 บาท ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UOLP5(2)[1.1] : 3 ก้าวขา</p> <p>UOLP5(2)[1.2] : คลิปหนีบกระดาษ 4 อัน</p> <p>UOLP5(2)[1.3] : เทรียณ 5 เทรียณ</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของ สิ่งที่วัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน</p>
P6 : Process	<p>LP6(1) : ใครคาดคะเนความยาวได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด..... LP6(2) : ใครคาดคะเนความยาวไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>LP6 : กำหนดข้อความต่อไปนี้</p> <p>UCLP6(1) : จีน เพราะเป็นการคาดคะเนที่สมจริงที่สุด</p> <p>UCLP6(2) : นัซซา และริซา เพราะคาดคะเนเกินความเป็นจริง</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของ สิ่งที่วัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน</p>

ตาราง 23 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LO1 : ให้นักเรียนวัดขนาดของภาพต่อความยาวที่เป็น 1 เซนติเมตร : 0.5 เมตร</p> <p>LO1(1) : ภาพดูสั้น มีขนาดเท่าไร พร้อมบอกหน่วยที่ถูกต้อง</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UOLO1(1) : สูง 3 เมตร ยาว 1.25 เมตร กว้าง 1 เมตร</p> <p>URLO1(2) : 12 คืบ เพราะ 1 คืบ เท่ากับ 25 เซนติเมตร 1 เมตร ตู้นสูง 3 เมตร จึงนำ <math>25 \times 4 = 100</math> แล้วทำให้ได้ 300 เซนติเมตร ได้จากการนำ <math>25 \times 4 = 3</math> ครั้ง แล้วนำ <math>4 \times 3 = 12</math> คืบ</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของผู้เขียน สามารถบอกความสูงพร้อมหน่วยการวัด ความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง สามารถเปรียบเทียบมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเมตรเป็นคืบได้</p>
<p>LO2(1) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p> <p>LO2(2) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p>	<p>LO2 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวโดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะวัดอย่างไร ดังภาพ</p>	<p>UOLO2(1) : ใช้มือเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น โดยดูตามหน่วยเซนติเมตร จึงเท่ากับ 210-130 = 30</p> <p>UOLO2(2) : ใช้มือเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น โดยดูตามหน่วยเซนติเมตร จึงเท่ากับ 9 เซนติเมตร</p>	<p>ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้</p> <p>ไม่สามารถบอกความสูงพร้อมหน่วยของเครื่องมือนัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้</p>
O1 : Object			
O2 : Object			

ตาราง 23 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
LO3(1)[1.1]: ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย	LO3 : กำหนดให้แต่ละช่องยาว 1 หน่วย นักเรียนมีวิธีการหาความยาวรอบรูปนี้อย่างไร จงอธิบาย	LO3(1)[1.2]: จงแสดงวิธีคิด.....	
LO3(2)[1.1]: ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย		LO3(2)[1.2]: จงแสดงวิธีคิด.....	
O3 : Object	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOLO3(1)[1.1]: 15 หน่วย	ไม่สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูป
		UOLO3(1)[1.2]: ความยาวรอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = $4x$ ด้าน ความยาวด้าน = 1.9 เซนติเมตร ความยาวรอบรูป = $19 \times 4 = 7.6$ เซนติเมตร	ของสิ่งของที่จะวัดได้
		UOLO3(2)[1.1]: 40 หน่วย	ไม่สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูป
		UOLO3(2)[1.2]: ความยาวรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = $2x$ (กว้าง+ยาว) กว้าง = 0.7 เซนติเมตร ยาว = 1.9 เซนติเมตร ความยาวรอบรูป = $2(0.7+1.9) = 5.2$ เซนติเมตร	ของสิ่งของที่จะวัดได้
	UR : Understanding of Relations	-	
LO4 : นักเรียนใช้สนามสำหรับข้อที่ 1 ซึ่งมีความยาวแต่ละด้าน ดังภาพที่ 1	LO4 : นักเรียนใช้สนามสำหรับข้อที่ 1 ซึ่งมีความยาวแต่ละด้าน ดังภาพที่ 1 ต้องการแบ่งสนามข้อที่ 1 ทำออกเป็นสองส่วนเท่ากัน สำหรับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3	หาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และบริเวณ B (มาตราส่วน 1 นิ้ว : 5 หลา)	
		LO4(1) : ความยาวรอบรูปของบริเวณ A = ..... หลา และบริเวณ B = ..... หลา	
		LO4(2)[1.1] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3	
		LO4(2)[1.2] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3	
		LO4(2)[1.3] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3	
		LO4(2)[1.4] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3	

ตาราง 23 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O4 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLO4(2)[1..1] : แบ่งสนามออกเป็น 3 ส่วน UOLO4(2)[1..2] : แบ่งสนามออกเป็น 4 ส่วน UOLO4(2)[1..3] : แบ่งสนามออกเป็น 6 ส่วน UOLO4(2)[1..4] : แบ่งสนามออกเป็น 8 ส่วน URLO4(1) : ปริมาณ A=42 หลา B=52.5 หลา	ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ ไม่สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปได้ ไม่สามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วน ที่มีความยาวรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัด ความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ไม่สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนนิ้วให้เป็นหลาได้
S1 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLS1 : คุณแม่ = $2+5+6+7.5+11.5+4.5=$ $36.5 \times 100 = 36,500$ เมตร 2 รอบ = 7,300 เมตร พलय = $2+5+9.5+11.5+4.5= 32.5 \times 100 =$ $32,500$ เมตร $\times 2 = 6,500$ เมตร ดังนั้น $7,300 - 6,500 = 800$ เมตร	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผน ที่ได้เพียงบางส่วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัด ความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียง บางส่วน สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตร ให้เป็นเมตรได้
	LS1 : ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว จงหาว่าคุณแม่วิ่งได้ระยะทางมากกว่าพलयกี่เมตร ให้แสดงวิธีการคิดโดยละเอียด		

ตาราง 23 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LS2 : ถ้าให้นักเรียนต้องทำการหารวัดมีของลูกฟุตบอลหนึ่ง ดังภาพที่กำหนดให้ นักเรียนจะมีวิธีการหารวัดมีของลูกฟุตบอลอย่างไร จงอธิบายวิธีการอย่างละเอียด.....	UC : Understanding of Concepts UR : Understanding of Relations	- UOLS2 : 1.วัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอล โดยวัดตรงกึ่งกลาง 2. เมื่อได้ความยาวรอบรูปให้ แทนค่าไปยังสมการของความยาวรอบรูป = $2\pi r$ 3. หาค่า r จากสมการและจะได้รัศมี 4. จากนั้นนำ $2\pi r$	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้ สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้
S2 : Schema	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้



จากตาราง 23 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของดอลลาร์ จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของดอลลาร์

ดอลลาร์ เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว อยู่ในกลุ่ม A และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของดอลลาร์ ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ LA1-LA8 ดอลลาร์สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อดอลลาร์เห็นภาพของตลับเมตร ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตร ดอลลาร์สามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ LP1-LP4 ดอลลาร์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ดอลลาร์รู้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงของโต๊ะกลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตร จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น สามารถบอกหน่วยการวัดความสูงของโต๊ะกลมเป็นหน่วยเมตรได้ ข้อ LS1 ดอลลาร์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ดอลลาร์เลือกใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางตามแผนที่ ข้อ LS2 ดอลลาร์ไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ดอลลาร์บอกเพียงวิธีที่จะวัดแต่ไม่ได้บอกว่าจะวัดด้วยเครื่องมือวัดความยาวชนิดใด

ด้านการดำเนินการ ข้อ LA9-LA11 ดอลลาร์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถวัดขนาดความยาวของปากกาได้ถูกต้อง ข้อ LA12 ดอลลาร์ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น ไม่สามารถใช้ภาพเหรียญที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ ข้อ LP5(1) ดอลลาร์สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน เช่น สามารถคาดคะเนความกว้างของเหรียญและระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้ แต่ไม่สามารถคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนได้ ข้อ LP5(2) ดอลลาร์สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น สามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา

ข้อ LP6 คอลลาร์สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น คอลลาร์สามารถคาดคะเนได้ว่าวินคาดคะเนความสูงของครุประจําชั้นประมาณ 168 เซนติเมตร ว่าสมจริงที่สุด และริสาคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่สมจริงที่สุด ข้อ LO1 คอลลาร์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น คอลลาร์ใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของผู้เขียนแล้วบอกขนาดของผู้เขียนได้ ข้อ LO2 คอลลาร์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น คอลลาร์สามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ข้อ LO3 คอลลาร์ไม่สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น คอลลาร์ไม่สามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง ข้อ LO4 คอลลาร์ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ และไม่สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น คอลลาร์ไม่สามารถใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ และไม่สามารถหาความยาวรอบรูปบริเวณ A และ B ได้ และคอลลาร์ไม่สามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ ทั้ง 4 รูป ที่โจทย์กำหนดมาให้ ข้อ LS1 คอลลาร์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น คอลลาร์นำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้ ข้อ LS2 คอลลาร์สามารถวัด ความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น คอลลาร์บอกให้วัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วค่อยไปหาค่ารัศมี และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ LA5-LA8 คอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น คอลลาร์สามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร คอลลาร์สามารถเลือกชี้ไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง ข้อ LA9-LA11 คอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น คอลลาร์สามารถบอกความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้ ข้อ LA12 คอลลาร์ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ไม่สามารถใช้รูปเหรียญวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ และไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยจากไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ ข้อ LP1-LP4 คอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม เช่น คอลลาร์เลือกใช้ ตลับเมตรในการวัดความยาวของโต๊ะกลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตร เพราะเครื่องมือเหมาะสมกับวัสดุ ข้อ LO1 คอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น คอลลาร์สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้ ข้อ LO2 คอลลาร์ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ เช่น คอลลาร์ไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดหักที่โจทย์



กำหนดให้ ข้อ LO4 ดอลลาร์ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ดอลลาร์ไม่สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนนิ้วให้เป็นหลาได้ ข้อ LS1 ดอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ดอลลาร์สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ ข้อ LS2 ดอลลาร์ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ ดอลลาร์บอกเพียงวิธีการจะวัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลแต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือวัดความยาวชนิดใด



ตาราง 24 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของจริงกิต

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>LA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA1 : ตลับเมตร</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA2 : ไม้บรรทัด</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ตลับเมตร"</p>	
A2 : Action	<p>LA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA3 : สายวัดตัว</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA4 : ไม้เมตร</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "สายวัดตัว"</p>	
A3 : Action	<p>LA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA3 : สายวัดตัว</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA4 : ไม้เมตร</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "สายวัดตัว"</p>	
A4 : Action	<p>LA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA3 : สายวัดตัว</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA4 : ไม้เมตร</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม้เมตร"</p>	

ตาราง 24 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A5 : Action	LA5 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ดัดลบเมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UC : Understanding of Concepts UCLA5 : ภาพ ก.  UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ก."  สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A6 : Action	LA6 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความยาวสมุดโดยใช้ไม้บรรทัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UC : Understanding of Concepts UCLA6 : ภาพ ข.  UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ข."  สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A7 : Action	LA7 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความยาวผ้าโดยใช้ไม้เมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UC : Understanding of Concepts UCLA7 : ภาพ ง.  UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ง."  สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 24 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีบทันทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีบทันทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A8 : Action	LA8 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวของขอบวงกลมโดยให้สายวัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UC : Understanding of Concepts UCLA8 : ภาพ ค.	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ก."
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือนั้นมีความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
	LA9 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้	LA9(1) : จากภาพที่กำหนดให้ ปากกามีความยาว.....เซนติเมตร LA9(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ดินสอมีความยาว .....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร LA9(3) : จากภาพที่กำหนดให้ สี่เหลี่ยมมีความยาว.....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร	
A9 : Action	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOLA9(1) : 5.3 ซม. UOLA9(2) : 5, 1 UOLA9(3) : 6, 7	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

ตาราง 24 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	<p>LA10 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA10(1) : จากภาพที่กำหนดให้ คลิปหนีบกระดาษมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA10(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ยางลบมีความยาว.....เซนติเมตร</p>	<p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOLA10(1) : 1.5 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 3.3 ซม.</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
A11 : Action	<p>LA11 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA11(1) : จากภาพที่กำหนดให้ หนังสือมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA11(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ส้มเจี๊ยมมีความยาว.....เซนติเมตร</p>	<p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOLA10(1) : 3 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 5.2 ซม.</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 24 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
LA12 : ให้นักเรียนใช้เหรียญกระดาษที่ดูแจ่มใส วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (เหรียญ 1 เหรียญกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร)	LA12(1)[1.1] : ภาพสมุดกว้าง...เหรียญ LA12(1)[1.2] : ภาพสมุดยาว...เหรียญ	LA12(1)[1.2] : ภาพสมุดยาว...เหรียญ LA12(1)[1.4] : สมุดมีความยาว.....เซนติเมตร	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLA12(1)[1.1] : 3 เหรียญ UOLA12(1)[1.2] : 4 เหรียญ UOLA12(1)[1.3] : 6 ซม. UOLA12(1)[1.4] : 8 ซม.	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียง บางส่วน (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน) สามารถใช้เหรียญที่กำหนดให้ มาวัดความกว้างและ ความยาวของสมุดได้ สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้
LA12 : ให้นักเรียนใช้รูปคลิปปhotoที่มีกระดาษที่ดูแจ่มใส วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (คลิปปhotoที่มีกระดาษ 1 นิ้ว)	LA12(2)[1.1] : ภาพกรรไกรกว้าง.....นิ้ว LA12(2)[1.3] : กรรไกรมีความยาว.....นิ้ว	LA12(2)[1.2] : ภาพกรรไกรยาว.....นิ้ว LA12(2)[1.4] : กรรไกรมีความยาว.....นิ้ว	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UCLA12(2)[1.1] : 2 คลิปปhotoที่มีกระดาษ UCLA12(2)[1.2] : 6 คลิปปhotoที่มีกระดาษ UCLA12(2)[1.3] : 13.5 นิ้ว UCLA12(2)[1.4] : 4.5 นิ้ว	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียง บางส่วน (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน) สามารถใช้คลิปปhotoที่มีกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้าง และความยาวของกรรไกรได้ ไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้

ตาราง 24 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LP1(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีความยาว 2 เมตร นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP1(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	LP1 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP1(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีความยาว 2 เมตร นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP1(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	UCLP1(1) : หมายเลข 5	ไม่รู้จักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม UCLP1(3) : เมตร บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน
P1 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP1(1) : หมายเลข 5	
	UC : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	URLP1(2) : เพราะโต๊ะกลมมีความยาวเกิน 2 เมตร ซึ่งไม้เมตรมีความยาวเกิน 1 เมตร	ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
LP2(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความยาวของห้องเรียน นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP2(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	LP2 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP2(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความยาวของห้องเรียน นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP2(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	UCLP2(1) : หมายเลข 1	รู้จักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม
P2 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP2(1) : หมายเลข 1	



ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		UCLP2(3) : เมตร	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- URLP2(2) : เพราะตลับเมตร สามารถวัด ความยาวของห้อง ๆ หนึ่งได้	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
	LP3 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP3(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดรอบของนักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP3(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ ..... LP3(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดรอบคือ.....		
P3 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP3(1) : หมายเลข 3  LP3(3) : นิ้ว	รู้หลักการในการเลือกได้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้ เหมาะสม บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- URLP3(2) : เพราะสายวัดตัวใช้สำหรับ วัดรอบตัวโดยเฉพาะ	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 24 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
LP4(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดเพื่อตัดผ้าจากภาพที่กำหนด นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....	LP4 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม		
LP4(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	LP4(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวผ้าคือ.....		
P4 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP3(1) : หมายเลข 5	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม
		LP4(3) : เมตร	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	URLP4(2) : เพราะการวัดผ้าควรใช้ไม้เมตร	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
	LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้		
	LP5(1)[1.1] : วัดความกว้างของเหรียญ ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.2] : วัดระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ความยาวที่คาดคะเนได้		
	LP5(1)[1.3] : วัดความกว้างของห้องเรียน ความยาวที่คาดคะเนได้		
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOLP5(1)[1.1] : 5 เซนติเมตร	สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งของที่จะวัด
		UOLP5(1)[1.2] : 122 กิโลเมตร	ที่เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน
		UOLP5(1)[1.3] : 5 เมตร	
	UR : Understanding of Relations	-	

ตาราง 24 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>P5 : Process</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.1] : วัดความกว้างของประตูดู ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.2] : วัดความยาวของแปลงกระดาษ ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.3] : วัดความกว้างของธนูไม้ 100 บาท ความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>-</p> <p>UCLP5(2)[1.1] : 3 ก้าวขา</p> <p>UCLP5(2)[1.2] : คลิปหนีบกระดาษ 4 อัน</p> <p>UCLP5(2)[1.3] : เหรียญ 5 เหรียญ</p> <p>-</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งของที่</p> <p>ที่วัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้</p>
<p>P6 : Process</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>LP6 : กำหนดข้อความต่อไปนี้</p> <p>LP6(1) : ใครคาดคะเนความยาวได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด..... LP6(2) : ใครคาดคะเนความยาวไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....</p>	<p>-</p> <p>UCLP6(1) : วีน เพราะศูรูประจัำนมีคิมสูง</p> <p>ประมาณ 168 เซนติเมตร</p> <p>UCLP6(2) : วิสา เพราะหึ่งเรียนกว้างไม่ถึง 5</p> <p>กิโลเมตร</p> <p>-</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งของ</p> <p>จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง</p> <p>ครบถ้วน</p>

ตาราง 24 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LO1 : ให้นักเรียนวัดขนาดของภาพผู้เขียน (มาตราส่วนของความยาวในภาพต่อความยาวจริงเป็น 1 เซนติเมตร : 0.5 เมตร)</p> <p>LO1(1) : ภาพผู้เขียนในมีขนาดเท่าไร พร้อมบอกหน่วยที่ถูกต้อง</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOLO1(1) : ผู้เขียนมีความสูง 3 เมตร กว้าง 2 เมตร ยาว 1.25 เมตร</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของผู้เขียน</p>
<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>URLO1(2) : 4 คืบ = 1 เมตร 3 เมตร = 12 คืบ</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเมตรเป็นคืบได้</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเมตรเป็นคืบได้</p>
<p>LO2(1) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p> <p>LO2(2) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOLO2(1) : ใช้มีดเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น โดยดูตามหน่วยเซนติเมตร จึงเท่ากับ 210-130 = 30</p> <p>UOLO2(2) : ใช้มีดเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น โดยดูตามหน่วยเซนติเมตร จึงเท่ากับ 9 เซนติเมตร</p>	<p>ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง</p>
<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้อง</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมีพื้นที่ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีพื้นที่ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LO3(1)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย	LO3(1)[1.2] : ใจแสดงวิธีคิด.....	LO3 : กำหนดให้แต่ละของยาว 1 หน่วย นักเรียนมีวิธีการหาความยาวรอบรูปได้อย่างไร จงอธิบาย	
LO3(2)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย	LO3(2)[1.2] : ใจแสดงวิธีคิด.....	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของ สิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน
LO4(1)[1.1] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีพื้นที่เท่ากันสำหรับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง	LO4(2)[1.2] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3	UR : Understanding of Relations	สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ
LO4(2)[1.2] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3	LO4(2)[1.3] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3	ดั่งภาพที่ 2 และภาพที่ 3 จงหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และบริเวณ B (มาตราส่วน 1 นิ้ว : 5 หลา) LO4(1) : ความยาวรอบรูปของบริเวณ A = .....หลา และบริเวณ B = .....หลา	
LO4(2)[1.4] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3	LO4(2)[1.1] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3	LO4(2)[1.1] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3	

ตาราง 24 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O4 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLO4(2)[1.1] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.2] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.3] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.4] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน URLO4(1) : บริเวณ A=40 หลา B=40 หลา	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
S1 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLS1 : คูณแม่วิ่งได้ = $4.5+1.8+4.5+5.4+7.2+11 = 33.4$ เซนติเมตร หรือ $3.340$ เมตร พLOYวิ่งได้ = $4.5+1.8+4.5+9+11 = 30.8$ เซนติเมตร หรือ $3.080$ เมตร ระยะทางแม่-พLOY = $260$ เมตร	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถใช้น้้บรจรที่วัดขนาดระยะทางตามแผนที่ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	UR : Understanding of Relations	LS1 : ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว จงหาว่าคูณแม่วิ่งได้ระยะทางมากกว่าพLOYกี่เมตร ให้แสดงวิธีการคิดโดยละเอียด	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถเปรียบเทียบขนาดราคาส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้

ตาราง 24 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LS2 : ถ้านักเรียนต้องการหารหาค่าของลูกฟุตบอลหนึ่ง ดังภาพที่กำหนดให้ นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร จงอธิบายวิธีการอย่างละเอียด.....	UC : Understanding of Concepts	-	รู้หลักการในการเลือกไม้เครื่องมือนัดความยาว กับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้
S2 : Schema	UO : Understanding of Operations	UOLS2 : 1. นำลูกบอลมาวัดความยาวรอบรูป 2. นำความยาวรอบรูปมาหารหาค่ารัศมีโดยการนำเส้นตรง ความยาวรอบรูปคือ $= 2\pi r$ . $154 = 2\pi r$ , $154 = 2\left(\frac{22}{7}\right) \times r$ , $r = 24.5$ รัศมีเท่ากับ 24.5	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้
	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือนัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้





จากตาราง 24 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของริงกิต จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### **ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของริงกิต**

ริงกิต เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว อยู่ในกลุ่ม AP และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของริงกิต ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ LA1-LA8 ริงกิตสามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อริงกิตเห็นภาพเห็นภาพของตลับเมตร ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตร ริงกิตสามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ LP1-LP4 ริงกิตรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตรู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตร ในการวัด แต่ถ้าต้องการวัดความสูงของโต๊ะกลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตร จะเลือกใช้ไม้เมตรในการวัด ซึ่งไม่เหมาะสม และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น สามารถบอกหน่วยการวัดความยาวของห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้ ข้อ LS1 ริงกิตรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ริงกิต เลือกใช้ไม้บรรทัด ในการวัดระยะทางตามแผนที่ ข้อ LS2 ริงกิตไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ริงกิตบอกเพียงวิธีที่จะวัดแต่ไม่ได้บอกว่าจะวัดด้วยเครื่องมือวัดความยาวชนิดใด

ด้านการดำเนินการ ข้อ LA9-LA11 ริงกิตสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิตสามารถวัดขนาดความยาวของปากกาได้ถูกต้อง ข้อ LA12 ริงกิตสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถใช้ภาพคลิปก้นปีกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ ข้อ LP5(1) ริงกิตสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน เช่น ริงกิตสามารถคาดคะเนความระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้ แต่ไม่สามารถคาดคะเนความกว้างของเหรียญได้ ข้อ LP5(2) ริงกิตสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น ริงกิตสามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาด

ประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 ริงกิตสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐาน ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิตสามารถคาดคะเนได้ว่า วินคาดคะเนความสูงของครูประจำชั้น ประมาณ 168 เซนติเมตร ว่าสมจริงที่สุด และ ริงกิตคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ว่าไม่สมจริงที่สุด ข้อ LO1 ริงกิตสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น ริงกิต ใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตู้เย็นแล้วบอกขนาดของตู้เย็นได้ ข้อ LO2 ริงกิตสามารถวัด ความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตสามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่ บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ข้อ LO3 ริงกิตสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น ริงกิตสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง คือ 16 และ 32 หน่วย ข้อ LO4 ริงกิตสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และ สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถหาใช้ไม้ บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ แต่หาความยาวรอบรูปบริเวณ B ไม่ได้ และริงกิตสามารถ แบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ ทั้ง 4 รูปที่แตกต่าง กันตามที่โจทย์กำหนดมาให้ ข้อ LS1 ริงกิตสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น ริงกิตนำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้ เพียงบางส่วน ข้อ LS2 ริงกิตสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น ริงกิตบอกให้วัดความยาว รอบรูปของลูกฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วหาค่ารัศมี และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ LA5-LA8 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิตสามารถตอบได้ว่าถ้า ต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร ริงกิตสามารถเลือกชี้ไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง ข้อ LA9-LA11 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น ริงกิตสามารถบอกความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้ ข้อ LA12 ริงกิต สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ริงกิต สามารถใช้รูปเหรียญวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ และสามารถเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่ เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ข้อ LP1-LP4 ริงกิตสามารถบอก ความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น ริงกิตเลือกชี้ตลับเมตรในการหาความยาวของห้องเรียน เพราะตลับเมตรสามารถ วัดความยาวของห้อง ๆ หนึ่งได้ ข้อ LO1 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความ ยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ริงกิตสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้ ข้อ LO2 ริงกิตไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาว

กับสิ่งของที่วัดวัดได้ เช่น ริงกิตไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้ ข้อ LO4 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A ได้ แต่ไม่สามารถหาความยาวรอบรูปบริเวณ B ได้ ข้อ LS1 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ริงกิตสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ ข้อ LS2 ริงกิตไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่วัดได้ ริงกิตบอกเพียงวิธีการจะวัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลแต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือวัดความยาวชนิดใด



ตาราง 25 ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของวอน

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>LA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA1 : ตลับเมตร</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ตลับเมตร"</p>	
A2 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCLA2 : ไม้บรรทัด</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม้บรรทัด"</p>	
A3 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCLA3 : สายวัดตัว</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "สายวัดตัว"</p>	
A4 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCLA4 : ไม้เมตร</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม้เมตร"</p>	

ตาราง 25 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A5 : Action	LA5 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UC : Understanding of Concepts UCLA5 : ก. UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ก." สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A6 : Action	LA6 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวสมุดโดยใช้ไม้บรรทัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UC : Understanding of Concepts UCLA6 : ข. UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ข." สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A7 : Action	LA7 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวผ้าโดยใช้ไม้เมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UC : Understanding of Concepts UCLA7 : ง. UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ง." สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 25 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A8 : Action	<p>LA8 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวรอบวงโดยให้สายวัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA8 : ค.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "ค."</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>	
A9 : Action	<p>LA9 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA9(1) : จากภาพที่กำหนดให้ ปากกามีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>LA9(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ดินสอมีความยาว .....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร</p> <p>LA9(3) : จากภาพที่กำหนดให้ สีปากกามีความยาว.....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOLA9(1) : 5.3 ซม. UOLA9(2) : 5 ซม. 1 มม. UOLA9(3) : 6 ซม. 7 มม.</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	

ตาราง 25 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	<p>LA10 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ตามที่กำหนดให้</p> <p>LA10(1) : จากภาพที่กำหนดให้ คลิปหนีบกระดาษมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA10(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ยางลบมีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOLA10(1) : 1.5 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 3.3 ซม.</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	
A11 : Action	<p>LA11 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ตามที่กำหนดให้</p> <p>LA11(1) : จากภาพที่กำหนดให้ หนังสือมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA11(2) : จากภาพที่กำหนดให้ สีเมจิกมีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOLA10(1) : 3 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 5.2 ซม.</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LA12 : ให้นักเรียนใช้เหรียญกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ หรือมอของหน่วยตามที่กำหนดให้ (เหรียญ 1 เหรียญกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร) LA12(1)[1.1] : ภาพสมุดกว้าง...เหรียญ LA12(1)[1.2] : ภาพสมุดยาว...เหรียญ LA12(1)[1.3] : สมุดมีความกว้าง.....เซนติเมตร LA12(1)[1.4] : สมุดมีความยาว.....เซนติเมตร	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLA12(1)[1.1] : 3 เหรียญ UOLA12(1)[1.2] : 4 เหรียญ UOLA12(1)[1.3] : 6 ซม. UOLA12(1)[1.4] : 8 ซม.	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน) สามารถใช้เหรียญที่กำหนดให้ วัดความกว้างและ ความยาวของสมุดได้ สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน
LA12 : ให้นักเรียนใช้รูปคลิป์หนีบกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ หรือมอของหน่วยตามที่กำหนดให้ (คลิป์หนีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว) LA12(2)[1.1] : ภาพกรรไกรกว้าง.....คลิป์หนีบกระดาษ LA12(2)[1.3] : กรรไกรมีความกว้าง.....นิ้ว LA12(2)[1.4] : กรรไกรมีความยาว.....นิ้ว	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UCLA12(2)[1.1] : 4 คลิป์หนีบกระดาษ UCLA12(2)[1.2] : 13 คลิป์หนีบกระดาษ UCLA12(2)[1.3] : 4 นิ้ว UCLA12(2)[1.4] : 13 นิ้ว	ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง (ที่ไม่ เป็นแบบมาตรฐาน) ไม่สามารถใช้คลิป์หนีบกระดาษที่กำหนดให้ วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ ไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง



ตาราง 25 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LP1(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีความยาว 2 เมตร นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....</p> <p>LP1(2) : เหตุผลที่เลือกใช้..... LP1(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความสูงของโต๊ะกลมคือ.....</p>	<p>LP1 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน</p>	
P1 : Process	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCLP1(1) : หมายเลข 1</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>URLP1(2) : เพราะตลับเมตรมีความยาวมากที่สุด และมีหน่วยที่ชัดเจนที่สุด</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>LP2(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความยาวของห้องเรียน นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP2(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวของห้องเรียนคือ.....</p> <p>LP2(2) : เหตุผลที่เลือกใช้.....</p>	<p>LP2 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม</p>		
P2 : Process	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCLP2(1) : หมายเลข 1</p>		<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		UCLP2(3) : เมตร	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- URLP2(2) : เพราะมีความยาวมากที่สุด และมีหน่วยชัดเจน	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
	LP3 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม		
LP3(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดรอบเขวเพื่อตัดกางเกง นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....			
LP3(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	LP3(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดรอบเขวคือ.....		
P3 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP3(1) : หมายเลข 3	ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่าง เหมาะสม
		LP3(3) : เชนติเมตร	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- URLP3(2) : เพราะมีใช้สำหรับวัดรอบเขว	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 25 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LP4(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดเพื่อตัดผ้าจากภาพที่กำหนด นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP4(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	LP4 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม	UCLP3(1) : หมายเลข 5 LP4(3) : เมตร	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐาน
P4 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCLP3(1) : หมายเลข 5 LP4(3) : เมตร URLP4(2) : เพราะไม่มี 1 เมตร เหมาะกับการตัดผ้า	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐาน สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.1] : วัดความกว้างของเหรียญ ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.2] : วัดระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.3] : วัดความกว้างของห้องเรียน ความยาวที่คาดคะเนได้	สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัด ที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

ตาราง 25 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LP5(2)[1.1] : วัดความกว้างของประตูดูความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.2] : วัดความยาวของแรงลมกระดาน ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.3] : วัดความกว้างของธนูไม้ 100 บาท ความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>LP5 : ให้นักเรียนจับดูภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UOLP5(2)[1.1] : 3 ก้าวขา</p> <p>UOLP5(2)[1.2] : คลิปหนีบกระดาษ 4 อัน</p> <p>UOLP5(2)[1.3] : เหรียญ 5 เหรียญ</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>LP6(1) : ใครคาดคะเนความยาวได้สูงที่สุด เพราะเหตุใด.....</p> <p>LP6(2) : ใครคาดคะเนความยาวไม่สูงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....</p>	<p>LP6 : กำหนดข้อความต่อไปนี้</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>LP6(1) : ใครคาดคะเนความยาวได้สูงที่สุด เพราะเหตุใด.....</p> <p>LP6(2) : ใครคาดคะเนความยาวไม่สูงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....</p>	<p>LP6 : กำหนดข้อความต่อไปนี้</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UOLP6(1) : วิน เพราะคนส่วนใหญ่สูงไม่เกิน 200 เซนติเมตร และวินให้หน่วยถูกต้อง</p> <p>UOLP6(2) : ริสา เพราะความกว้างของห้องเรียนใช้หน่วยเป็นเมตร</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 25 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LO1 : ให้นักเรียนวัดขนาดของภาพผู้เขียน (มาตราส่วนของความยาวในภาพต่อความยาวจริงเป็น 1 เซนติเมตร : 0.5 เมตร)</p> <p>LO1(1) : ภาพผู้เขียนใบนี้มีขนาดเท่าไร พร้อมบอกหน่วยที่ถูกต้อง</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOLO1(1) : ผู้เขียนมีความสูง 3 เมตร กว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดถูกต้องครบถ้วน สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของผู้เขียนได้</p>
<p>O1 : Object</p> <p>LO2(1) : ภาทผู้เขียนใบนี้มีขนาดเท่าไร พร้อมบอกหน่วยที่ถูกต้อง</p> <p>LO2(2) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p> <p>LO2(2) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p>	<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>URLO1(2) : ความสูงจริง คือ 12 คืบ โดย 1 เมตร = 4 คืบ , 3 เมตร = 12 คืบ</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถเปรียบเทียบมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเมตรเป็นคืบได้</p>
<p>O2 : Object</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>LO2 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวโดยใช้ไม้บรรทัดนี้ ดังภาพ</p>	<p>-</p> <p>UOLO2(1) : ใช้มือเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น โดยดูตามหน่วยเซนติเมตร จึงเท่ากับ 210-130 = 30</p> <p>UOLO2(2) : ใช้มือเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น โดยดูตามหน่วยเซนติเมตร จึงเท่ากับ 9 เซนติเมตร</p>	<p>ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง</p> <p>ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้อง</p>

ตาราง 25 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
	LO3 : กำหนดให้แต่ละช่องยาว 1 หน่วย นักเรียนมีวิธีการหาความยาวรอบรูปได้อย่างไร จงอธิบาย		
	LO3(1)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย LO3(1)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....		
	LO3(2)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย LO3(2)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....		
O3 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations		สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของ สิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations		
	LO4 : นักเรียนใช้สนามสำหรับข้อซึ่งมีความยาวแต่ละด้าน ดังภาพที่ 1 ครูต้องการแบ่งสนามรูปสี่เหลี่ยมที่เท่ากันสำหรับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 จงหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และบริเวณ B (มาตราส่วน 1 นิ้ว : 5 หลา) LO4(1) : ความยาวรอบรูปของบริเวณ A = .....หลา และบริเวณ B = .....หลา LO4(2)[1.1] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.2] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.3] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.4] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3		

ตาราง 25 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
O4 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLO4(2)[1.1] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.2] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.3] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.4] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน
S1 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	LS1 : ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว จงหาว่าคุณแม่วิ่งได้ระยะทางมากกว่าพลอยกี่เมตร ให้แสดงวิธีการคิดโดยละเอียด - UOLS1 : ระยะทางที่วิ่งได้ = $(500+730+1,150+550+500+200) \times 2 = 9,400$ เมตร พลอยวิ่งได้ = $(500+1,150+930+500+200) \times 2 = 6,600$ เมตร แม่วิ่งมากกว่าพลอย = $9,400 - 6,600 = 2,800$ ม. - UR : Understanding of Relations	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถเปรียบเทียบขนาดเส้นตรงให้เป็นเมตรได้

ตาราง 25 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LS2 : ถ้านักเรียนต้องการหารัศมีของลูกฟุตบอลหนึ่ง ดังภาพที่กำหนดให้ นักเรียนจะมีวิธีการหาค่าของรัศมีของลูกฟุตบอลอย่างไร จงอธิบายวิธีการอย่างละเอียด.....	UC : Understanding of Concepts  UO : Understanding of Operations	-  UOLS2 : 1. นำลูกบอลมาวัดความยาวรอบรูป 2. นำความยาวรอบรูปมาหารรัศมีโดยการใช้สูตร ความยาวรอบรูปคือ $= 2\pi r$ , $154 = 2\pi r$ , $154 = 2 \left( \frac{22}{7} \right) \times r$ , $r = 24.5$ รัศมีเท่ากับ 24.5	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้ สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้
S2 : Schema	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมื่อวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้





จากตาราง 25 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของวอน จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### **ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของวอน**

วอน เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว อยู่ในกลุ่ม APO และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของวอน ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ LA1-LA8 วอนสามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อวอนเห็นภาพของตลับเมตร ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตร วอนสามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ LP1-LP4 วอนรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนรู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น วอนสามารถบอกหน่วยการวัดความยาวของห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้ ข้อ LS1 วอนรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น วอนเลือกใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางตามแผนที่ข้อ LS2 วอนไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือวอนบอกเพียงวิธีที่จะวัดแต่ไม่ได้บอกว่าจะวัดด้วยเครื่องมือวัดความยาวชนิดใด

ด้านการดำเนินการ ข้อ LA9-LA11 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถวัดขนาดความยาวของปากกา ตามหน่วยเซนติเมตรได้ถูกต้อง ข้อ LA12 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนสามารถใช้รูปเหรียญที่กำหนดให้มาวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ แต่ไม่สามารถนำรูปคลิปหนีบกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ ข้อ LP5(1) วอนสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถคาดคะเนความกว้างของเหรียญได้ ข้อ LP5(2) วอนสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 วอนสามารถคาดคะเน

ความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถคาดคะเนได้ว่าวินาคาดคะเนความสูงของครุประจําชั้นประมาณ 168 เซนติเมตร ว่าสมจริงที่สุด และริสาคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ว่าไม่สมจริงที่สุด ข้อ LO1 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น วอนใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตุ้ยนแล้วบอกขนาดของตุ้ยนได้ ข้อ LO2 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนสามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ข้อ LO3 วอนสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง คือ 16 และ 32 หน่วย ข้อ LO4 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนสามารถใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ แต่หาความยาวรอบรูปบริเวณ B ไม่ได้ และวอนสามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ ทั้ง 4 รูป ที่แตกต่างกันตามที่โจทย์กำหนดมาให้ ข้อ LS1 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนนำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้เพียงบางส่วน ข้อ LS2 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น วอนบอกให้วัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วหาค่ารัศมี และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ LA5-LA8 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร วอนสามารถเลือกชี้ไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง ข้อ LA9-LA11 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้ ข้อ LA12 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนสามารถใช้รูปเหรียญวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ และสามารถเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ข้อ LP1-LP4 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนเลือกใช้ตลับเมตรในการหาความยาวของห้องเรียน เพราะตลับเมตรมีความยาวมากที่สุด และมีหน่วยชัดเจนที่สุด ข้อ LO1 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น วอนสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้ ข้อ LO2 วอนไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของ

เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ เช่น วอนไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่  
โจทย์กำหนดให้ ข้อ LO4 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบ  
มาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหา  
ความยาวรอบรูปของบริเวณ A ได้ แต่ไม่สามารถหาความยาวรอบรูปบริเวณ B ได้ ข้อ LS1 วอน  
สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น วอน  
สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ ข้อ LS2 วอนไม่สามารถบอกความสัมพันธ์  
ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ วอนบอกเพียงวิธีการจะวัดความยาวรอบรูปของลูก  
ฟุตบอลแต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือวัดความยาวชนิดใด



ตาราง 26 ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเรียด

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>LA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>LA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>UCLA1 : ตลับเมตร</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ตลับเมตร"</p>
A2 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>LA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>UCLA2 : ไม่มีบรรทัด</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม่มีบรรทัด"</p>
A3 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>LA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>UCLA3 : สายวัดตัว</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "สายวัดตัว"</p>
A4 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCLA4 : ไม่มีเมตร</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม่มีเมตร"</p>

ตาราง 26 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A5 : Action	LA5 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UC : Understanding of Concepts UCLA5 : ภาพ ก. UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ก." สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A6 : Action	LA6 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวสมุดโดยใช้ไม้บรรทัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UC : Understanding of Concepts UCLA6 : ภาพ ข. UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ข." สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A7 : Action	LA7 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวผ้าโดยใช้ไม้เมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UC : Understanding of Concepts UCLA7 : ภาพ ง. UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ง." สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 26 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
A8 : Action	LA8 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวรอบวงโดยใช้สายวัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UC : Understanding of Concepts UCLA8 : ภาพ ค.	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ค."
A8 : Action	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- -	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือนัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A9 : Action	LA9 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ LA9(1) : จากภาพที่กำหนดให้ ปากกามีความยาว.....เซนติเมตร LA9(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ดินสอมีความยาว .....มิลลิเมตร LA9(3) : จากภาพที่กำหนดให้ สีเมจิกมีความยาว.....มิลลิเมตร	- UOLA9(1) : 5.4 ซม. UOLA9(2) : 5 ซม. 1 มม. UOLA9(3) : 6 ซม. 8 มม.	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน
A9 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- - -	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ ถูกต้องครบถ้วน

ตาราง 26 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	<p>LA10 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA10(1) : จากภาพที่กำหนดให้ คลิปหนีบกระดาษมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA10(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ยางลบมีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>UOLA10(1) : 1.5 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 3.3 ซม.</p> <p>-</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
A11 : Action	<p>LA11 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA11(1) : จากภาพที่กำหนดให้ หนังสือมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA11(2) : จากภาพที่กำหนดให้ สีมะลิมีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>UOLA10(1) : 3 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 5.2 ซม.</p> <p>-</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมีต้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีต้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LA12 : ให้นักเรียนใช้เหรียญกระดาษที่ดูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (เหรียญ 1 เหรียญกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร) LA12(1)[1.1] : ภาพสมุดกว้าง...เหรียญ LA12(1)[1.2] : ภาพสมุดยาว...เหรียญ LA12(1)[1.3] : สมุดมีความกว้าง.....เซนติเมตร LA12(1)[1.4] : สมุดมีความยาว.....เซนติเมตร	เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLA12(1)[1.1] : ไม่ตอบ UOLA12(1)[1.2] : 4 เหรียญ UOLA12(1)[1.3] : 5 ซม. UOLA12(1)[1.4] : 7.5 ซม.	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน) สามารถใช้เหรียญที่กำหนดให้ วัดความกว้างและความยาวของสมุดได้เพียงบางส่วน ไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UCLA12(2)[1.1] : 2 คลิปหนีบกระดาษ (ที่เป็นแบบมาตรฐาน) UCLA12(2)[1.2] : 5 คลิปหนีบกระดาษ UCLA12(2)[1.3] : 2 นิ้ว UCLA12(2)[1.4] : 5 นิ้ว	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถใช้คลิปหนีบกระดาษที่กำหนดให้ วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน



ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LP1(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่ใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP1(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	LP1 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP1(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่ใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม LP1(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	LP1(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความสูงของโต๊ะกลมคือ .....	การวิเคราะห์
P1 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP1(1) : หมายเลข 1	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	URLP1(2) : เพราะมีความยาวที่เพียงพอและสะดวกในการวัด	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
LP2(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความยาวของห้องเรียน LP2(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	LP2 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP2(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความยาวของห้องเรียน LP2(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	LP2(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวของห้องเรียนคือ .....	
P2 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP1(1) : หมายเลข 1	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		UCLP2(3) : เมตร	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- URLP2(2) : เพราะระดับเมตรมีความยาว มากพอที่สามารถหาความยาวห้องเรียน ได้	สามารถบอกความสัมพันธของเครื่องมื่อวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
	LP3 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP3(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดรอบเพื่อตัดกางเกง นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมื่อวัดความยาวหมายเลข..... LP3(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ ..... LP3(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดรอบเอวคือ.....		
P3 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP3(1) : หมายเลข 3	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่าง เหมาะสม LP3(3) : นิ้ว บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- URLP3(2) : เพราะสายวัดตัวสามารถโค้ง งอตามเอวของเราได้	สามารถบอกความสัมพันธของเครื่องมื่อวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LP4(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดเพื่อตัดผ้าจากภาพที่กำหนด นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....</p> <p>LP4(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....</p>	<p>LP4 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม</p>	<p>UCLP3(1) : หมายเลข 5</p> <p>LP4(3) : เมตร</p>	<p>ผู้หลักการในการเลือกให้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน</p>
P4 : Process	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>URLP4(2) : เพราะเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับการวัดเพื่อตัดผ้า ซึ่งมีขนาดมาตรฐาน สามารถวัดได้อย่างชัดเจน</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>
P5 : Process	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(1)[1.1] : วัดความกว้างของเหรียญ ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.2] : วัดระยะทางจากจุดเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(1)[1.3] : วัดความกว้างของห้องเรียน ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>-</p> <p>UOLP5(1)[1.1] : 5 เซนติเมตร</p> <p>UOLP5(1)[1.2] : 122 กิโลเมตร</p> <p>UOLP5(1)[1.3] : 15 เมตร</p> <p>-</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 26 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LP5(2)[1.1] : วัดความกว้างของรูป ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.2] : วัดความยาวของแปลงรูปกระดาน ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.3] : วัดความกว้างของถาดไม้ 100 บาท ความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>คำอธิบายของนักเรียน</p>	<p>การวิเคราะห์</p>
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts	-	สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งของ
	UO : Understanding of Operations	UOLP5(2)[1.1] : 3 ก้าวขา	ที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้
		UOLP5(2)[1.2] : คลิปหนีบกระดาษ 4 อัน	ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	UOLP5(2)[1.3] : เหรียญ 5 เหรียญ	-
		LP6 : กำหนดข้อความต่อไปนี้	-
LP6(1) : ใครคาดคะเนความยาวได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด.....	LP6(2) : ใครคาดคะเนความยาวไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....	-	-
P6 : Process	UC : Understanding of Concepts	-	สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งของ
	UO : Understanding of Operations	UOLP6(1) : จีน เพราะหน่วยของความสูงเป็นเซนติเมตร และ ความสูงของคนเราสามารถสูงได้ถึง 168 เซนติเมตร	ที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน
		UOLP6(2) : ริสา เพราะความกว้างของห้องเรียนควรมีหน่วย เป็นเมตร และความกว้าง 5 ก็โตเมตร นั่นกว้างเกินไป	-
	UR : Understanding of Relations	-	-

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LO1 : ให้นักเรียนวัดขนาดของภาพผู้เขียน (มาตราส่วนของความยาวในภาพต่อความยาวจริงเป็น 1 เซนติเมตร : 0.5 เมตร)</p> <p>LO1(1) : ภาพผู้เขียนใบไม้ขนาดเท่าไร พร้อมบอกหน่วยที่ถูกต้อง</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOLO1(1) : ผู้เขียนมีความสูง 3 เมตร กว้าง 1 เมตร ยาว 1.25 เมตร</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของผู้เขียน</p>
<p>LO2 : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p> <p>LO2(2) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p>	<p>LO2 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวโดยใช้ไม้บรรทัดนี้ ดังภาพ</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UOLO1(2) : 4 คืบ = 1 เมตร, 3 เมตร = 12 คืบ</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนของเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเมตรเป็นคืบได้</p>
<p>O2 : Object</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>UOLO2(1) : นำไม้บรรทัดไปวัดกับเส้นโดยดูตามหน่วยของเซนติเมตร = 3 เซนติเมตร</p> <p>UOLO2(2) : นำไม้บรรทัดไปวัดกับเส้นโดยดูตามหน่วยของเซนติเมตร = 9 เซนติเมตร</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือนัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมีต้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีต้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		LO3 : กำหนดให้แต่ละของยาว 1 หน่วย นักเรียนมีวิธีการหาความยาวรอบรูปได้อย่างไร จงอธิบาย	
	LO3(1)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย LO3(1)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....	LO3(1)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....	
	LO3(2)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย LO3(2)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....	LO3(2)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....	
O3 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLO3(1)[1.] : 16 หน่วย UOLO3(1)[1.2] : แต่ละช่องมีความยาว 1 หน่วย ทำให้หา ได้โดยการหาความยาวแต่ละด้านแล้วนำมารวมกัน จะได้ $3+3+4+4+1+1=16$ หน่วย UOLO3(2)[1.] : 32 หน่วย UOLO3(2)[1.2] : แต่ละช่องมีความยาว 1 หน่วย ทำให้หา ได้โดยการหาความยาวแต่ละด้านแล้วนำมารวมกัน จะได้ $5+5+3+3+3+2+2+1+1+2+2=32$ หน่วย	สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของ สิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	
		LO4 : นักเรียนใช้สนามสำหรับข้อเท็จจริงที่มีความยาวแต่ละด้าน ดังภาพที่ 1 ครูต้องการแบ่งสนามข้อเท็จจริงออกเป็นสองส่วนที่เท่ากันสำหรับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 จงหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และบริเวณ B (มาตราส่วน 1 นิ้ว : 5 หลา) LO4(1) : ความยาวรอบรูปของบริเวณ A = ..... หลา และบริเวณ B = ..... หลา LO4(2)[1.1] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.2] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีมีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.3] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีมีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.4] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีมีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3	

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O4 : Object	เรื่อง การวัดความยาว	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UOLO4(2)[1.1] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน</p> <p>UOLO4(2)[1.2] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน</p> <p>UOLO4(2)[1.3] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน</p> <p>UOLO4(2)[1.4] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
S1 : Schema	เรื่อง การวัดความยาว	<p>UR : Understanding of Relations</p> <p>URLO4(1) : บริเวณ A=40 หลา B=50 หลา</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
LS1 : ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว จงหาว่าคุณแม่วิ่งได้ระยะทางมากกว่าพ่ออย่างไรเมตร ให้แสดงวิธีการคิดโดยละเอียด			
O4 : Object	เรื่อง การวัดความยาว	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UOLS1 : 1) คุณแม่วิ่งผ่านทุกสถานที่ โดยวิ่งรอบหมู่บ้าน 1 รอบ = <math>4.5+11.5+7.5+5.5+4.5+2=35.5</math> เซนติเมตร, 2 รอบ = <math>7,100</math> เมตร                  2) พ่อวิ่งรอบหมู่บ้าน 1 รอบ โดยไม่ผ่านโรงพยาบาล = <math>4.5+11.5+2.5+4.5+2=32</math> เซนติเมตร, 2 รอบ โดยวิ่ง 2 รอบ = <math>6,400</math> เมตร ดังนั้น คุณแม่วิ่งมากกว่าพ่อ  <math>7,100-6,400=700</math> เมตร</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถเปรียบเทียบส่วนที่เป็นเมตรได้</p>
S1 : Schema	เรื่อง การวัดความยาว	<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถเปรียบเทียบส่วนที่เป็นเมตรได้</p>

ตาราง 26 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LS2 : ถ้าให้นักเรียนต้องทำการหารหาค่าเฉลี่ยของลูกฟุตบอลหนึ่ง ดังภาพที่กำหนดให้นักเรียนจะมีวิธีการหาค่าเฉลี่ยอย่างไร จงอธิบายวิธีการอย่างละเอียด.....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOLS2 : 1. นำลูกบอลมาวัดความยาวรอบรูป 2. นำความยาวรอบรูปมาหารหาค่าเฉลี่ยโดยใช้สูตร ความยาวรอบรูปคือ <math>= 2\pi r</math> , <math>154 = 2\pi r</math>, <math>154 = 2 \left( \frac{22}{7} \right) \times r</math>, <math>r = 24.5</math> รัศมีเท่ากับ 24.5</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้</p>
S2 : Schema	UR : Understanding of Relations	-	บอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้





จากตาราง 26 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเรีล จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### **ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเรีล**

เรีล เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว อยู่ในกลุ่ม APOS และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของเรีล ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ LA1-LA8 เรีลสามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อเรีลเห็นภาพของตลับเมตร ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตร เรีลสามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ LP1-LP4 เรีลรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เรีลรู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมได้และถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น สามารถบอกหน่วยการวัดความยาวของห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้ ข้อ LS1 เรีลรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น เรีลเลือกใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางตามแผนที่ ข้อ LS2 เรีลไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือ เรีลบอกเพียงวิธีที่จะวัดแต่ไม่ได้บอกว่าจะวัดด้วยเครื่องมือวัดความยาวชนิดใด

ด้านการดำเนินการ ข้อ LA9-LA11 เรีลสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรีลสามารถวัดขนาดความยาวของปากกาได้ถูกต้อง ข้อ LA12 เรีลสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน เช่น สามารถใช้ภาพคลิปหนีบกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ ข้อ LP5(1) เรีลสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรีลสามารถคาดคะเนความระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้ ข้อ LP5(2) เรีลสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรีลสามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 เรีลสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

เช่น เร็ยลสามารถคาดคะเนได้ว่าวินาคาดคะเนความสูงของครุประจําชั้นประมาณ 168 ว่าสมจริงที่สุด และ ริสาคาดคะเน ความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่สมจริงที่สุด

ข้อ LO1 เร็ยลสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น เร็ยลใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตุ้ยนแล้วบอกขนาดของตุ้ยนได้ ข้อ LO2 เร็ยลสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เร็ยลสามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง

ข้อ LO3 เร็ยลสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เร็ยลสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง คือ 16 และ 32 หน่วย ข้อ LO4 เร็ยลสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถหาใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ และหาความยาวรอบรูปบริเวณ A และ B ได้ถูกต้อง และเร็ยลสามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ทั้ง 4 รูปที่แตกต่างกันตามที่โจทย์กำหนดมาให้

ข้อ LS1 เร็ยลสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เร็ยลนำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้เพียงบางส่วน

ข้อ LS2 เร็ยลสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น เร็ยลบอกให้วัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วหาค่ารัศมี และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ LA5-LA8 เร็ยลสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เร็ยลสามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร รูปี่สามารถเลือกชี้ไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง

ข้อ LA9-LA11 เร็ยลสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เร็ยลสามารถบอกความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้

ข้อ LA12 เร็ยลสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เร็ยลสามารถใช้รูปคลิปปหนีบกระดาษวัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ และสามารถเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง

ข้อ LP1-LP4 เร็ยลสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เร็ยลเลือกใช้ตลับเมตรในการหาความยาวของห้องเรียน เพราะสามารถวัดความยาวได้ค่อนข้างมากและง่าย

ข้อ LO1 เร็ยลสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เร็ยลสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็น คืบได้ ข้อ LO2 เร็ยลไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ เช่น เร็ยลไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่

โจทย์กำหนดให้ ข้อ LO4 เร็ยลสามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เร็ยลสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และ B ได้ ข้อ LS1 เร็ยลสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เร็ยลสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ ข้อ LS2 เร็ยลไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ เร็ยลบอกเพียงวิธีการจะวัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลแต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือวัดความยาวชนิดใด



ตาราง 27 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของยูโซ

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>LA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA1 : ตลับเมตร</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ตลับเมตร"</p>	
A2 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCLA2 : ไม่บรรทัด</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม้บรรทัด"</p>	
A3 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCLA3 : สายวัดตัว</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "สายวัดตัว"</p>	
A4 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCLA4 : ไม่เมตร</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม่เมตร"</p>	

ตาราง 27 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
A5 : Action	LA5 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ดัดไม้เมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCLA5 : ก. -	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ก." สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A6 : Action	LA6 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวสมุดโดยใช้ไม้บรรทัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCLA6 : ข. -	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ข." สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A7 : Action	LA7 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวผ้าโดยใช้ไม้เมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCLA7 : ง. -	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ง." สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 27 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A8 : Action	<p>LA8 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวรอบวงโดยใช้สายวัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือใดในภาพใด</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA8 : ค.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ค."</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>	
A9 : Action	<p>LA9 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA9(1) : จากภาพที่กำหนดให้ ปากกามีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>LA9(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ดินสอมีความยาว .....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร</p> <p>LA9(3) : จากภาพที่กำหนดให้ สีนจิกมีความยาว.....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOLA9(1) : 5.3 ซม. UOLA9(2) : 5 ซม. 1 มม. UOLA9(3) : 6 ซม. 7 มม.</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ ถูกต้องครบถ้วน</p>	

ตาราง 27 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	<p>LA10 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไป พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA10(1) : จากภาพที่กำหนดให้ คลิปหนีบกระดาษมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA10(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ยางลบมีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>UOLA10(1) : 1.5 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 3.3 ซม.</p> <p>-</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
A11 : Action	<p>LA11 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไป พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA11(1) : จากภาพที่กำหนดให้ หนังสือมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA11(2) : จากภาพที่กำหนดให้ สีมะลิมีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>UOLA10(1) : 3 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 5.2 ซม.</p> <p>-</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
LA12 : ให้นักเรียนได้เรียนรู้กฎกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (เหรียญ 1 เหรียญกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร)	LA12(1)[1.1] : ให้นักเรียนได้เรียนรู้กฎกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (เหรียญ 1 เหรียญกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร)	LA12(1)[1.2] : ภาพสมุดขาว...เหรียญ	
LA12(1)[1.3] : สมุดมีความกว้าง.....เซนติเมตร	LA12(1)[1.1] : ภาพสมุดกว้าง...เหรียญ	LA12(1)[1.4] : สมุดมีความยาว.....เซนติเมตร	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOLA12(1)[1.1] : ไม่ตอบ	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้แต่ไม่เขียนตอบ (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน)
		UOLA12(1)[1.2] : ไม่ตอบ	สามารถใช้เหรียญที่กำหนดให้ วัดความกว้างและ
		UOLA12(1)[1.3] : 6 ซม.	ความยาวของสมุดได้เพียงบางส่วน
	UR : Understanding of Relations	UOLA12(1)[1.4] : 8 ซม.	สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
		-	
LA12 : ให้นักเรียนใช้รูปศิลป์หีบกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (ศิลป์หีบกระดาษ 1 นิ้ว)	LA12(2)[1.1] : ให้นักเรียนใช้รูปศิลป์หีบกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (ศิลป์หีบกระดาษ 1 นิ้ว)	LA12(2)[1.2] : ภาพกรรไกรขาว.....ศิลป์หีบกระดาษ	LA12(2)[1.4] : กรรไกรมีความยาว.....นิ้ว
LA12(2)[1.3] : กรรไกรมีความกว้าง.....นิ้ว	LA12(2)[1.1] : ภาพกรรไกรกว้าง....ศิลป์หีบกระดาษ	LA12(2)[1.4] : กรรไกรมีความยาว.....นิ้ว	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UCLA12(2)[1.1] : ไม่ตอบ	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้แต่ไม่เขียนตอบ (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน)
		UCLA12(2)[1.2] : ไม่ตอบ	สามารถใช้ศิลป์หีบกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้าง
		UCLA12(2)[1.3] : 2 นิ้ว	และความยาวของกรรไกรได้
	UR : Understanding of Relations	UCLA12(2)[1.4] : 5 นิ้ว	สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
		-	



ระดับความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
	LP1 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP1(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีความยาวหมายเลข 2 เมตร นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP1(2) : เหตุผลที่เลือกใช้..... LP1(3) : หน่วยการวัดความสูงของโต๊ะกลมคือ.....		
P1 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP1(1) : หมายเลข 1	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	URLP1(2) : เพราะสามารถวัดความยาวได้ ค่อนข้างมากและง่าย	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมื่อวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
	LP2 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP2(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความยาวของห้องเรียน นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวของห้องเรียนคือ..... LP2(2) : เหตุผลที่เลือกใช้..... LP2(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวของห้องเรียนคือ.....		
P2 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP2(1) : หมายเลข 1	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 27 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		UCLP2(3) : เมตร	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นมาตรฐาน
UO : Understanding of Operations		-	
UR : Understanding of Relations		URLP2(2) : เพราะวัดความยาวได้มาก และง่ายสำหรับการเก็บด้วย	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
		LP3 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP3(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดรอบวง นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... LP3(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	
P3 : Process		UC : Understanding of Concepts	
		UCLP3(1) : หมายเลข 3	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่าง เหมาะสม
		LP3(3) : เชนติเมตร/นิ้ว	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน
UO : Understanding of Operations		-	
UR : Understanding of Relations		URLP3(2) : เพราะสามารถวัดได้ง่าย สายมีความอ่อน	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>P4 : Process</p> <p>LP4(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดเพื่อตัดผ้าจากภาพที่กำหนด นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....</p> <p>LP4(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....</p> <p>LP4(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวผ้าคือ .....</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p>	<p>LP4 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม</p>	<p>UCLP3(1) : หมายเลข 5</p> <p>LP4(3) : เซนติเมตร/เมตร</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน</p>
<p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(1)[1.1] : วัดความกว้างของเหรียญ ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.2] : วัดระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(1)[1.3] : วัดความกว้างของห้องเรียน ความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>URLP4(2) : เพราะวัดได้ค่อนข้างตรงและชัดเจน</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>P5 : Process</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(1)[1.1] : วัดความกว้างของเหรียญ ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.2] : วัดระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(1)[1.3] : วัดความกว้างของห้องเรียน ความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>-</p> <p>UCLP5(1)[1.1] : 26 มิลลิเมตร</p> <p>UCLP5(1)[1.2] : 122 กิโลเมตร</p> <p>UCLP5(1)[1.3] : 5 เมตร</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>

## ตาราง 27 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว	LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(2)[1.1] : วัดความยาวของแปรงลบกระดาน ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(2)[1.2] : วัดความยาวของแปรงลบกระดาน ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(2)[1.3] : วัดความกว้างของธนบัตร 100 บาท ความยาวที่คาดคะเนได้	
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UCLP5(2)[1.1] : 3 ก้าวขา UCLP5(2)[1.2] : เหยียด 5 เหยียด UCLP5(2)[1.3] : คลิปหนีบกระดาษ 4 อัน	สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งของ ที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน
	UR : Understanding of Relations	-	
		LP6 : กำหนดข้อความต่อไปนี้ LP6(1) : ใครคาดคะเนความยาวได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด..... LP6(2) : ใครคาดคะเนความยาวไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....	
P6 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UCLP6(1) : วิน เพราะส่วนสูงของคนจะใช้หน่วยเซนติเมตร UCLP6(2) : ริสา เพราะห้อยเรียงครีใช้หน่วยเป็นเมตร ไม่ใช่ กิโลเมตร	สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งของ ที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน

ตาราง 27 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O1 : Object	<p>LO1 : ให้นักเรียนวัดขนาดของภาพผู้เขียน (มาตราส่วนของความยาวจริงเป็น 1 เซนติเมตร : 0.5 เมตร)</p> <p>LO1(1) : ภาพผู้เขียนใบนี้มีขนาดเท่าไร พร้อมบอกหน่วยที่ถูกต้อง</p> <p>LO1(2) : ความสูงจริงของผู้เขียนใบนี้ประมาณกี่ซม พร้อมอธิบายวิธีคิด</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของผู้เขียน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเมตรเป็นซมได้</p>
O2 : Object	<p>LO2 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความยาวโดยใช้ไม้บรรทัดหัก ดังภาพ</p> <p>LO2(1) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p> <p>LO2(2) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้</p> <p>ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งที่จะวัดได้</p>

ตาราง 27 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LO3 : กำหนดให้แต่ละช่องยาว 1 หน่วย นักเรียนมีวิธีการหาความยาวรอบรูปอย่างไร จงอธิบาย</p> <p>LO3(1)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย LO3(1)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....</p> <p>LO3(2)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย LO3(2)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOLO3(1)[1.1] : 16 หน่วย</p> <p>UOLO3(1)[1.2] : น้ำด้านทั้งหมดมารวมกัน = 16</p> <p>UOLO3(2)[1.1] : 32 หน่วย</p> <p>UOLO3(2)[1.2] : น้ำด้านทั้งหมดมารวมกัน = 32</p>	<p>สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของ สิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>LO4 : นักเรียนให้ตนถามคำถามที่พหุซึ่งมีความยาวแต่ละด้าน ดังภาพที่ 1 ครูต้องการแบ่งสนามห้องกีฬาออกเป็นสองส่วนที่เท่ากันสำหรับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ</p> <p>ดั่งภาพที่ 2 และภาพที่ 3 จงหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และบริเวณ B (มาตราส่วน 1 นิ้ว : 5 หลา)</p> <p>LO4(1) : ความยาวรอบรูปของบริเวณ A = .....หลา และบริเวณ B = .....หลา</p> <p>LO4(2)[1.1] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3</p> <p>LO4(2)[1.2] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3</p> <p>LO4(2)[1.3] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3</p> <p>LO4(2)[1.4] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3</p>	<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p>	<p>สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ</p>

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O4 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLO4(2)[1.1] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.2] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.3] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.4] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถวัดความยาวเห็นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
S1 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLS1 : ระยะทางที่แม่วิ่งได้ = (500+1,150+750+550+500+2000)×2= 9,400 เมตร พलयิ่งได้ = (500+1,150+950+500+200)×2= 6,600 เมตร แม่วิ่งได้มากกว่าพलय 9,400-6,600 =2,800 เมตร	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัด สามารถใช้ไม่มีบรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเส้นเมตรให้เป็นเมตรได้

ตาราง 27 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
S2 : Schema	LS2 : ถ้านักเรียนต้องการหารัศมีของลูกฟุตบอลหนึ่ง ดังภาพที่กำหนดให้ นักเรียนจะมีวิธีการหาอย่างไร จงอธิบายวิธีการอย่างละเอียด.....	UC : Understanding of Concepts  UO : Understanding of Operations  UOLS2 : 1. นำลูกบอลมาวัดความยาวรอบรูป 2. นำความยาวรอบรูปมาหารรัศมีโดยการใช้สูตร ความยาวรอบรูปคือ $= 2\pi r$ , $154 = 2\pi r$ , $154 = 2\left(\frac{22}{7}\right) \times r$ , $r = 24.5$ รัศมีเท่ากับ 24.5 เซนติเมตร	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้ สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้
	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมื่อวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้





จากตาราง 27 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของยูโร จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### **ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของยูโร**

ยูโร เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว อยู่ในกลุ่ม A และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง อยู่ในกลุ่มปานกลาง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของยูโร ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ LA1-LA8 ยูโรสามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อยูโรเห็นภาพของตลับเมตร ไม้บรรทัด สายวัดดัด และไม้เมตร ยูโรสามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดดัด” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ LP1-LP4 ยูโรรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรรู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น ยูโรสามารถบอกหน่วยการวัดความยาวของห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้ ข้อ LS1 ยูโรรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ยูโรเลือกใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางตามแผนที่ ข้อ LS2 ยูโรไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือ ยูโรบอกเพียงวิธีที่จะวัดแต่ไม่ได้บอกว่าจะวัดด้วยเครื่องมือวัดความยาวชนิดใด

ด้านการดำเนินการ ข้อ LA9-LA11 ยูโรสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถวัดขนาดความยาวของปากกา ตามหน่วยเซนติเมตรได้ถูกต้อง ข้อ LA12 ยูโรสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถใช้รูปเหรียญที่กำหนดให้มาวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ แต่ไม่สามารถนำรูปคลิปปืนกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ ข้อ LP5(1) ยูโรสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถคาดคะเนความกว้างของเหรียญได้ ข้อ LP5(2) ยูโรสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 ยูโรสามารถคาดคะเนความยาวของ

สิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถคาดคะเนได้ว่าวินคาดคะเน ความสูงของครุประจำชั้นประมาณ 168 เซนติเมตร ว่าสมจริงที่สุด และวิสาคาดคะเนความกว้าง ของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่สมจริงที่สุด ข้อ LO1 ยูโรสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะ วัดได้ถูกต้อง เช่น ยูโรใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตู้เย็นแล้วบอกขนาดของตู้เย็นได้ ข้อ LO2 ยูโร สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถเอาไม้บรรทัดไปวัด กับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ข้อ LO3 ยูโรสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง คือ 16 และ 32 หน่วย ข้อ LO4 ยูโรสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และ สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถใช้ไม้ บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ แต่หาความยาวรอบรูปบริเวณ B ไม่ได้ และยูโรสามารถ แบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ ทั้ง 4 รูป ที่แตกต่าง กันตามที่โจทย์กำหนดมาให้ ข้อ LS1 ยูโรสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น ยูโรนำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้ เพียงบางส่วน ข้อ LS2 ยูโรสามารถดำเนินการวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น ยูโรบอกให้วัด ความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วหาค่ารัศมี และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ LA5-LA8 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถตอบได้ว่าถ้า ต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร ยูโรสามารถเลือกชี้ไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง ข้อ LA9- LA11 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถบอกความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้ ข้อ LA12 ยูโรสามารถ บอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถใช้รูปเหรียญวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ และสามารถเปลี่ยนหน่วยจากที่ ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ข้อ LP1-LP4 ยูโรสามารถบอก ความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรเลือกใช้ตลับเมตรในการหาความยาวของห้องเรียน เพราะวัดความยาวได้มากและง่าย สำหรับการเก็บ ข้อ LO1 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ยูโรสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตร เป็นคืบได้ ข้อ LO2 ยูโรไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัด ได้ เช่น ยูโรไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับ ไม้บรรทัดหักที่โจทย์กำหนดให้ได้ ข้อ LO4 ยูโร

สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A ได้ แต่ไม่สามารถหาความยาวรอบรูปบริเวณ B ได้ ข้อ LS1 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ยูโรสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ ข้อ LS2 ยูโรไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ ยูโรบอกเพียงวิธีการจะวัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลแต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือวัดความยาวชนิดใด



ตาราง 28 ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>LA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>LA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>UCLA1 : ตลับเมตร</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร”</p>
A2 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>LA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>UCLA2 : ไม้บรรทัด</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น “ไม้บรรทัด”</p>
A3 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>LA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>UCLA3 : สายวัด</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น “สายวัด”</p>
A4 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCLA4 : ไม้เมตร</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่วัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น “ไม้เมตร”</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A5 : Action	<p>LA5 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCLA5 : ภาพ ก.</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ก."</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>
A6 : Action	<p>LA6 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวสมุดโดยใช้ไม้บรรทัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCLA6 : ภาพ ข.</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ข."</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>
A7 : Action	<p>LA7 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวผ้าโดยใช้ไม้เมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCLA7 : ภาพ ง.</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ง."</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>

ตาราง 28 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
A8 : Action	<p>LA8 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวรอบวงโดยใช้สายวัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA8 : ภาพ ค.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA9 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA9(1) : จากภาพที่กำหนดให้ ปากกามีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>LA9(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ดินสอมีความยาว .....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร</p> <p>LA9(3) : จากภาพที่กำหนดให้ สีมะขามมีความยาว.....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "ภาพ ค."</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>	
A9 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOLA9(1) : 5.3 ซม. UOLA9(2) : 5 ซม. 1 มม. UOLA9(3) : 6 ซม. 7 มม.</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	

ตาราง 28 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	<p>LA10 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA10(1) : จากภาพที่กำหนดให้ คลิปหนีบกระดาษมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA10(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ยางลบมีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOLA10(1) : 1.5 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 3.3 ซม.</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>		
A11 : Action	<p>LA11 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA11(1) : จากภาพที่กำหนดให้ หนังสือมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA11(2) : จากภาพที่กำหนดให้ สีมะลิมีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOLA10(1) : 3 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 5.2 ซม.</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>		

ระดับความเข้าใจเชิงมีต้นทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงมีต้นทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
LA12 : ให้นักเรียนใช้เหรียญกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (เหรียญ 1 เหรียญกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร)	LA12(1)[1.1] : ภาพสมุดกว้าง...เหรียญ LA12(1)[1.2] : ภาพสมุดยาว...เหรียญ	LA12(1)[1.2] : ภาพสมุดยาว...เหรียญ LA12(1)[1.4] : สมุดมีความยาว.....เซนติเมตร	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLA12(1)[1.1] : ไม่ตอบ UOLA12(1)[1.2] : ไม่ตอบ UOLA12(1)[1.3] : 6 ซม. UOLA12(1)[1.4] : 8 ซม.	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้แต่ไม่เขียนตอบ (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน) สามารถใช้เหรียญที่กำหนดให้ วัดความกว้างและ ความยาวของสมุดได้ สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง
	UR : Understanding of Relations	-	
LA12 : ให้นักเรียนใช้รูปคลิปปหีบกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (คลิปปหีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว)	LA12(2)[1.1] : ภาพกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (คลิปปหีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว) LA12(2)[1.2] : ภาพกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (คลิปปหีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว) LA12(2)[1.3] : กรรไกรมีความกว้าง.....นิ้ว LA12(2)[1.4] : กรรไกรมีความยาว.....นิ้ว	LA12(2)[1.2] : ภาพกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (คลิปปหีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว) LA12(2)[1.4] : กรรไกรมีความยาว.....นิ้ว	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UCLA12(2)[1.1] : ไม่ตอบ UCLA12(2)[1.2] : ไม่ตอบ UCLA12(2)[1.3] : 2 นิ้ว UCLA12(2)[1.4] : 5 นิ้ว	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้แต่ไม่เขียนตอบ (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน) สามารถใช้คลิปปหีบกระดาษที่กำหนดให้ วัดความกว้าง และความยาวของกรรไกรได้ สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง
	UR : Understanding of Relations	-	



ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
P1 : Process	<p>LP1 (1) : ด้านนักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม</p> <p>LP1 (2) : ด้านนักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม</p> <p>LP1 (3) : ด้านนักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCLP1(1) : หมายเลข 1 ตลับเมตร</p> <p>UCLP1(3) : เมตร</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน</p>
P2 : Process	<p>LP2 (1) : ด้านนักเรียนต้องการหาความยาวของห้องเรียน นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวของห้องเรียนคือ..... LP2(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความสูงของโต๊ะกลมคือ.....</p> <p>LP2 (2) : เหตุผลที่เลือกใช้..... LP2(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวของห้องเรียนคือ.....</p>	<p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>UCLP2(1) : หมายเลข 1 ตลับเมตร</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>

ระดับความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		UCLP2(3) : เมตร	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- URLP2(2) : เพราะ ห้องเรียนมีหน่วย ความยาวเป็นเมตร ความสั้นเป็นเมตร ซึ่ง ดัดแปลงสามารถหักงอไปตามห้องได้ และมีหน่วยเป็นเมตรได้	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
		LP3 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP3(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดรอบเองเพื่อตัดกางเกง นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....	
		LP3(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	
P3 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP3(1) : หมายเลข 3 สายวัด	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่าง เหมาะสม
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	LP3(3) : นิ้ว	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน
		URLP3(2) : เพราะ สายวัดสามารถกด โค้งโค้งตามสภาพของวัตถุได้	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ระดับความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์	ความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
LP4(1) : ด้านนักเรียนต้องการวัดเพื่อตัดผ้าจากภาพที่กำหนด	ด้านนักเรียนต้องการวัดเพื่อตัดผ้าจากภาพที่กำหนด	ให้นักเรียนวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม	
LP4(2) : เหตุผลที่เลือกใช้	เหตุผลที่เลือกใช้	ให้นักเรียนอธิบายว่าทำไมจึงเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม	
P4 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP3(1) : หมายเลข 5 ไม่นเมตร LP4(3) : เมตร	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	URLP4(2) : เพราะวัดผ้าควรใช้ไม้เมตรที่สะดวกต่อการวัด	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
	LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้		
	LP5(1)[1.1] : วัดความกว้างของเหรียญ ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.2] : วัดระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ความยาวที่คาดคะเนได้		
	LP5(1)[1.3] : วัดความกว้างของห้องเรียน ความยาวที่คาดคะเนได้		
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOLP5(1)[1.1] : 26 มิลลิเมตร UOLP5(1)[1.2] : 122 กิโลเมตร UOLP5(1)[1.3] : 15 เมตร	สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	

ตาราง 28 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์	
P5 : Process	LP5(2)[1.1] : วัดความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก LP5(2)[1.2] : วัดความยาวของเส้นตรงและมุมฉาก LP5(2)[1.3] : วัดความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(2)[1.2] : วัดความยาวของแปลงและกระดาษ ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(2)[1.3] : วัดความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	- UOLP5(2)[1.1] : 3 ก้าวขา UOLP5(2)[1.2] : คลิปหนีบกระดาษ 4 อัน UOLP5(2)[1.3] : เหรียญ 5 เหรียญ	สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งของ ที่วัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน
	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	-	-	
	LP6(1) : ใครคาดคะเนความยาวได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด..... LP6(2) : ใครคาดคะเนความยาวไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....	LP6 : กำหนดข้อความต่อไปนี้	-	-
P6 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLP6(1) : ค. เพราะเป็นความสูงของคนปกติ UOLP6(2) : ก. เพราะห้องปกติไม่ใหญ่เกิน 5 กิโลเมตร	สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะ วัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน	

ตาราง 28 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LO1 : ให้นักเรียนวัดขนาดของภาพผู้เขียน (มาตราส่วนของความยาวในภาพต่อความยาวจริงเป็น 1 เซนติเมตร : 0.5 เมตร)</p> <p>LO1(1) : ภาพผู้เขียนในนี้มีขนาดเท่าไร พร้อมบอกหน่วยที่ถูกต้อง</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOLO1(1) : มีความสูง 3 เมตร ยาว 1.25 เมตร กว้าง 1 เมตร มีปริมาตร 3.75 ลบ.ม.</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของผู้เขียน</p>
<p>LO2(1) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p> <p>LO2(2) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p>	<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>URLO1(2) : 4 คืบ = 1 เมตร, 3 เมตร = 12 คืบ</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเมตรเป็นคืบได้</p>
<p>O2 : Object</p>	<p>LO2 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวโดยใช้ไม้บรรทัดนี้ ดึงภาพ</p>	<p>UOLO2(1) : วัดจากเลข 7 แล้วนำค่าที่ได้ไปลบ 7</p> <p>UOLO2(2) : วัดจากเลข 6.5 แล้วนำค่าที่ได้ไปลบ 6.5</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้</p> <p>ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือนวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้</p>

ระดับความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
	LO3 : กำหนดให้แต่ละช่องยาว 1 หน่วย นำเรียนมีวิธีการหาความยาวรอบรูปได้อย่างไร จงอธิบาย		
	LO3(1)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย LO3(1)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....		
	LO3(2)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย LO3(2)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....		
O3 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLO3(1)[1.1] : 16 หน่วย UOLO3(1)[1.2] : นำด้านทั้งหมดมาบวกกันจะได้ $3+4+4+3+1+1 = 16$ หน่วย UOLO3(2)[1.1] : 32 หน่วย UOLO3(2)[1.2] : นำด้านทั้งหมดมาบวกกันจะได้ $3+5+3+2+3+1+2+5+2+1+3+2 = 32$ หน่วย	สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของ สิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	
	LO4 : นักเรียนใช้สนามสำหรับข้อที่มีค่าซึ่งมีความยาวแต่ละด้าน ดังภาพที่ 1 ครูต้องการแบ่งสนามข้อที่มีค่าออกเป็นสองส่วนที่เท่ากันสำหรับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 จงหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และบริเวณ B (มาตราส่วน 1 นิ้ว : 5 หลา) LO4(1) : ความยาวรอบรูปของบริเวณ A = ..... หลา และบริเวณ B = ..... หลา LO4(2)[1.1] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.2] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.3] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.4] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3		

ตาราง 28 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O4 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLO4(2)[1..1] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1..2] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1..3] : คำตอบไม่สมจริง UOLO4(2)[1..4] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้เพียงบางส่วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
S1 : Schema	LS1 : ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว จงหาว่าคุณแม่วิ่งได้ระยะทางมากกว่าพลอยกี่เมตร ให้แสดงวิธีการคิดโดยละเอียด UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLS1 : คุณแม่ = $2+5+6+7.5+11.5+4.5=36.5$ ชม. $36.5 \times 100 = 3,650$ ม. จึง 2 รอบ = 7,300 ม. พลอย = $2+5+9.5+11.5+4.5=32.5$ ชม. $32.5 \times 100 = 6,500$ ม. ดังนั้น $7,300 - 6,500 = 800$ เมตร	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ได้ถูกต้อง สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง สามารถเปลี่ยนมาวัดส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้

ตาราง 28 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
S2 : Schema	LS2 : ถ้าให้นักเรียนต้องทำการหารหาค่าที่มีของลูกฟุตบอลหนึ่ง ดังภาพที่กำหนดให้ นักเรียนจะมีวิธีการหาค่าของลูกฟุตบอลอย่างไร จงอธิบายวิธีการอย่างละเอียด.....	-	ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้ สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้
	UC : Understanding of Concepts		
	UO : Understanding of Operations	UOLS2 : 1. วัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอล โดยวัดตรงกึ่งกลาง 2. เมื่อได้ความยาวรอบรูปให้แทนค่าไปยังสมการของความยาวรอบรูป เท่ากับ $2\pi r$ , 3. หาค่าของ $r$ จากสมการและจะได้รัศมี	
	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้





จากตาราง 28 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์ จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### **ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์**

ปอนด์ เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว อยู่ในกลุ่ม AP และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มปานกลาง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของปอนด์ ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ LA1-LA8 ปอนด์สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อปอนด์เห็นภาพเห็นภาพของตลับเมตร ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตร ปอนด์สามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ LP1-LP4 ปอนด์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์รู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น สามารถบอกหน่วยการวัดความยาวของห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้ ข้อ LS1 ปอนด์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ปอนด์เลือกใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางตามแผนที่ ข้อ LS2 ปอนด์ไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือ ปอนด์บอกเพียงวิธีที่จะวัดแต่ไม่ได้บอกว่าจะวัดด้วยเครื่องมือวัดความยาวชนิดใด

ด้านการดำเนินการ ข้อ LA9-LA11 ปอนด์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถวัดขนาดความยาวของปากกาได้ถูกต้อง ข้อ LA12 ปอนด์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน เช่น สามารถใช้ภาพเหรียญที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ ข้อ LP5(1) ปอนด์สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถคาดคะเนความระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้ ข้อ LP5(2) ปอนด์สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 ปอนด์สามารถ

คาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถคาดคะเนได้ว่าวินคาดคะเนความสูงของครุประจําชั้นประมาณ 168 เซนติเมตร ว่าสมจริงที่สุด และริสาคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ว่าไม่สมจริงที่สุด ข้อ LO1 ปอนด์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น ปอนด์ใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตู้เย็นแล้วบอกขนาดของตู้เย็นได้ ข้อ LO2 ปอนด์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์สามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ข้อ LO3 ปอนด์สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง คือ 16 และ 32 หน่วย ข้อ LO4 ปอนด์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถหาใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้และหาความยาวรอบรูปบริเวณ A และ B ได้ และปอนด์สามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้เพียง 3 รูป ที่แตกต่างกันตามที่โจทย์กำหนดมาให้ ข้อ LS1 ปอนด์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์นำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้เพียงบางส่วน ข้อ LS2 ปอนด์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น ปอนด์บอกให้วัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วหาค่ารัศมี และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ LA5-LA8 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร ปอนด์สามารถเลือกชี้ไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง ข้อ LA9-LA11 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้ ข้อ LA12 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์สามารถใช้รูปเหรียญวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ และสามารถเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ข้อ LP1-LP4 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์เลือกใช้ตลับเมตรในการหาความยาวของห้องเรียนสามารถหั่งงอไปตามความยาวห้องได้ ข้อ LO1 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ปอนด์สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้ ข้อ LO2 ปอนด์ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือ

วัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ เช่น ปอนด์ไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้ ข้อ LO4 ปอนด์สามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และ B ได้ ข้อ LS1 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ ข้อ LS2 ปอนด์ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ ปอนด์บอกเพียงวิธีการจะวัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลแต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือวัดความยาวชนิดใด



ตาราง 29 ความเข้าใจเชิงมีนัยทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของรูป

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>LA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA1 : ตลับเมตร</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ตลับเมตร"</p>	
A2 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCLA2 : ไม้บรรทัด</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม้บรรทัด"</p>	
A3 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCLA3 : สายวัด</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>LA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวตามที่กำหนดให้</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "สายวัด"</p>	
A4 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCLA4 : ไม้เมตร</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือนัดความยาวได้</p> <p>ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม้เมตร"</p>	

ระดับความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A5 : Action	LA5 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  UC : Understanding of Concepts  UO : Understanding of Operations  UR : Understanding of Relations	UCLA5 : ก.  -	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ก."  สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A6 : Action	LA6 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความยาวสมุดโดยใช้ไม้บรรทัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  UC : Understanding of Concepts  UO : Understanding of Operations  UR : Understanding of Relations	UCLA6 : ข.  -	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ข."  สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A7 : Action	LA7 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความยาวผ้าโดยใช้ไม้เมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  UC : Understanding of Concepts  UO : Understanding of Operations  UR : Understanding of Relations	UCLA7 : ง.  -	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ง."  สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 29 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A8 : Action	<p>LA8 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวรอบวงโดยใช้สายวัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือใดในภาพใด</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCLA8 : ค. สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ค."</p> <p>UO : Understanding of Operations - สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>		
A9 : Action	<p>LA9 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA9(1) : จากภาพที่กำหนดให้ ปากกามีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>LA9(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ดินสอมีความยาว .....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร</p> <p>LA9(3) : จากภาพที่กำหนดให้ สีเมจิกมีความยาว.....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร</p>		
A9 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOLA9(1) : 5.3 ซม. UOLA9(2) : 5 ซม. 1 มม. UOLA9(3) : 6 ซม. 6 มม.</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>		<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 29 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	<p>LA10 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA10(1) : จากภาพที่กำหนดให้ คลิปหนีบกระดาษมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA10(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ยางลบมีความยาว.....เซนติเมตร</p>	- UOLA10(1) : 1.5 นิ้ว UOLA10(2) : 3.3 ซม.	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ ถูกต้องครบถ้วน</p>
A11 : Action	<p>LA11 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA11(1) : จากภาพที่กำหนดให้ หนังสือมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA11(2) : จากภาพที่กำหนดให้ สีเมจิกมีความยาว.....เซนติเมตร</p>	- UOLA10(1) : 3 นิ้ว UOLA10(2) : 5.2 ซม.	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ ถูกต้องครบถ้วน</p>

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
LA12 : ให้นักเรียนใช้เหรียญกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (เหรียญ 1 เหรียญกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร)	LA12(1)[1.1] : ภาพสมุดกว้าง...เหรียญ LA12(1)[1.2] : ภาพสมุดยาว...เหรียญ	LA12(1)[1.2] : ภาพสมุดยาว...เหรียญ LA12(1)[1.4] : สมุดมีความยาว.....เซนติเมตร	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLA12(1)[1.1] : ไม่ตอบ UOLA12(1)[1.2] : ไม่ตอบ UOLA12(1)[1.3] : 6 ซม. UOLA12(1)[1.4] : 8 ซม.	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้แต่ไม่เขียนตอบ (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน) สามารถใช้เหรียญที่กำหนดให้ วัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
LA12 : ให้นักเรียนใช้รูปคลิปปหีบกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (คลิปปหีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว)	LA12(2)[1.1] : ภาพกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (คลิปปหีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว) LA12(2)[1.2] : ภาพกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (คลิปปหีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว) LA12(2)[1.3] : กระดาษมีความยาว.....นิ้ว LA12(2)[1.4] : กระดาษมีความยาว.....นิ้ว	- UCLA12(2)[1.1] : 2 คลิปปหีบกระดาษ UCLA12(2)[1.2] : 6 คลิปปหีบกระดาษ UCLA12(2)[1.3] : 2 นิ้ว UCLA12(2)[1.4] : 6 นิ้ว	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้เพียงบางส่วน (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน) สามารถใช้คลิปปหีบกระดาษที่กำหนดให้ วัดความกว้างและความยาวของกระดาษได้เพียงบางส่วน สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UCLA12(2)[1.1] : 2 คลิปปหีบกระดาษ UCLA12(2)[1.2] : 6 คลิปปหีบกระดาษ UCLA12(2)[1.3] : 2 นิ้ว UCLA12(2)[1.4] : 6 นิ้ว	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้เพียงบางส่วน (ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน) สามารถใช้คลิปปหีบกระดาษที่กำหนดให้ วัดความกว้างและความยาวของกระดาษได้เพียงบางส่วน สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน
UR : Understanding of Relations	UR : Understanding of Relations	-	สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน



ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LP1(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีควมสูงเกิน 2 เมตร นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....</p> <p>LP1(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....</p>	<p>LP1 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม</p>	<p>UCLP1(1) : หมายเลข 1</p> <p>UCLP1(3) : เมตร/เซนติเมตร</p>	<p>ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน</p>
<p>P1 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p>	<p>UCLP1(1) : หมายเลข 1</p> <p>UCLP1(3) : เมตร/เซนติเมตร</p>	<p>ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>LP2(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของห้องเรียน นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....</p> <p>LP2(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....</p>	<p>LP2 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม</p>	<p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>URLP1(2) : เพราะสามารถวัดความยาวได้ค่อนข้างมากและง่าย</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>P2 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p>	<p>UCLP2(1) : หมายเลข 1</p>	<p>ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์	เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์	เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LP3(1) : ด้านนักเรียนต้องการวัดรอบเพื่อตัดกางเกง	นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวมาวัดได้จึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสมคือ..... LP3(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดรอบเขวคือ.....	LP3 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม	UCLP2(3) : เมตร	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน	
LP3(2) : เหตุผลที่เลือกใช้	LP3(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดรอบเขวคือ.....	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	URLP2(2) : เพราะสามารถวัดความยาว ได้ค่อนข้างง่ายและง่าย	สามารถบอกความสัมพัทธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม	
P3 : Process	UC : Understanding of Concepts	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCLP3(1) : หมายเลข 3 LP3(3) : นิ้ว	ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่าง เหมาะสม บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน	
			URLP3(2) : เพราะเหมาะสำหรับกรวัด เขว	สามารถบอกความสัมพัทธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม	

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		LP4 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม			
		LP4(1) : ด้านนักเรียนต้องการวัดเพื่อตัดผ้าจากภาพที่กำหนด นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....			
		LP4(2) : เหตุผลที่เลือกใช้.....LP4(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวผ้าคือ.....			
P4 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP3(1) : หมายเลข 3			ไม่รู้จักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้
	UO : Understanding of Operations		LP4(3) : นิ้ว		บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน
	UR : Understanding of Relations	URLP4(2) : เพราะสามารถใช้วัดผ้า			สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
		LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้			
		LP5(1)[1.1] : วัดความกว้างของเหรียญ ความยาวที่คาดคะเนได้ LP5(1)[1.2] : วัดระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ความยาวที่คาดคะเนได้			
		LP5(1)[1.3] : วัดความกว้างของห้องเรียน ความยาวที่คาดคะเนได้			
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP5(1)[1.1] : 26 มิลลิเมตร			สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งของที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UO : Understanding of Operations	UCLP5(1)[1.2] : 122 กิโลเมตร			
	UR : Understanding of Relations	UCLP5(1)[1.3] : 15 เมตร			

ระดับความเข้าใจเชิงนิรนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิรนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LP5(2)[1.1] : วัดความกว้างของประตูดู ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.2] : วัดความยาวของแปลงยกกระดาน ความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.3] : วัดความกว้างของธงไม้ตรา 100 บาท ความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCLP5(2)[1.1] : 3 ก้าวขา</p> <p>UCLP5(2)[1.2] : คลิปหนีบกระดาษ 4 อัน</p> <p>UCLP5(2)[1.3] : เหรียญ 5 เหรียญ</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน</p>
<p>LP6(1) : ใครคาดคะเนความยาวได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด.....</p> <p>LP6(2) : ใครคาดคะเนความยาวไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....</p>	<p>LP6 : กำหนดข้อความต่อไปนี้</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCLP6(1) : วีน เพราะคนส่วนมากจะมีความสูงประมาณ</p> <p>คุณครูประจำชั้น</p> <p>UCLP6(2) : วิสาและภูริ เพราะคาดคะเนความสูงและกว้างได้</p> <p>มากเกินไป</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
LO1 : ให้นักเรียนวัดขนาดของภาพตู้เย็น (ภาคส่วนของความยาวในภาพต่อความยาวจริงเป็น 1 เซนติเมตร : 0.5 เมตร)	LO1(1) : ภาพตู้เย็นไม่มีขนาดเท่าไร พร้อมบอกหน่วยที่ถูกต้อง	LO1(2) : ความสูงจริงของตู้เย็นมีประมาณกี่ซืบ พร้อมอธิบายวิธีคิด	
O1 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLO1(1) : มีความสูง 3 เมตร ยาว 1.25 เมตร กว้าง 1 เมตร URLO1(2) : ความสูงจริง คือ 12 ซืบ โดย 1 เมตร = 4 ซืบ, 3 เมตร = 12 ซืบ	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตู้เย็น สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเมตรเป็นซืบได้
O2 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLO2(1) : วัดจากเลข 7 แล้วนำค่าที่ได้ไปลบ 7 UOLO2(2) : วัดจากเลข 6.5 แล้วนำค่าที่ได้ไปลบ 6.5	ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือนัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		LO3 : กำหนดให้แต่ละช่องยาว 1 หน่วย นักเรียนมีวิธีการหาความยาวรอบรูปได้อย่างไร จงอธิบาย	
	LO3(1)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย	LO3(1)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....	
	LO3(2)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย	LO3(2)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....	
O3 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLO3(1)[1.1] : 16 หน่วย UOLO3(1)[1.2] : นำด้านทั้งหมดมารวมกัน = 16 UOLO3(2)[1.1] : 32 หน่วย UOLO3(2)[1.2] : นำด้านทั้งหมดมารวมกัน = 32	สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของ สิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	
	LO4 : นักเรียนใช้สนามสำหรับข้อมโนทัศน์ซึ่งมีความยาวแต่ละด้าน ดังภาพที่ 1 ครูต้องการแบ่งสนามข้อมโนทัศน์ออกเป็นสองส่วนเท่ากันสำหรับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 จงหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และบริเวณ B (ภาคแรกส่วน 1 นิ้ว : 5 หลา) LO4(1) : ความยาวรอบรูปของบริเวณ A = .....หลา และบริเวณ B = .....หลา LO4(2)[1.1] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.2] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.3] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีค่าความยาวรอบรูปเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 LO4(2)[1.4] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีค่าความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3		

ระดับความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O4 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLO4(2)[1.1] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.2] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.3] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.4] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรวมรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่านั้นได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
S1 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	LS1 : ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว จงหาว่าคุณแม่วิ่งได้ระยะทางมากกว่าพ่อเลยกี่เมตร ให้แสดงวิธีการคิดโดยละเอียด - UOLS1 : ระยะทางที่แม่วิ่งได้ (500+1,150+750+550+500+2000)×2=9,400 เมตร พอลอยิ่งได้ (500+1,150+950+500+200)×2=6,600 เมตร แม่วิ่งได้มากกว่าพ่อเลย 9,400-6,600=2,800 ม. - UR : Understanding of Relations	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้

ตาราง 29 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
LS2 : ถ้านักเรียนต้องการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม นักเรียนจะหามีวิธีการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมอย่างไร จงอธิบายวิธีการอย่างละเอียด.....	UC : Understanding of Concepts UR : Understanding of Relations	- UOLS2 : 1.นำลูกบอลมาวัดความยาวรอบรูป 2. นำความยาวรอบรูปมาหารคี่มิได้สูตรความยาวรอบรูป คือ $2\pi r$ 3. หาค่าของ r จากสมการและจะได้รัศมี	ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้ สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้
S2 : Schema	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้





จากตาราง 29 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของรูปี่ จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### **ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของรูปี่**

รูปี่ เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว อยู่ในกลุ่ม APO และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง อยู่ในกลุ่มปานกลาง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของรูปี่ ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ LA1-LA8 รูปี่สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อรูปี่เห็นภาพเห็นภาพของตลับเมตร ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตร รูปี่สามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ LP1-LP4 รูปี่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน เช่น รูปี่รู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัด ความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมได้ถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น สามารถบอกหน่วยการวัดความยาวของห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้ ข้อ LS1 รูปี่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น รูปี่เลือกใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางตามแผนที่ข้อ LS2 รูปี่ไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือ รูปี่บอกเพียงวิธีที่จะวัดแต่ไม่ได้บอกว่าจะวัดด้วยเครื่องมือวัดความยาวชนิดใด

ด้านการดำเนินการ ข้อ LA9-LA11 รูปี่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รูปี่สามารถวัดขนาดความยาวของปากกาได้ถูกต้อง ข้อ LA12 รูปี่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้เพียงบางส่วนเช่น สามารถใช้ภาพคลิปหนีบกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ ข้อ LP5(1) รูปี่สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รูปี่สามารถคาดคะเนความระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้ ข้อ LP5(2) รูปี่สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รูปี่สามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 รูปี่สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รูปี่สามารถคาดคะเนได้ว่าวินาคาดคะเนความสูงของครุประจําชั้นประมาณ 168

เซนติเมตร ว่าสมจริงที่สุด และราคาตกคะแนนความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ว่าไม่สมจริงที่สุด ข้อ LO1 ระบุสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น ระบุใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตู้เย็น แล้วบอกขนาดของตู้เย็นได้ ข้อ LO2 ระบุสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ระบุสามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ข้อ LO3 ระบุสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ระบุสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง คือ 16 และ 32 หน่วย ข้อ LO4 ระบุสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถหาใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ และหาความยาวรอบรูปบริเวณ A ได้ แต่บริเวณ B ไม่ได้ และระบุสามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ทั้ง 4 รูปที่แตกต่างกันตามที่โจทย์กำหนดมาให้ ข้อ LS1 ระบุสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ระบุนำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้เพียงบางส่วน ข้อ LS2 ระบุสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น ระบุบอกให้วัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วหาค่ารัศมี และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ LA5-LA8 ระบุสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ระบุสามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร ระบุสามารถเลือกชี้ไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง ข้อ LA9-LA11 ระบุสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ระบุสามารถบอก ความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้ ข้อ LA12 ระบุสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัด ความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ระบุสามารถใช้รูปคลิปปืนกระดาษวัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ และสามารถเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ข้อ LP1-LP4 ระบุสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ระบุเลือกใช้ตลับเมตรในการหาความยาวของห้องเรียน เพราะสามารถวัดได้ค่อนข้างมากและง่าย ข้อ LO1 ระบุสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ระบุสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้ ข้อ LO2 ระบุไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ เช่น ระบุไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้ ข้อ LO4 ระบุสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ระบุ

สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A ได้ แต่บริเวณ B ไม่ได้ ข้อ LS1 รูปปีสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รูปปีสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ ข้อ LS2 รูปปีไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ รูปปีบอกเพียงวิธีการจะวัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลแต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือวัดความยาวชนิดใด



ตาราง 30 ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของไปไซ

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	LA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนี่วัดความยาวตามที่กำหนดให้ UC : Understanding of Concepts UCLA1 : ตลับเมตร UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือนี่ที่ใช้วัดความยาวได้ ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ตลับเมตร"	
A2 : Action	LA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนี่วัดความยาวตามที่กำหนดให้ UC : Understanding of Concepts UCLA2 : ไม้บรรทัด UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือนี่ที่ใช้วัดความยาวได้ ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม้บรรทัด"	
A3 : Action	LA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนี่วัดความยาวตามที่กำหนดให้ UC : Understanding of Concepts UCLA3 : สายวัดตัว UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือนี่ที่ใช้วัดความยาวได้ ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "สายวัดตัว"	
A4 : Action	LA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนี่วัดความยาวตามที่กำหนดให้ UC : Understanding of Concepts UCLA4 : ไม้เมตร UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องมือนี่ที่ใช้วัดความยาวได้ ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ไม้เมตร"	

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
A5 : Action	LA5 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ดัดลบเมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  UC : Understanding of Concepts  UO : Understanding of Operations  UR : Understanding of Relations	UCLA5 : ก.  -  -	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ก."  สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A6 : Action	LA6 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวสมุดโดยใช้ไม้บรรทัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  UC : Understanding of Concepts  UO : Understanding of Operations  UR : Understanding of Relations	UCLA6 : ข.  -  -	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ข."  สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
A7 : Action	LA7 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวผ้าโดยใช้ไม้เมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  UC : Understanding of Concepts  UO : Understanding of Operations  UR : Understanding of Relations	UCLA7 : ง.  -  -	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ง."  สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 30 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A8 : Action	LA8 : ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวของขอบเงาโดยใช้สายวัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด	UCLA8 : ค.	สามารถบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "ค."
	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- - -	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
	LA9 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้		
	LA9(1) : จากภาพที่กำหนดให้ ปากกามีความยาว.....เซนติเมตร		
	LA9(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ดินสอมีความยาว .....		เซนติเมตร.....มิลลิเมตร
	LA9(3) : จากภาพที่กำหนดให้ สีมจิกมีความยาว.....		เซนติเมตร.....มิลลิเมตร
A9 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLA9(1) : 5.3 ซม. UOLA9(2) : 5 ซม. 1 มม. UOLA9(3) : 6 ซม. 6 มม. -	สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ ถูกต้องครบถ้วน

ตาราง 30 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	<p>LA10 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA10(1) : จากภาพที่กำหนดให้ คลิปหนีบกระดาษมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA10(2) : จากภาพที่กำหนดให้ ยางลบมีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>UOLA10(1) : 1.5 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 3.3 ซม.</p> <p>-</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้อง</p>
A11 : Action	<p>LA11 : ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้</p> <p>LA11(1) : จากภาพที่กำหนดให้ หนังสือมีความยาว.....นิ้ว</p> <p>LA11(2) : จากภาพที่กำหนดให้ สีมะขามมีความยาว.....เซนติเมตร</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>UOLA10(1) : 3 นิ้ว</p> <p>UOLA10(2) : 5.2 ซม.</p> <p>-</p>	<p>สามารถดำเนินการวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดถูกต้องครบถ้วน</p> <p>บอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
LA12 : ให้นักเรียนใช้เหรียญกระดาษที่ดูแปลกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (เหรียญ 1 เหรียญกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร)	LA12(1)[1.1] : ภาพสมุดกว้าง...เหรียญ LA12(1)[1.3] : สมุดมีความกว้าง.....เซนติเมตร	LA12(1)[1.2] : ภาพสมุดยาว...เหรียญ LA12(1)[1.4] : สมุดมีความยาว.....เซนติเมตร	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLA12(1)[1.1] : ไม่ตอบ UOLA12(1)[1.2] : ไม่ตอบ UOLA12(1)[1.3] : 5.2 ซม. UOLA12(1)[1.4] : 7.3 ซม.	ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง (ที่เป็นแบบมาตรฐาน) ไม่สามารถใช้เหรียญที่กำหนดให้ วัดความกว้างและ ความยาวของสมุดได้ ไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง
LA12 : ให้นักเรียนใช้รูปศิลปะที่ดูแปลกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้ (ศิลปะหนึ่งกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว)	LA12(2)[1.1] : ภาพรถไฟกว้าง.....ศิลปะหนึ่งกระดาษ LA12(2)[1.3] : กระดาษมีความกว้าง.....นิ้ว	LA12(2)[1.2] : ภาพรถไฟยาว.....ศิลปะหนึ่งกระดาษ LA12(2)[1.4] : กระดาษมีความยาว.....นิ้ว	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UCLA12(2)[1.1] : ไม่ตอบ UCLA12(2)[1.2] : ไม่ตอบ UCLA12(2)[1.3] : 1.9 นิ้ว UCLA12(2)[1.4] : 5.65 นิ้ว	ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง (ที่เป็นแบบมาตรฐาน) ไม่สามารถใช้ศิลปะหนึ่งกระดาษที่กำหนดให้ วัด ความกว้างและความยาวของกระดาษได้ ไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง



ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LP1(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีความยาว 2 เมตร นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....</p> <p>LP1(2) : เหตุผลที่เลือกใช้..... LP1(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความสูงของโต๊ะกลมคือ.....</p>	<p>LP1 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม</p>	<p>UCLP1(1) : หมายเลข 1</p> <p>UCLP1(3) : เมตร</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาว</p> <p>ความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐาน</p>
<p>P1 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCLP1(1) : หมายเลข 1</p> <p>UCLP1(2) : เพราะมีความยาวมากกว่า 2 เมตร</p> <p>UCLP1(3) : เมตร</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>LP2(1) : ถ้านักเรียนต้องการหาความยาวของห้องเรียน นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวของห้องเรียนคือ.....</p> <p>LP2(2) : เหตุผลที่เลือกใช้..... LP2(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวของห้องเรียนคือ.....</p>	<p>LP2 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม</p>	<p>UCLP2(1) : หมายเลข 1</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาว</p> <p>กับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>P2 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p>	<p>UCLP2(1) : หมายเลข 1</p>	

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		UCLP2(3) : เมตร	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- URLP2(2) : เพราะหมายเลข 1 มีความ ยาวพอที่นำจะวัดได้	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
	LP3 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม LP3(1) : ถ้าฉันเขียนต้องการวัดรอบเพื่อตัดกางเกง นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....		
	LP3(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	LP3(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดรอบเขาคือ.....	
P3 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP3(1) : หมายเลข 3	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่าง เหมาะสม
		LP3(3) : เซนติเมตร	บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- URLP3(2) : เพราะสามารถวัดรอบเขาได้ ดี	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
LP4(1) : ถ้านักเรียนต้องการวัดเพื่อตัดผ้าจากภาพที่กำหนด นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม.....	LP4 : กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม		
LP4(2) : เหตุผลที่เลือกใช้ .....	LP4(3) : หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวผ้าคือ.....		
P4 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP3(1) : หมายเลข 5 LP4(3) : เมตร	ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่ต้องการจะวัดได้อย่างเหมาะสม บอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	URLP4(2) : เพราะสามารถทับไม่ให้ผ้ายับ และวัดความยาวได้ดี	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมื่อวัดความยาว กับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม
	LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้		
LP5(1)[1.1] : วัดความกว้างของเหรียญ ความยาวที่คาดคะเนได้	LP5(1)[1.2] : วัดระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ความยาวที่คาดคะเนได้		
	LP5(1)[1.3] : วัดความกว้างของห้องเรียน ความยาวที่คาดคะเนได้		
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCLP5(1)[1.1] : 26 มิลลิเมตร UCLP5(1)[1.2] : 122 กิโลเมตร UCLP5(1)[1.3] : 5 เมตร	สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	-	

ตาราง 30 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LP5(2)[1.1] : วัดความกว้างของประตูดูความยาวที่คาดคะเนได้</p> <p>LP5(2)[1.3] : วัดความกว้างของธงขนาด 100 บาท ความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>LP5 : ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้</p>	<p>LP5(2)[1.1] : 3 ก้าวขา</p> <p>UCLP5(2)[1.2] : คลิปหนีบกระดาษ 4 อัน</p> <p>UCLP5(2)[1.3] : ธงไม้ยี่สิบ 5 ใบ</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งของ ที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้</p> <p>ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>
<p>P5 : Process</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>LP6 : กำหนดข้อความต่อไปนี้</p>	<p>LP6(1) : ใครคาดคะเนความยาวได้สูงจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด..... LP6(2) : ใครคาดคะเนความยาวไม่สมจริงที่สุด จึงให้เหตุผลประกอบ.....</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>P6 : Process</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>LP6(1) : ใครคาดคะเนความยาวได้สูงจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด..... LP6(2) : ใครคาดคะเนความยาวไม่สมจริงที่สุด จึงให้เหตุผลประกอบ.....</p>	<p>LP6(1) : วินคาดคะเนได้สมจริงที่สุด เพราะมีความเป็นไป ได้มากที่สุด</p> <p>UCLP6(2) : วิสา เพราะเป็นไปไม่ได้</p>	<p>สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 30 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>LO1 : ให้นักเรียนวัดขนาดของภาพผู้ยื่น (มาตราส่วนของความยาวในภาพต่อความยาวจริงเป็น 1 เซนติเมตร : 0.5 เมตร)</p> <p>LO1(1) : ภาพผู้ยื่นในใบมีขนาดเท่าไร พร้อมบอกหน่วยที่ถูกต้อง</p> <p>LO1(2) : ความสูงจริงของผู้ยื่นใบนี้ประมาณกี่ซม พร้อมอธิบายวิธีคิด</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>UOLO1(1) : มีความสูง 3 เมตร ยาว 1.25 เมตร กว้าง 1 เมตร</p> <p>URLO1(2) : ความสูงจริง คือ 12 ซม โดย 1 เมตร = 4 ซม, 3 เมตร = 12 ซม</p>	<p>สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของผู้ยื่น</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตราส่วนสัมพันธ์ของหน่วยการวัด สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนสัมพันธ์เมตรให้เป็นเมตร และเมตรเป็นซมได้</p>
<p>LO2(1) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านข้าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p> <p>LO2(2) : ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านล่าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร จงอธิบาย</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>LO2 : ถ้าให้นักเรียนต้องการวัดความยาวโดยใช้ไม้บรรทัดนี้ ดังภาพ</p> <p>UOLO2(1) : ไม่ตอบ</p> <p>UOLO2(2) : ไม่ตอบ</p>	<p>ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง</p> <p>ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือนัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้อง</p>
O1 : Object			
O2 : Object			

ตาราง 30 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
เรื่อง การวัดความยาว	เรื่อง การวัดความยาว		
	LO3 : กำหนดให้แต่ละช่องยาว 1 หน่วย นักเรียนมีวิธีการหาความยาววงรอบรูปนี้อย่างไร จงอธิบาย		
LO3(1)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย	LO3(1)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....		
LO3(2)[1.1] : ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย	LO3(2)[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....		
O3 : Object	UC : Understanding of Concepts	-	สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของ
	UO : Understanding of Operations	UOLO3(1)[1.1] : 16 หน่วย	สิ่งของที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน
		UOLO3(1)[1.2] : นำด้านทั้งหมดมารวมกัน = 16	
		UOLO3(2)[1.1] : 32 หน่วย	
		UOLO3(2)[1.2] : นำด้านทั้งหมดมารวมกัน = 32	
	UR : Understanding of Relations	-	
LO4 : นักเรียนใช้สนามล้นรับร้อมเกี่ฟำซึ่งมีวงกลมเป็นสองส่วนที่เท่ากันสำหรับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ	ดั่งภาพที่ 1 ครูต้องการแบ่งสนามล้นร้อมเกี่ฟำออกเป็นสองส่วนที่เท่ากันสำหรับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ		
	ดั่งภาพที่ 2 และภาพที่ 3 จงหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และบริเวณ B (ภาคแรกส่วน 1 นิ้ว : 5 หลา)		
	LO4(1) : ความยาวรอบรูปของบริเวณ A = .....หลา และบริเวณ B = .....หลา		
	LO4(2)[1.1] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3		
	LO4(2)[1.2] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3		
	LO4(2)[1.3] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3		
	LO4(2)[1.4] : ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3		

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O4 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOLO4(2)[1.1] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.2] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.3] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน UOLO4(2)[1.4] : แบ่งสนามออกเป็น 2 ส่วน	การวิเคราะห์ สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ถูกต้องครบถ้วน
S1 : Schema	UR : Understanding of Relations	URLO4(1) : บริเวณ A=40 หลา B=50 หลา	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน
S2 : Schema	LS1 : ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว จงหาว่าคุณแม่วิ่งได้ระยะทางมากกว่าพ่อเลยกี่เมตร ให้แสดงวิธีการคิดโดยละเอียด UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLS1 : ไม่ตอบ	ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัด ไม่สามารถใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ได้ ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวได้ถูกต้อง
S2 : Schema	LS2 : ให้นักเรียนตั้งคำถามหรือข้อสงสัยของลูกหนึ่ง ดังภาพที่กำหนดให้ ให้นักเรียนจะมีวิธีการหาหรือตอบอย่างไร จงอธิบายวิธีการอย่างละเอียด..... UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOLS2 : ไม่ตอบ	ไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้ ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้

จากตาราง 30 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเปโซ จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### **ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเปโซ**

เปโซ เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว อยู่ในกลุ่ม A และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง อยู่ในกลุ่มอ่อน ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของเปโซ ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ LA1-LA8 เปโซสามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อเปโซเห็นภาพเห็นภาพของตลับเมตร ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตร เปโซสามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ LP1-LP4 เปโซรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซรู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นมาตรฐานได้ เช่น เปโซสามารถบอกหน่วยการวัดความยาวของห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้ ข้อ LS1 เปโซไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือ เปโซไม่ตอบแผน ข้อ LS2 เปโซไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ

ด้านการดำเนินการ ข้อ LA9-LA11 เปโซสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถวัดขนาดความยาวของปากกา ตามหน่วยเซนติเมตรได้ถูกต้อง ข้อ LA12 เปโซไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น เปโซไม่สามารถใช้รูปเหรียญที่กำหนดให้มาวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ และไม่สามารถนำรูปคลิปหนีบกระดาษที่กำหนดให้มาวัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ ข้อ LP5(1) เปโซสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซสามารถคาดคะเนความกว้างของเหรียญได้ ข้อ LP5(2) เปโซสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซสามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 เปโซสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถคาดคะเนได้



ว่าวินาคาคะเนความสูงของครุประจำชั้นประมาณ 168 เซนติเมตร ว่าสมจริงที่สุด และริสาคาคะเนความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่สมจริงที่สุด ข้อ LO1 เปโซสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น เปโซใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตู้เย็นแล้วบอกขนาดของตู้เย็นได้ ข้อ LO2 เปโซสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ ข้อ LO3 เปโซสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง คือ 16 และ 32 หน่วย ข้อ LO4 เปโซสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซสามารถใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ แต่หาความยาวรอบรูปบริเวณ B ไม่ได้ และเปโซสามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ ทั้ง 4 รูป ที่แตกต่างกันตามที่โจทย์กำหนดมาให้ ข้อ LS1 เปโซไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ ข้อ LS2 เปโซไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น เปโซไม่ตอบ และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ LA5-LA8 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร เปโซสามารถเลือกชี้ไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง ข้อ LA9-LA11 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถบอกความยาวของปากกาในหน่วยเซนติเมตรได้ ข้อ LA12 เปโซไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ และไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้อง ข้อ LP1-LP4 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซเลือกใช้ตลับเมตรในการหาความยาวของห้องเรียน เพราะตลับเมตรมีความยาวที่น้ำจะวัดได้ ข้อ LO1 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น เปโซสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้ ข้อ LO2 เปโซไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ ข้อ LO4 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A ได้ แต่ไม่สามารถหาความยาวรอบรูปบริเวณ B ได้ ข้อ LS1 เปโซไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วย

การวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ ข้อ LS2 เปโซไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ



ตาราง 31 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การซึ่ง ของดอลลาห์

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การซึ่ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การซึ่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>WA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ตั้งรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA1[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งนำหน้าตัว WA1[1.2] : .....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA1[1.1] : F สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้ากันได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>UCWA1[1.2] : E เขียนคำตอบเป็น "F" และ "E"</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	
A2 : Action	<p>WA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ตั้งรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA2[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งนำหน้าแบบเต็ม WA2[1.2] : .....เครื่องมือซึ่งดิจิทัล</p>	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA2[1.1] : A สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้ากันได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>UCWA2[1.1] : B เขียนคำตอบเป็น "A" และ "B"</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	
A3 : Action	<p>WA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ตั้งรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA3[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งแบบเต็ม WA3[1.2] : .....เครื่องมือซึ่งสองแขน</p>	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA3[1.1] : C สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้ากันได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>UCWA3[1.1] : G เขียนคำตอบเป็น "C" และ "G"</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A4 : Action	<p>WA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชั่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA4[1.1] : .....</p> <p>WA4[1.1] : .....เครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA4[1.1] : D</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA5 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่จะระบุดังภาพ</p> <p>WA5[1.1] : ถ้าต้องการชั่งน้ำหนักตัวของพ่อ WA5[1.2] : ถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้น</p>	<p>UCWA4[1.1] : D</p> <p>UCWA5[1.1] : ข.</p> <p>UCWA5[1.2] : ค.</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "D"</p> <p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
A5 : Action	<p>WA6 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องชั่งในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่จะระบุดังภาพ</p> <p>WA6[1.1] : ถ้าต้องการชั่งยางพาราแผ่น 20 กอong WA6[1.2] : ถ้าต้องการชั่งผักหรือผลไม้ 4 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA6[1.1] : ค.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>UCWA6[1.1] : ค.</p> <p>UCWA6[1.2] : ข.</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
A6 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA6[1.1] : ค.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>UCWA6[1.1] : ค.</p> <p>UCWA6[1.2] : ข.</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 31 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A7 : Action	WA7 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้หน้าหนังสือตามที่ระบุดังภาพ	WA7[1.1] : ถ้าต้องการชี้และสมมุติเฟรจิน WA7[1.2] : ถ้าต้องการชี้ได้สด 7 กิโลกรัม	
	UC : Understanding of Concepts	UCWA7[1.1] : ค. UCWA7[1.2] : ก.	หลักการในการเลือกใช้เครื่องชี้กับสิ่งของที่ต้องการจะชี้ได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	-	
	WA8 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้หน้าหนังสือตามที่ระบุดังภาพ	WA8[1.1] : ถ้าต้องการชี้ข่าวสาร 20 กิโลกรัม WA8[1.2] : ถ้าต้องการชี้เนื้อหาตอนมสค 2 ซิต	
A8 : Action	UC : Understanding of Concepts	UCWA8[1.1] : ง. UCWA8[1.2] : ข.	หลักการในการเลือกใช้เครื่องชี้กับสิ่งของที่ต้องการจะชี้ได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	-	
A9 : Action	WA9 : ให้นักเรียนบอกหน้าหนังสือที่กำหนดให้ WA9(1) : ดูแอปเปิดชี้หน้าหนังสือได้.....กรัม WA9(2) : ปลาหมอปันธุ์ชี้หน้าหนังสือได้.....กรัม หรือ.....ซิต		
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOWA9(1) : 1,230 UOWA9(2) : 700 กรัม หรือ 7 ซิต	สามารถชี้หน้าหนังสือที่จะชี้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	UR : Understanding of Relations	-	

ตาราง 31 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีทิศทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมีทิศทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	WA10 : ให้นักเรียนวาดเติมตาชั่งเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ WA10(1) : ส้ม 100 กรัม WA10(2) : เมล่อน 9 ซีด		
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOWA10(1) : เติมที่ไปที่ขีดที่ 1 ซีด UOWA10(2) : เติมที่ไปที่ขีดที่ 9 ซีด	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่ชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	
A11 : Action	WA11 : ให้นักเรียนวาดเติมตาชั่งเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ WA11(1) : เมอะ 1 กิโลกรัม 2 ซีด WA11(2) : จงเขียนตัวเลขแสดงน้ำหนักบนจอตติคอล (กิโลกรัม)		
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UCWA11(1) : เติมที่ไปที่ขีดที่ 1 กก. 2 ซีด UCWA11(2) : เขียนน้ำหนัก 78 กก.	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่ชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	

ตาราง 31 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
WA12(1) : สัมประสมน้ำหนัก.....หน่วย WA12(4) : น้ำหนักของ.....เบากว่าน้ำหนักของมะเขือเทศ	WA12 : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (แทน <input type="text"/> 1 หน่วย) WA12(2) : น้ำหนักของ.....เป็น 2 หน่วย WA12(5) : ผลไม้และผักในตะกร้ามีน้ำหนักรวมกันเป็น.....หน่วย	UOWA12(1) : 6 หน่วย UOWA12(2) : มะเขือเทศ UOWA12(3) : 4 หน่วย UOWA12(4) : แครอท UOWA12(5) : 15 หน่วย	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
P1 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCWP1[1.1] : หมายเลข 2 UCWP1[1.3] : กิโลกรัม	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน
WP1 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมีนทัศน์ในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น WP1[1.1] : ถ้าพ่อค้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารหอมมะลิกระสอบนี้ พ่อค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด..... WP1[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้.....	UCWP1[1.1] : หมายเลข 2 UCWP1[1.2] : เพราะมากกว่า 15 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 60 กิโลกรัม	URWP1[1.2] : เพราะมากกว่า 15 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 60 กิโลกรัม	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WP2 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น</p> <p>WP2[1.1] : ถ้าแม่ค้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผล แม่ค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด.....</p> <p>WP2[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้.....</p> <p>WP2[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักมะม่วงคือ.....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP2[1.1] : หมายเลข 1</p> <p>UCWP2[1.3] : กิโลกรัม</p> <p>URWP2[1.2] : เพราะมีน้ำหนักมากกว่า 1 กิโลกรัม แต่น้อยกว่า 15 กิโลกรัม</p>	<p>ผู้รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>WP3 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น</p> <p>WP3[1.1] : ถ้าพนักงานไปรษณีย์ต้องการชั่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษ (EMS) พนักงานไปรษณีย์จะใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด.....</p> <p>WP3[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้.....</p> <p>WP3[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักจดหมาย EMS คือ.....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP3[1.1] : หมายเลข 7</p> <p>UCWP3[1.3] : กรัม</p>	<p>ไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่ง</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับน้ำหนักที่ยังใช้เครื่องชั่งแบบเข็ม</p>



## ตาราง 31 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
P4 : Process	<p>WP4(1)[1.1] : ชั่งน้ำหนักทราบ น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.2] : ชั่งน้ำหนักข้าง 1 ตัว น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.3] : น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p> <p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOWP4(1)[1.1] : 2.700 กรัม</p> <p>UOWP4(1)[1.2] : 4.000 กิโลกรัม</p> <p>UOWP4(1)[1.3] : 1.108 กรัม</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p> <p>คาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	
P4 : Process	<p>WP4(2)[1.1] : ชั่งน้ำหนักครั้ง 3 ลูกครึ่ง น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.2] : ชั่งน้ำหนักกระเป๋าน้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.3] : ชั่งน้ำหนักตุ๊กตามี น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p> <p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOWP4(2)[1.1] : เปปเป็ต 5 ลูก</p> <p>UOWP4(2)[1.2] : น้ำหนักเด็กเล็ก</p> <p>UOWP4(2)[1.3] : ยาสีฟัน 1 กลอง</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		WP5 : กำหนดข้อความต่อไปนี้ WP5(1) : ใครคาดคะเนน้ำหนักได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด..... WP5(2) : ใครคาดคะเนน้ำหนักไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....	
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOWP5(1) : ข. โบกี้ เพราะน้ำหนักตาทราย 1 ถุง น้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม UOWP5(2) : ก. โฟกัส เพราะแจ๊คเป็นคนควรใช้ น้ำหนักเป็นหน่วยกิโลกรัม	สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งของที่จัดตั้งที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนัก ที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
		WO1 : จากข้อมูลข้างต้น WO1[1.1] : นมสด 1 ขวดจะมีน้ำหนักเป็นกิโลกรัม กี่ขีด..... WO1[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....	
O1: Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOWO1[1.1] : 1 กิโลกรัม 9 ซีด UOWO1[1.2] : นมยก่อน = 2.5 ซีด x 2 = 5 ซีด นมเต็มหนึ่งลูกหนัก 8 ซีด = 8 x 3 = 2.4 กก. นมสด = นม - นมยก่อน = 24 - 5 = 19 ซีด นมสด = 1 กิโลกรัม 9 ซีด	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะจัด ได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

ตาราง 31 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
	<p>WO2 : ให้นักเรียนเติมหน้าหน่วยของน้ำหนักในช่อง..... ให้นักหนักทั้งสองข้างเท่ากัน</p> <p>WO2(1) : 300 g + ..... = 600g      WO2(2) : 330 g + 670 g = 100 + .....      WO2(3) : 2 kg = 1,200 + .....</p> <p>WO2(4) : 2,500 + ..... = 4 kg      WO2(5) : 1 kg + ..... = 1,300 g      WO2(6) : 1 kg + 500 g = ..... + 300 g</p>		
O2 : Object	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOWO2(1) : 300g</p> <p>UOWO2(2) : 900g</p> <p>UOWO2(3) : 800g</p> <p>UOWO2(4) : 1,500g</p> <p>UOWO2(5) : 300g</p> <p>UOWO2(6) : 1,200g</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะตั้ง</p> <p>ได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
	<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น</p> <p>แบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
	<p>WO3 : กำหนดน้ำหนักของผลไม่ชี้ชนิดต่าง ๆ ดังภาพ ให้นักเรียนจับคูภาพผลไม่ให้ตรงกับน้ำหนักบนตาชั่ง พร้อมทั้งวาดเสกหน้ากรวมของผลไม่ทั้งห้าชนิดนี้</p> <p>WO3(1) : แอปเปิ้ลหนักผลละ 3 ซีด      WO3(2) : ส้มหนักผลละ 200 กรัม      WO3(3) : ชมพู่ผลละ 0.1 กิโลกรัม      WO3(4) : ทุเรียนหนักผลละ 1.5 กิโลกรัม</p> <p>WO3(5) : สับปะรดหนักผลละครึ่งกิโลกรัม      WO3(6) : วาดเสกหน้ากรวมของผลไม่ทั้งห้าชนิด      WO3(7) : นำหน้ากรวมของผลไม่ทั้งห้าชนิด.....กิโลกรัม.....ขีด</p>		
O3 : Object	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOWO3(1) : ซ้ำไป 3 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซ้ำไป 2 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซ้ำไป 100 กรัม</p> <p>UOWO3(1) : ซ้ำไป 1.5 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซ้ำไป 500 กรัม</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะตั้ง</p> <p>ได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 31 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O3 : Object	<p>UR : Understanding of Relations</p> <p>WS1 : มีผลไม่ 3 อย่าง คือ มมอง ทุเรียน และ สับปะรด นำผลไม่มาซึ่งน้ำหนักที่ละ 2 อย่าง ดังภาพ</p> <p>WS1(1) : อยากทราบว่า ในการชี้ครั้งที่ 4 จะชี้ที่ใดก็ได้.....</p> <p>WS1(2) : มะม่วงหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม</p> <p>WS1(3) : ทุเรียนหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม</p> <p>WS1(4) : สับปะรดหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม</p> <p>WS1(5) : จงแสดงวิธีคิด.....</p>	<p>UWO3(1) : ชี้ไปที่ 2.6 ซีด</p> <p>UWO3(1) : 2 กิโลกรัม 6 ซีด</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
S1 : Schema	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>UOWS1(1) : เลข 7</p> <p>UOWS1(2) : 1 กิโลกรัม 100 กรัม</p> <p>UOWS1(3) : 4 กิโลกรัม 400 กรัม</p> <p>UOWS1(4) : 2 กิโลกรัม 200 กรัม</p> <p>UOWS1(5) : ไม่ตอบ</p> <p>-</p>	<p>สามารถชี้หน่วยน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>

ตาราง 31 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WS2(1) : ถ้านักเรียนต้องการชี้ของให้ได้น้ำหนัก 7 กิโลกรัม โดยใช้ตาชั่งตั้งตังภาพ นักเรียนจะมีวิธีการชี้อย่างไร จงแสดงวิธีคิด .....</p>	<p>WS2 : กำหนด ตาชั่งที่มีรอยสนิม ดังภาพ</p>		
<p>S2 : Schema</p>	<p>UC : Understanding of Concepts                      UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p>	<p>สามารถชี้น้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>
	<p>UOWS2(1) : ชั่งครั้งแรกโดยการชั่งให้ได้ 3 กิโลกรัม ก่อน แล้วให้ชิมที่อยู่ระหว่างเลข 3 กับเลข 5 ซึ่งเป็นเลข 4 ดังนั้น 3+4= 7 กิโลกรัม</p>	<p>-</p>	
	<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p>	



จากตาราง 31 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของ ดอลลาร์ จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### **ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของดอลลาร์**

ดอลลาร์ เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง อยู่ในกลุ่ม A และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของดอลลาร์ ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ WA1-WA4 ดอลลาร์สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น เมื่อดอลลาร์เห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่อง ชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน ดอลลาร์สามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ สามารถเขียนคำตอบของเครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม และเครื่องสปริงแบบ 15 กิโลกรัม ได้ ข้อ WA5-WA8 ดอลลาร์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์รู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นจะ เลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม ข้อ WP1-WP3 ดอลลาร์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และ บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น ดอลลาร์รู้ว่าถ้าต้องการ ตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”

ด้านการดำเนินการ ข้อ WA9-WA11 ดอลลาร์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอคัพชึ่งได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ชีด ข้อ WA12 ดอลลาร์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย ข้อ WP4 ดอลลาร์สามารถคาดคะเน น้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้ ข้อ WP5 ดอลลาร์สามารถคาดคะเน น้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่าโบกี้ คาดคะเนน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุงประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และไฟกัสดคาดคะเน น้ำหนักของแฉัก ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่สมจริงที่สุด ข้อ WO1 ดอลลาร์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่ง

จะซึ่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น คอลลาจสามารถบอกน้ำหนักของแตงโม 1 ลูกได้ ข้อ WO2 คอลลาจสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะซึ่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น คอลลาจสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม ข้อ WO3 คอลลาจสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะซึ่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น คอลลาจสามารถบอกได้ว่าซมพู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม ข้อ WS1 คอลลาจสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะซึ่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น คอลลาจสามารถบอกได้ว่าซึ่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7 ข้อ WS2 คอลลาจสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะซึ่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น คอลลาจสามารถบอกได้วิธีการชั่งได้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ แต่วิธีการยังไม่ชัดเจน และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ WA12 คอลลาจสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะซึ่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น คอลลาจสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย ข้อ WP1-WP3 คอลลาจสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะซึ่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น คอลลาจสามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะมากกว่า 15 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 60 กิโลกรัม ข้อ WP5 คอลลาจสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น คอลลาจรู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ควรเป็นกิโลกรัม ข้อ WO1 คอลลาจสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น คอลลาจสามารถรวมน้ำหนักสิ่งของต่าง ๆ ได้ แต่ถูกต้องเพียงบางส่วน ข้อ WO2 คอลลาจสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น คอลลาจสามารถหาคำตอบของ  $1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}$  ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้ ข้อ WO3 คอลลาจสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น คอลลาจสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง และสามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้ ข้อ WS1 คอลลาจสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น คอลลาจสามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1,000 กรัม

ตาราง 32 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การซิง ของริงกิด

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การซิง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การซิง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	WA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA1[1.1] : .....เครื่องซึ่งนำหน้าตัว WA1[1.2] : .....	UC : Understanding of Concepts UCWA1[1.1] : F UCWA1[1.2] : E	สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้าได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนคำตอบเป็น "F" และ "E"
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	-	
	WA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA2[1.1] : .....เครื่องซึ่งสับแบบเพิ่ม WA2[1.2] : .....	UC : Understanding of Concepts UCWA2[1.1] : D UCWA2[1.1] : B	สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้าได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เขียนคำตอบเป็น "D" และ "B"
A2 : Action	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	-	
	WA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA3[1.1] : .....เครื่องซึ่งแบบคูณ WA3[1.2] : .....	UC : Understanding of Concepts UCWA3[1.1] : C UCWA3[1.1] : G	สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้าได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนคำตอบเป็น "C" และ "G"
	UO : Understanding of Operations	-	
A3 : Action	UR : Understanding of Relations	-	



ตาราง 32 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงนิเวศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A4 : Action	WA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนักตามที่กำหนดให้จัดรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องมือนัก WA4[1.1] : .....เครื่องชี้สปริงแบบ 15 กิโลกรัม	UC : Understanding of Concepts UCWA4[1.1] : A	สามารถบอกชื่อเครื่องชี้ให้นักได้อีกต้อง เขียนคำตอบเป็น "A"
A5 : Action	WA5 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้ให้นักกลิ้งของตามที่ระบุดังภาพ WA5[1.1] : ถ้าต้องการชี้ให้นักตัวของพ่อ WA5[1.2] : ถ้าต้องการชี้สร้อยคอทองคำ 1 เส้น	UC : Understanding of Concepts UCWA5[1.1] : ข. UCWA5[1.2] : ค. UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชี้กับสิ่งของที่ต้องการ จะชี้ได้อย่างเหมาะสม และบอกการใช้งานได้ ถูกต้องครบถ้วน
A6 : Action	WA6 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้ให้นักกลิ้งของตามที่ระบุดังภาพ WA6[1.1] : ถ้าต้องการชี้ยางพาราแผ่น 20 กาง WA6[1.2] : ถ้าต้องการชี้ผักหรือผลไม้ 4 กิโลกรัม	UC : Understanding of Concepts UCWA6[1.1] : ค. UCWA6[1.2] : ข. UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชี้กับสิ่งของที่ต้องการ จะชี้ได้อย่างเหมาะสม และบอกการใช้งานได้ ถูกต้องครบถ้วน

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A7 : Action	WA7 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ	WA7[1.1] : ถ้าต้องการชั่งโสมและสมุนไพรเงิน WA7[1.2] : ถ้าต้องการชั่งไก่สด 7 กิโลกรัม	
	UC : Understanding of Concepts	UCWA7[1.1] : ค. UCWA7[1.2] : ก.	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	-	
A8 : Action	WA8 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ	WA8[1.1] : ถ้าต้องการชั่งข้าวสาร 20 กิโลกรัม WA8[1.2] : ถ้าต้องการชั่งเนื้อทอดนมสด 2 ซีด	
	UC : Understanding of Concepts	UCWA8[1.1] : ง. UCWA8[1.2] : ก.	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	-	
A9 : Action	WA9 : ให้นักเรียนบอกน้ำหนักจากสิ่งที่กำลังชั่งน้ำหนักได้	WA9(1) : ลูกแอปเปิ้ลชั่งน้ำหนักได้.....กรัม WA9(2) : ปลาหม้อพันธุชั่งน้ำหนักได้.....กรัม หรือ.....ซีก	
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOWA9(1) : 1,230 UOWA9(2) : 700 กรัม หรือ 7 ซีก	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	UR : Understanding of Relations	-	

ตาราง 32 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	WA10 : ให้นักเรียนวาดเข็มตารั้งเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ WA10(1) : ส้ม 100 กรัม WA10(2) : เมล่อน 9 ซีด		
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOWA10(1) : เติมขึ้นไปซีดที่ 1 ซีด UOWA10(2) : เติมขึ้นไปซีดที่ 9 ซีด	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	
A11 : Action	WA11 : ให้นักเรียนวาดเข็มตารั้งเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ WA11(1) : เงาะ 1 กิโลกรัม 2 ซีด WA11(2) : จงเขียนตัวเลขแสดงน้ำหนักบนจอดีจิดอล (กิโลกรัม)		
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UCWA11(1) : เติมขึ้นไปซีดที่ 1 กก. 2 ซีด UCWA11(2) : เขียนน้ำหนัก 78 กก.	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	

ตาราง 32 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WA12(1) : สัมผัสค่าน้ำหนัก.....หน่วย</p> <p>WA12(2) : นำหนักของ.....เป็น 2 หน่วย</p> <p>WA12(3) : ปริศาคณิตที่มีน้ำหนัก.....หน่วย</p> <p>WA12(4) : น้ำหนักของ.....มากกว่าน้ำหนักของมะเขือเทศ</p> <p>WA12(5) : ผลไม้และผักในตะกร้ามีน้ำหนักรวมกันเป็น.....หน่วย</p>	<p>WA12 : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (แทน <input type="text"/> 1 หน่วย)</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้</p> <p>ถูกต้องครบถ้วน</p>	<p>หน่วย</p>
A12 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UOWA12(1) : 6 หน่วย</p> <p>UOWA12(2) : มะเขือเทศ</p> <p>UOWA12(3) : 4 หน่วย</p> <p>UOWA12(4) : แครอท</p> <p>UOWA12(5) : 15 หน่วย</p>	<p>-</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	
	<p>WP1 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น</p> <p>WP1[1.1] : ถ้าพ่อค้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารหอมมะลิกระสอบนี้ พ่อค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด.....</p> <p>WP1[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้.....</p> <p>WP1[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักข้าวสารคือ .....</p>	<p>-</p>	
P1 : Process	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UOWP1[1.1] : หมายเลข 2</p> <p>UOWP1[1.3] : กิโลกรัม</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม</p>	

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WP2 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้หน้าหมึกและบอกหน่วยการชี้ที่เหมาะสมในการชี้หน้าหมึกสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชี้</p> <p>WP2[1.1] : ถ้าแม่ค้าต้องการชี้หน้าหมึกมะม่วง 18 ผล แม่ค้าจะเลือกใช้เครื่องชี้หน้าหมึกมะม่วงกี่.....</p> <p>WP2[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชี้หน้าหมึกมะม่วงนี้..... WP2[1.3] : หน่วยการชี้ที่เหมาะสมในการชี้หน้าหมึกมะม่วงคือ.....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP2[1.1] : หมายเลข 1</p> <p>UCWP2[1.3] : กิโลกรัม</p> <p>URWP2[1.2] : เหมาะสมกับสิ่งชี้</p>	<p>ผู้สังเกตการในการเลือกใช้เครื่องชี้กับสิ่งของที่ต้องการชี้ได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชี้ของสิ่งชี้ที่ต้องการจะชี้ได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชี้ที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชี้กับสิ่งของที่จะชี้หน้าหมึกได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>WP3 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้หน้าหมึกและบอกหน่วยการชี้ที่เหมาะสมในการชี้หน้าหมึกสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชี้</p> <p>WP3[1.1] : ถ้าพนักงานไปรษณีย์ต้องการชี้หน้าหมึกจดหมายแบบด่วนพิเศษ (EMS) พนักงานไปรษณีย์จะใช้เครื่องชี้หน้าหมึกจดหมาย EMS กี่.....</p> <p>WP3[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชี้หน้าหมึกจดหมาย EMS นี้..... WP3[1.3] : หน่วยการชี้ที่เหมาะสมในการชี้หน้าหมึกจดหมาย EMS คือ.....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP3[1.1] : หมายเลข 5</p> <p>UCWP3[1.3] : กรัม</p> <p>URWP3[1.2] : เหมาะสมกับสิ่งชี้</p>	<p>ผู้สังเกตการในการเลือกใช้เครื่องชี้กับสิ่งของที่ต้องการชี้ได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชี้ของสิ่งชี้ที่ต้องการจะชี้ได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชี้ที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชี้กับสิ่งของที่จะชี้หน้าหมึกได้อย่างเหมาะสม</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WP4(1)[1.1] : ชั่งน้ำหนักทราย น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.2] : ชั่งน้ำหนักข้าง 1 ตัว น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p> <p>WP4(1)[1.3] : น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p>	<p>UOWP4(1)[1.1] : 2.700 กรัม</p> <p>UOWP4(1)[1.2] : 4.000 กิโลกรัม</p> <p>UOWP4(1)[1.3] : 1.108 กรัม</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>P4 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>WP4(2)[1.1] : ชั่งน้ำหนักฝรั่ง 3 ลูกครั้ง น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.2] : ชั่งน้ำหนักกระเป๋านักเรียนน้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p> <p>WP4(2)[1.3] : ชั่งน้ำหนักตุ๊กตามี น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p>	<p>UOWP4(2)[1.1] : แอปเปิ้ล 5 ลูก</p> <p>UOWP4(2)[1.2] : น้ำหนักเด็กเล็ก</p> <p>UOWP4(2)[1.3] : ตุ๊กตอมดงเล็ก</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน</p>
<p>P4 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p>	<p>-</p>

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงนิเวศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WP5(1) : ใครคาดคะเนน้ำหนักได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด.....</p> <p>WP5(2) : ใครคาดคะเนน้ำหนักไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....</p>	<p>WP5 : กำหนดข้อความต่อไปนี้</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UOWP5(1) : โบกี้ เพราะใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด</p> <p>UOWP5(2) : โฟกัส เพราะห่างไกลจาก ความจริงมากที่สุด</p> <p>-</p>	<p>สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งของที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>WO1[1.1] : นมสด 1 ขวดจะมีน้ำหนักเป็นกี่กิโลกรัม กี่ขีด.....</p>	<p>WO1 : จากข้อมูลข้างต้น</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>WO1[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....</p> <p>UOWO1[1.1] : 1 กิโลกรัม 9 ชีด</p> <p>UOWO1[1.2] : แดงโมหนึ่งถุงหนัก 8 ชีด = <math>8 \times 3 = 2,400</math> กรัม          เนย 1 ก้อน = 250 กรัม          เนย 2 ก้อน = <math>250 \times 2 = 500</math> กรัม          แดงโม 3 ถุง เนย 2 ก้อน = <math>2,400 - 500 = 1,900</math> กรัม          นมสด = 1 กิโลกรัม 9 ชีด</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 32 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
	<p>WO2 : ให้นักเรียนเดิมนำหนักและหน่วยของน้ำหนักในช่อง.....ให้นำหนักทั้งสองข้างเท่ากัน</p> <p>WO2(1) : 300 g + ..... = 600g      WO2(2) : 330 g + 670 g = 100 + .....      WO2(3) : 2 kg = 1,200 + .....</p> <p>WO2(4) : 2,500 + ..... = 4 kg      WO2(5) : 1 kg + ..... = 1,300 g      WO2(6) : 1 kg + 500 g = ..... + 300 g</p>		
O2 : Object	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>UOWO2(1) : 300g</p> <p>UOWO2(2) : 900g</p> <p>UOWO2(3) : 800g</p> <p>UOWO2(4) : 1,500g</p> <p>UOWO2(5) : 300g</p> <p>UOWO2(6) : 1,200g</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
	<p>WO3 : กำหนดน้ำหนักของผลไม้ชนิดต่าง ๆ ดังภาพ ให้นักเรียนจับคู่ภาพผลไม้ได้ตรงกับน้ำหนักบนตาชั่ง พร้อมทั้งวาดเสกกลน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิดนี้</p> <p>WO3(1) : แอปเปิ้ลหนักผลละ 3 ชีด      WO3(2) : ส้มหนักผลละ 200 กรัม      WO3(3) : ชมพูผลละ 0.1 กิโลกรัม      WO3(4) : ทุเรียนหนักผลละ 1.5 กิโลกรัม</p> <p>WO3(5) : สับปะรดหนักผลละครึ่งกิโลกรัม      WO3(6) : วาดเสกกลน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด      WO3(7) : นำน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด.....กิโลกรัม.....ชีด</p>		
O3 : Object	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>UOWO3(1) : ชี้ไปที่ 3 ชีด</p> <p>UOWO3(1) : ชี้ไปที่ 2 ชีด</p> <p>UOWO3(1) : ชี้ไปที่ 100 กรัม</p> <p>UOWO3(1) : ชี้ไปที่ 1.5 ชีด</p> <p>UOWO3(1) : ชี้ไปที่ 500 กรัม</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>



ตาราง 32 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิรนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงนิรนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O3 : Object	UR : Understanding of Relations  WS1(1) : อธิบายทราบว่า ในการชี้ครั้งที่ 4 เริ่มจะชี้ที่เลขใด..... WS1(3) : ที่เรียนหนัก..... WS1(5) : จงแสดงวิธีคิด.....	UOWO3(1) : ไม่ตอบ UOWO3(1) : 3 กิโลกรัม 6 ซีต  UR : Understanding of Relations	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
S1 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	UOWS1(1) : เลข 7 UOWS1(2) : 1 กิโลกรัม 100 กรัม UOWS1(3) : 4 กิโลกรัม 400 กรัม UOWS1(4) : 2 กิโลกรัม 200 กรัม UOWS1(5) : ที่เรียน+สับปะรด=6 กก. ที่เรียน+มะม่วง= 5 กก. สับปะรด+มะม่วง=3 กก. ที่เรียน+สับปะรด+มะม่วง= 7 กก. สมมติเลข 4+2=6 กก. 4+1=5 กก. 2+1=3 กก. 4+2+1= 7 กก.	สามารถชี้น้ำหนักของสิ่งที่จะชี้ ได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations		สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

ตาราง 32 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
WS2(1) : ถ้านักเรียนต้องการจะให้ได้น้ำหนัก 7 กิโลกรัม โดยให้ตาชั่งน้ำหนัก นักเรียนจะมีวิธีการชั่งอย่างไร จงแสดงวิธีคิด .....	WS2 : กำหนด ตาชั่งที่มีรอยสณิม ดังภาพ		
S2 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOWS2(1) : ชั่งของครั้งที่ 1 5 กิโลกรัม และเอาไป วางไว้ที่วาง ชั่งของครั้งที่ 2 5 กิโลกรัม และเอาไป วางไว้ที่กองเดิม และหยิบของออกจากกองนั้นไป วางไว้ที่ตาชั่งให้ได้ 3 กิโลกรัม และเอาของที่ตั้ง อยู่บนตาชั่ง	- สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	UR : Understanding of Relations	-	



จากตาราง 32 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของ ริงกิต จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของ ริงกิต

ริงกิต เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง อยู่ในกลุ่ม AP และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของ ริงกิต ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ WA1-WA4 ริงกิตสามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อริงกิตเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่งสปริงแบบ เข็ม เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน และเครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม ริงกิตสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ WA5-WA8 ริงกิตรู้หลักการในการ เลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกการใช้งานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตรู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นจะเลือกใช้เครื่องชั่ง ดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม ข้อ WP1-WP3 ริงกิตรู้หลักการ ในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน และบอกหน่วยการชั่งของ สิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น ริงกิตรู้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารจะ เลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”

ด้านการดำเนินการ ข้อ WA9-WA11 ริงกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอบพันธุ์ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ซีด ข้อ WA12 ริงกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย ข้อ WP4 ริงกิตสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่ ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้ ข้อ WP5 ริงกิตสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่ จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่าโบกี้คาดคะเนน้ำหนัก ของ น้ำตาลทราย 1 ถุงประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และไฟกัสดคาดคะเนน้ำหนักของแจ๊ค ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่สมจริงที่สุด ข้อ WO1 ริงกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตสามารถบอกน้ำหนักของแตงโม 1 ลูกได้

ข้อ WO2 รังกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิตสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม ข้อ WO3 รังกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รังกิตสามารถบอกได้ว่าชามฟู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม ข้อ WS1 รังกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิตสามารถบอกได้ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7 ข้อ WS2 รังกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิตสามารถบอกได้วิธีการชั่งได้ครบถ้วนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ WA12 รังกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิตสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย ข้อ WP1-WP3 รังกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิตสามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะเหมาะกับสิ่งที่จะชั่ง ข้อ WP5 รังกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิตรู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ควรเป็นกิโลกรัม ข้อ WO1 รังกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รังกิตสามารถรวมน้ำหนักสิ่งของต่าง ๆ ได้ แต่ถูกต้องเพียงบางส่วน ข้อ WO2 รังกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิตสามารถหาคำตอบของ  $1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}$  ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้ ข้อ WO3 รังกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รังกิตสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้ ข้อ WS1 รังกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิตสามารถบอกได้ว่าทุเรียนหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1,000 กรัม

ตาราง 33 ความเข้าใจเชิงนิยามในทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง ของวอน

ระดับความเข้าใจเชิงนิยามในทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	ความเข้าใจเชิงนิยามในทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>WA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องมือซึ่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA1[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งนำหน้าตัว WA1[1.2] : .....เครื่องมือซึ่งสปริงแบบ 60 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWA1[1.1] : F</p> <p>UCWA1[1.2] : E</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องมือซึ่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA2[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งสปริงแบบเข็ม WA2[1.2] : .....เครื่องมือซึ่งติดต่อด</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "F" และ "E"</p>	
A2 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWA2[1.1] : A</p> <p>UCWA2[1.1] : B</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องมือซึ่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA3[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งแบบตีมีเดือน WA3[1.2] : .....เครื่องมือซึ่งสองแทน</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "A" และ "B"</p>	
A3 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWA3[1.1] : C</p> <p>UCWA3[1.1] : G</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "C" และ "G"</p>	

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A4 : Action	<p>WA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA4[1.1] : .....</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA4[1.1] : D</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA5 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการซึ่งนำหน้าสิ่งของตามที่จะบ่งภาพ WA5[1.1] : ถ้าต้องการซึ่งนำหน้าตัวของพ่อ WA5[1.2] : ถ้าต้องการซึ่งส่งรอยศอกของค่า 1 เต้น</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้ากันได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "D"</p>	
A5 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA5[1.1] : ข. UCWA5[1.2] : ค.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA6 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการซึ่งนำหน้าสิ่งของตามที่จะบ่งภาพ WA6[1.1] : ถ้าต้องการซึ่งยาวพาราม 20 กง WA6[1.2] : ถ้าต้องการซึ่งหนักหรือผลไม้ 4 กิโลกรัม</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องซึ่งกับสิ่งของที่ต้องการ จะซึ่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้อง ครบถ้วน</p>	
A6 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA6[1.1] : ค. UCWA6[1.2] : ข.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องซึ่งกับสิ่งของที่ต้องการ จะซึ่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้อง ครบถ้วน</p>	

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A7 : Action	<p>WA7 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ</p> <p>WA7[1.1] : ถ้าต้องการชั่งโสมและสมุนไพรเงิน WA7[1.2] : ถ้าต้องการชั่งไก่สด 7 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWA7[1.1] : ก.</p> <p>UCWA7[1.2] : ก.</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
A8 : Action	<p>WA8 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ</p> <p>WA8[1.1] : ถ้าต้องการชั่งข้าวสาร 20 กิโลกรัม WA8[1.2] : ถ้าต้องการชั่งเนื้อทอดนมสด 2 ซีด</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWA8[1.1] : ข.</p> <p>UCWA8[1.2] : ก.</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>
A9 : Action	<p>WA9 : ให้นักเรียนบอกน้ำหนักจากสิ่งที่กำหนดให้ WA9(1) : ลูกแอปเปิ้ลชั่งน้ำหนักได้.....กรัม WA9(2) : ปลาหมอบพินชั่งน้ำหนักได้.....กรัม หรือ.....ซีต</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>UOWA9(1) : 1,250</p> <p>UOWA9(2) : 700 กรัม หรือ 7 ซีต</p> <p>-</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>

ตาราง 33 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	WA10 : ให้นักเรียนวาดเติมตามชั่งเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไป WA10(1) : ส้ม 100 กรัม WA10(2) : เมล่อน 9 ซีด	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
A11 : Action	WA11 : ให้นักเรียนวาดเติมตามชั่งเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไป WA11(1) : เงาะ 1 กิโลกรัม 2 ซีด WA11(2) : จงเขียนตัวเลขแสดงน้ำหนักบนจอดิจิทัลอด (กิโลกรัม)	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน



ตาราง 33 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
WA12(1) : สัมประสมน้ำหนัก.....หน่วย WA12(4) : น้ำหนักของ.....มากกว่าน้ำหนักของมะเขือเทศ	WA12 : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (แทน <input type="text"/> 1 หน่วย) WA12(1) : น้ำหนักของ.....หน่วย WA12(2) : น้ำหนักของ.....เป็น 2 หน่วย WA12(3) : ปริศาคือมีน้ำหนัก.....หน่วย WA12(4) : น้ำหนักของ.....มากกว่าน้ำหนักของมะเขือเทศ	WA12(5) : ผลไม้และผักในตะกร้ามีน้ำหนักรวมกันเป็น.....หน่วย	หน่วย
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOWA12(1) : 6 หน่วย UOWA12(2) : มะเขือเทศ UOWA12(3) : 4 หน่วย UOWA12(4) : แครอท UOWA12(5) : 15 หน่วย	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
P1 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- - -	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
WP1 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น WP1[1.1] : ถ้าพ่อค้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารหอมมะลิกระสอบนี้ พ่อค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด..... WP1[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้.....	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCWP1[1.1] : หมายเลข 2 UCWP1[1.3] : กิโลกรัม	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่จะต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน
	UR : Understanding of Relations	URWP1[1.2] : เพราะสามารถชั่งของหนักได้	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WP2 : ให้นักเขียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น</p> <p>WP2[1.1] : ถ้าแม่ค้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผล แม่ค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด.....</p> <p>WP2[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้..... WP2[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักมะม่วงคือ.....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP2[1.1] : หมายเลข 1</p> <p>UCWP2[1.3] : กิโลกรัม</p> <p>URWP2[1.2] : เพราะสามารถชั่งผลไม่ได้</p>	<p>ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>WP3 : ให้นักเขียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น</p> <p>WP3[1.1] : ถ้าพนักงานไปรษณีย์ต้องการชั่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษ (EMS) พนักงานไปรษณีย์จะใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด.....</p> <p>WP3[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้..... WP3[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักจดหมาย EMS คือ.....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP3[1.1] : หมายเลข 5</p> <p>UCWP3[1.3] : กรัม</p>	<p>ไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่ง</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้</p>
<p>P2 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP3[1.1] : หมายเลข 5</p> <p>UCWP3[1.3] : กรัม</p>	<p>ไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่ง</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้</p>
<p>P3 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP3[1.1] : หมายเลข 5</p> <p>UCWP3[1.3] : กรัม</p>	<p>ไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่ง</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้</p>

ตาราง 33 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
P4 : Process	<p>WP4(1)[1.1] : ชั่งน้ำหนักทราย น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.2] : ชั่งน้ำหนักข้าง 1 ตัว น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.3] : น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p> <p>UOWP4(1)[1.1] : 2,700 กรัม</p> <p>UOWP4(1)[1.2] : 4,000 กิโลกรัม</p> <p>UOWP4(1)[1.3] : 1,108 กรัม</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
P4 : Process	<p>WP4(2)[1.1] : ชั่งน้ำหนักถัง 3 ลูกครึ่ง น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.2] : ชั่งน้ำหนักกระป๋ามักเรียนน้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.3] : ชั่งน้ำหนักตุ๊กตามี น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p> <p>UOWP4(2)[1.1] : แอปเปิ้ล 5 ลูก</p> <p>UOWP4(2)[1.2] : น้ำหนักเด็กเล็ก</p> <p>UOWP4(2)[1.3] : ยาสีฟัน 1 ก้อน</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 33 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงนิเวศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
		WP5 : กำหนดข้อความต่อไปนี้ WP5(1) : ใครคาดคะเนน้ำหนักได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด..... WP5(2) : ใครคาดคะเนน้ำหนักไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....	
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOWP5(1) : ข. โบกี้ เพราะน้ำหนักหลาย 1 กึ่ง น้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม UOWP5(2) : ก. ไฟท์ส เพราะน้ำหนักมากเกินไป ความเป็นจริง	สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน  สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
		WO1 : จากข้อมูลข้างต้น WO1[1.1] : นมสด 1 ขวดจะมีน้ำหนักเป็นกิโลกรัม กี่ขีด..... WO1[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....	
O1 : Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOWO1[1.1] : นมมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม 9 ขีด UOWO1[1.2] : แดงโม 3 ลูกหนัก 8 ขีด= 8x3= 2 กิโลกรัม 400 ขีด เนย 2 ก้อน = 2.5 ขีดx2= 500 ขีด นมสดมีน้ำหนัก = 2 กิโลกรัม 400 ขีด-500ขีด นมสด= 1 กิโลกรัม 9 ขีด	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง  ได้ถูกต้องครบถ้วน
		UR : Understanding of Relations	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
	<p>WO2 : ให้นักเรียนเดิมนำหนักและหน่วยของน้ำหนักในช่อง.....ให้นำหนักทั้งสองข้างเท่ากัน</p> <p>WO2(1) : 300 g + ..... = 600g      WO2(2) : 330 g + 670 g = 100 + .....      WO2(3) : 2 kg = 1,200 + .....</p> <p>WO2(4) : 2,500 + ..... = 4 kg      WO2(5) : 1 kg + ..... = 1,300 g      WO2(6) : 1 kg + 500 g = ..... + 300 g</p>		
O2 : Object	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOWO2(1) : 300g</p> <p>UOWO2(2) : 900g</p> <p>UOWO2(3) : 800g</p> <p>UOWO2(4) : 1,500g</p> <p>UOWO2(5) : 300g</p> <p>UOWO2(6) : 12 g</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้</p> <p>ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>
	<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>
	<p>WO3 : กำหนดน้ำหนักของผลไม้ชนิดต่าง ๆ ดังภาพ ให้นักเรียนจับคู่ภาพผลไม้ให้ตรงกับน้ำหนักบนตาชั่ง พร้อมทั้งวาดเสกกลน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิดนี้</p> <p>WO3(1) : แอปเปิ้ลหนักผลละ 3 ซีด      WO3(2) : ส้มหนักผลละ 200 กรัม      WO3(3) : ชมพูผลละ 0.1 กิโลกรัม      WO3(4) : พุเรียนหนักผลละ 1.5 กิโลกร</p> <p>WO3(5) : สับปะรดหนักผลละครึ่งกิโลกรัม      WO3(6) : วาดเสกกลน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด      WO3(7) : นำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด.....กิโลกรัม.....ขีด</p>		
O3 : Object	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 3 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 2 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 100 กรัม</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 1.5 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 500 กรัม</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 33 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
O3 : Object	UR : Understanding of Relations	WS1 : มีผลไม่ 3 อย่าง คือ มะม่วง ทุเรียน และ สับปะรด นำผลไม้นี้มาชั่งน้ำหนักทีละ 2 อย่าง ดังภาพ WS1(1) : อยากทราบว่า ในการชั่งครั้งที่ 4 จะชั่งอะไรได้..... WS1(3) : ทุเรียนหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม WS1(5) : จงแสดงวิธีคิด.....	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
S1 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	WS1 : มีผลไม่ 3 อย่าง คือ มะม่วง ทุเรียน และ สับปะรด นำผลไม้นี้มาชั่งน้ำหนักทีละ 2 อย่าง ดังภาพ WS1(1) : อยากทราบว่า ในการชั่งครั้งที่ 4 จะชั่งอะไรได้..... WS1(2) : มะม่วงหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม WS1(3) : ทุเรียนหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม WS1(4) : สับปะรดหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม WS1(5) : จงแสดงวิธีคิด..... UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

ตาราง 33 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
S2 : Schema	WS2(1) : ถ้านักเรียนต้องการชี้ของให้ได้น้ำหนัก 7 กิโลกรัม โดยใช้ตาชั่งตวงภาพ นักเรียนจะมีวิธีการชี้อย่างไร จงแสดงวิธีคิด .....	WS2 : กำหนด ตาชั่งที่มีรอยสยม ดังภาพ	
	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	UOWS2(1) : ใช้วิธีการชี้ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ชั่งให้ได้ 5 กิโลกรัม แล้วนำของที่ชั่งออก 2 กิโลกรัม ให้เหลือ 3 กิโลกรัม แล้วนำของมาชั่งเพิ่ม ครั้งที่ 2 จาก 3 กิโลกรัม ให้ครบ 5 กิโลกรัม หลังจากนั้นนำของที่เอาออกไปจากการชั่งครั้งที่ 1 2 กิโลกรัม มารวมกันได้ 7 กิโลกรัม	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations		



จากตาราง 33 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของ วอน จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของวอน

วอน เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง อยู่ในกลุ่ม APO และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและ การชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของวอน ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ WA1-WA4 วอนสามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อวอนเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน และเครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม วอนสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ WA5-WA8 วอนรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่อง ชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนรู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้น จะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และ สามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม ข้อ WP1-WP3 วอนรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่ง กับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่ง ได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น วอนรู้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”

ด้านการดำเนินการ ข้อ WA9-WA11 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอบพันธุ์ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ซีด ข้อ WA12 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย ข้อ WP4 วอนสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่ ต้องการจะชั่งในที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้ ข้อ WP5 วอนสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่ จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่าโบกี้คาดคะเนน้ำหนัก ของน้ำตาลทราย 1 ถูประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และไฟกัสดคาดคะเนน้ำหนักของแจ๊ค ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่สมจริงที่สุด ข้อ WO1 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกน้ำหนักของนมสด 1 กล่อง เท่ากับ 1 กิโลกรัม



9 ซีด ข้อ WO2 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม ข้อ WO3 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกได้ว่าชมพู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม ข้อ WS1 วอน สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกได้ ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7 ข้อ WS2 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกได้วิธีการชั่งได้ครบถ้วนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ที่ถูกต้อง และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ WA12 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะ ชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย ข้อ WP1-WP3 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบ น้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะสามารถชั่งของหนักได้ ข้อ WP5 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนรู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถูง ควรเป็นกิโลกรัม ข้อ WO1 วอนสามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถรวม น้ำหนักสิ่งของต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ข้อ WO2 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนสามารถหาคำตอบของ  $1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}$  ตรง ตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้ ข้อ WO3 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง และสามารถรวม น้ำหนักทั้งหมดได้ ข้อ WS1 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐาน ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1,000 กรัม

ตาราง 34 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของเรียน

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>WA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชั่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA1[1.1] : .....เครื่องชั่งน้ำหนักตัว WA1[1.2] : .....เครื่องชั่งสปริงแบบ 60 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA1[1.1] : F</p> <p>UO : Understanding of Operations UCWA1[1.2] : E</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "F" และ "E"</p>	
A2 : Action	<p>WA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชั่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA2[1.1] : .....เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม WA2[1.2] : .....เครื่องชั่งดิจิทัล</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA2[1.1] : A</p> <p>UO : Understanding of Operations UCWA2[1.1] : B</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "A" และ "B"</p>	
A3 : Action	<p>WA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชั่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA3[1.1] : .....เครื่องชั่งแบบตุ้มเหล็ก WA3[1.2] : .....เครื่องชั่งสองแขน</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA3[1.1] : C</p> <p>UO : Understanding of Operations UCWA3[1.1] : G</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "C" และ "G"</p>	

ตาราง 34 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A4 : Action	<p>WA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องตั้งให้ถูกต้อง WA4[1.1] : .....เครื่องตั้งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA4[1.1] : D</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA5 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการซึ่งนำหน้าหลังของตามที่จะระบุดังภาพ WA5[1.1] : ถ้าต้องการตั้งน้ำหนักตัวของพ่อ WA5[1.2] : ถ้าต้องการตั้งสร้อยคอทองคำ 1 เส้น</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องตั้งน้ำหนักได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "D"</p>	
A5 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA5[1.1] : ข. UCWA5[1.2] : ค.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA6 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการซึ่งนำหน้าหลังของตามที่จะระบุดังภาพ WA6[1.1] : ถ้าต้องการซึ่งยางพาราแผ่น 20 กอง WA6[1.2] : ถ้าต้องการซึ่งผักหรือผลไม้ 4 กิโลกรัม</p>	<p>ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องตั้งกับสิ่งของที่ต้องการจะซึ่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	
A6 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA6[1.1] : ค. UCWA6[1.2] : ข.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องตั้งกับสิ่งของที่ต้องการจะซึ่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	

ตาราง 34 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A7 : Action	WA7 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้หน้าหนังสือของตามี่ระบุดังภาพ		
	WA7[1.1] : ถ้าต้องการชี้และสมมุติพจน์	WA7[1.2] : ถ้าต้องการชี้ไปสุด 7 กิโลเมตร	
	UC : Understanding of Concepts	UCWA7[1.1] : ก.	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือซึ่งกับสิ่งของที่ต้องการ
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCWA7[1.2] : ก.	จะชี้ได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้อง ครบถ้วน
A8 : Action	WA8 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้หน้าหนังสือของตามี่ระบุดังภาพ		
	WA8[1.1] : ถ้าต้องการชี้ข่าวสาร 20 กิโลเมตร	WA8[1.2] : ถ้าต้องการชี้เมื่อตอนแอมเสด 2 ชั้ด	
	UC : Understanding of Concepts	UCWA8[1.1] : ง.	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือซึ่งกับสิ่งของที่ต้องการ
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCWA8[1.2] : ก.	จะชี้ได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้อง ครบถ้วน
A9 : Action	WA9 : ให้นักเรียนบอกหน้าหนังสือที่กำหนดให้	WA9(1) : ลูกแอปเปิ้ลซึ่งน้ำหนักได้.....กรัม WA9(2) : ปลาหมอกแห้งซึ่งน้ำหนักได้.....กรัม หรือ.....ชั้ด	
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOWA9(1) : 1,320	สามารถชี้หน้าหนังสือซึ่งได้ถูกต้อง
	UR : Understanding of Relations	UOWA9(2) : 700 กรัม หรือ 7 ชั้ด	เพียงบางส่วน

ตาราง 34 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	WA10 : ให้นักเรียนวาดเข็มนาฬิกาซึ่งเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ WA10(1) : ส้ม 100 กรัม WA10(2) : เมล่อน 9 ซีด	-	
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOWA10(1) : เข็มที่ไปที่ขีดที่ 1 ซีด UOWA10(2) : เข็มที่ไปที่ขีดที่ 9 ซีด	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	
A11 : Action	WA11 : ให้นักเรียนวาดเข็มนาฬิกาซึ่งเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ WA11(1) : เงาะ 1 กิโลกรัม 2 ซีด WA11(2) : จงเขียนตัวเลขแสดงน้ำหนักบนจอตีตอล (กิโลกรัม)	-	
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UCWA11(1) : เข็มที่ไปที่ขีดที่ 1 กก. 2 ซีด UCWA11(2) : ไม่ตอบ	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน
	UR : Understanding of Relations	-	

ตาราง 34 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
	WA12 : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (แทน <input type="text"/> 1 หน่วย) WA12(1) : สับประสมมีน้ำหนัก.....หน่วย WA12(2) : น้ำหนักของ.....หน่วย WA12(3) : ปริศาคือมีน้ำหนัก.....หน่วย WA12(4) : น้ำหนักของ.....มากกว่าน้ำหนักของมะเขือเทศ WA12(5) : ผลไม้แต่ละชนิดในตะกร้ามีน้ำหนักรวมกันเป็น.....หน่วย		
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOWA12(1) : 6 หน่วย UOWA12(2) : มะเขือเทศ UOWA12(3) : 4 หน่วย UOWA12(4) : แครอท UOWA12(5) : 15 หน่วย	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ไม่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
	WP1 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น WP1[1.1] : ถ้าพ่อค้าต้องการชั่งน้ำหนักของข้าวสารหอมมะลิกระสอบนี้ พ่อค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด..... WP1[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้..... WP1[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักข้าวสารคือ .....		
P1 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCWP1[1.1] : หมายเลข 2 UCWP1[1.3] : กิโลกรัม	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- URWP1[1.2] : เพราะสามารถรับ น้ำหนักได้ถึง 60 กิโลกรัม ซึ่ง สามารถนำข้าวสารนี้ไปชั่งได้	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของ ที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WP2 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้หน้าหนักและบอกหน่วยการชี้ที่เหมาะสมที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล ในการเลือกใช้เครื่องชี้ WP2[1.1] : ถ้าแต่คำต้องการชี้หน้าหนักมีวง 18 ผล แต่ถ้าจะเลือกใช้เครื่องชี้หน้าหนักมาได้.....</p> <p>WP2[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชี้หน้าหนัก..... WP2[1.3] : หน่วยการชี้ที่เหมาะสมในการชี้หน้าหนักมีวงคือ.....</p>			
P2 : Process	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWP2[1.1] : หมายเลข 1</p> <p>UCWP2[1.3] : กิโลกรัม</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>URWP2[1.2] : เพราะสามารถรับหน้าหนักได้ถึง 15 กิโลกรัม ซึ่งสามารถรับหน้าหนักมีวงได้</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชี้กับสิ่งของที่ ต้องการจะชี้ได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชี้ของสิ่งที่ต้องการจะชี้ได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยการชี้ที่เป็นมาตรฐาน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชี้กับสิ่งของ ที่จะชี้หน้าหนักได้อย่างเหมาะสม</p>	
<p>WP3 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้หน้าหนักและบอกหน่วยการชี้ที่เหมาะสมที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล ในการเลือกใช้เครื่องชี้ WP3[1.1] : ถ้าพนักงานไปรษณีย์ต้องการชี้หน้าหนักและบอกหน่วยการชี้ที่เหมาะสมที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล ในการเลือกใช้เครื่องชี้ WP3[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชี้หน้าหนัก..... WP3[1.3] : หน่วยการชี้ที่เหมาะสมในการชี้หน้าหนักจดหมาย EMS คือ.....</p>			
P3 : Process	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWP3[1.1] : หมายเลข 5</p> <p>UCWP3[1.3] : กรัม</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชี้กับสิ่งของที่ ต้องการจะชี้ได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชี้ของสิ่งที่ต้องการจะชี้ได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยการชี้ที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชี้กับสิ่งของ ที่จะชี้หน้าหนักได้และแสดงหน้าหนัก ที่ชัดเจน</p>	

ตาราง 34 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
P4 : Process	<p>WP4(1)[1.1] : ซึ่งนำหน้าทศกร นำหน้าทศกร WP4(1)[1.2] : ซึ่งนำหน้าทศกร 1 ตัว นำหน้าทศกร WP4(1)[1.3] : นำหน้าทศกร WP4(1)[1.3] : นำหน้าทศกร</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p> <p>UOWP4(1)[1.1] : 2,700 กรัม</p> <p>UOWP4(1)[1.2] : 4,000 กิโลกรัม</p> <p>UOWP4(1)[1.3] : 1,108 กรัม</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง</p> <p>ครบถ้วน</p>
P4 : Process	<p>WP4(2)[1.1] : ซึ่งนำหน้าทศกร 3 ลูกครึ่ง นำหน้าทศกร WP4(2)[1.2] : ซึ่งนำหน้าทศกรเป็นนักเรียนน้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p> <p>WP4(2)[1.3] : ซึ่งนำหน้าทศกรมี น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p> <p>UOWP4(2)[1.1] : เอปเปิ้ล 5 ลูก</p> <p>UOWP4(2)[1.2] : น้ำหนักเด็กเล็ก</p> <p>UOWP4(2)[1.3] : ลูกอม 1 ลูก</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้</p> <p>ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>



ระดับความเข้าใจเชิงโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
	เรื่อง การชั่ง		
		WP5 : กำหนดข้อความต่อไปนี้	
	WP5(1) : ใครคาดคะเนน้ำหนักได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด.....	WP5(2) : ใครคาดคะเนน้ำหนักไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....	
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOWP5(1) : ข. เพราะน้ำหนักทราย 1 ถู น้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม	สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งของที่จะชั่งที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
		UOWP5(2) : ก. เพราะน้ำหนักของคณมี หน่วยเป็นกิโลกรัม โดยน้ำหนักไม่ถึง 1 ตัน (1 ตัน = 1,000 กิโลกรัม)	
	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
		WO1 : จากข้อมูลข้างต้น	
	WO1[1.1] : นมสด 1 ขวดจะมีน้ำหนักเป็นกิโลกรัม กี่ขีด.....	WO1[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....	
O1: Object	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOWO1[1.1] : 1 กิโลกรัม 9 ซีด UOWO1[1.2] : น้ำหนักของแดงโมทั้งหมด = 800x3= 2,400 กรัม น้ำหนักนมสด = 2,400-(250x2) นมสด= 1 กิโลกรัม 9 ซีด	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
	<p>WO2 : ให้นักเรียนเติมน้ำหนักและหน่วยของน้ำหนักในช่อง.....ให้นักน้ำหนักทั้งสองข้างเท่ากัน</p> <p>WO2(1) : 300 g + ..... = 600g      WO2(2) : 330 g + 670 g = 100 + .....      WO2(3) : 2 kg = 1,200 + .....</p> <p>WO2(4) : 2,500 + ..... = 4 kg      WO2(5) : 1 kg + ..... = 1,300 g      WO2(6) : 1 kg + 500 g = ..... + 300 g</p>		
O2 : Object	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>UOWO2(1) : 300g      สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้</p> <p>UOWO2(2) : 900g      ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>UOWO2(3) : 800g</p> <p>UOWO2(4) : 1,500g</p> <p>UOWO2(5) : 300g</p> <p>UOWO2(6) : 1,200 g</p>	
	<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	
	<p>WO3 : กำหนดน้ำหนักของผลไม้อื่นๆ ดังภาพ ให้นักเรียนจับคู่ภาพผลไม้ได้ตรงกับน้ำหนักบนตาชั่ง พร้อมทั้งวาดเสกกลน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิดนี้</p> <p>WO3(1) : แอปเปิ้ลหนักผลละ 3 ชีด      WO3(2) : ส้มหนักผลละ 200 กรัม      WO3(3) : ชมพูผลละ 0.1 กิโลกรัม      WO3(4) : ทุเรียนหนักผลละ 1.5 กิโลกรัม</p> <p>WO3(5) : สับปะรดหนักผลละครึ่งกิโลกรัม      WO3(6) : วาดเสกกลน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด      WO3(7) : น้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด.....กิโลกรัม.....ชีด</p>		
O3 : Object	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 3 ชีด      สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 2 ชีด      ได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 100 กรัม</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 1.5 ชีด</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 500 กรัม</p>	



ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WS2(1) : ถ้านักเรียนต้องการชี้ของให้ได้น้ำหนัก 7 กิโลกรัม โดยใช้ตาชั่งตวงภาพ นักเรียนจะมีวิธีการชี้อย่างไร จงแสดงวิธีคิด .....</p>	<p>WS2 : กำหนด ตาชั่งที่มีรอยสณิม ดังภาพ</p>		
S2 : Schema	<p>UC : Understanding of Concepts                      UO : Understanding of Operations</p>	<p>-                      UOWS2(1) : ใช้วิธีการชี้ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ชั่งให้ได้ 5 กิโลกรัม แล้วนำของที่ชั่งออก 2 กิโลกรัม ให้เหลือ 3 กิโลกรัม แล้วนำของมาชั่งเพิ่ม ครั้งที่ 2 จาก 3 กิโลกรัม ให้ครบ 5 กิโลกรัม หลังจากนั้นนำของที่เขาออกไปจากการชั่งครั้งที่ 1 2 กิโลกรัม มารวมกันได้ 7 กิโลกรัม</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
	UR : Understanding of Relations	-	



จากตาราง 34 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของ เรียล จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของเรียล

เรียล เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง อยู่ในกลุ่ม APOS และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของเรียล ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ WA1-WA4 เรียลสามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อเรียลเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน และเครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม เรียลสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ WA5-WA8 เรียลรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่อง ชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียลรู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้น จะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถ บอกการใช้งานได้ถูกต้อง ข้อ WP1-WP3 เรียลรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม ครบถ้วน เช่น เรียลรู้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”

ด้านการดำเนินการ ข้อ WA9-WA11 เรียลสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอบพันธุ์ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ซีด ข้อ WA12 เรียลสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย ข้อ WP4 เรียลสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่ ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้ ข้อ WP5 เรียลสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่ จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่าโบกี้คาดคะเนน้ำหนัก ของน้ำตาลทราย 1 ถุงประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และไฟกัสดคาดคะเนน้ำหนักของแจ๊ค ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่สมจริงที่สุด ข้อ WO1 เรียลสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียลสามารถบอกน้ำหนักของนมสด 1 กล่อง เท่ากับ 1 กิโลกรัม

9 ซีด ข้อ WO2 เรียบสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียบสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม ข้อ WO3 เรียบสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียบสามารถบอกได้ว่าชมพู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม ข้อ WS1 เรียบสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียบสามารถบอกได้ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7 ข้อ WS2 เรียบสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียบสามารถบอกได้วิธีการชั่งได้ครบถ้วนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องและ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ WA12 เรียบสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียบสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย ข้อ WP1-WP3 เรียบสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียบสามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะสามารถชั่งของหนักได้ ข้อ WP5 เรียบสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียบรู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ควรเป็นกิโลกรัม ข้อ WO1 เรียบสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียบสามารถรวมน้ำหนักสิ่งของต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ข้อ WO2 เรียบสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียบสามารถหาคำตอบของ  $1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}$  ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้ ข้อ WO3 เรียบสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เรียบสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง และสามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้ แต่ไม่ได้วาดว่าเข็มตาชั่งชี้ไปที่ใด ข้อ WS1 เรียบสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียบสามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1,000 กรัม

ตาราง 35 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง ของยุโรป

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>WA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนักทำหนดที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องตั้งให้ถูกต้อง</p> <p>WA1[1.1] : .....เครื่องตั้งน้ำหนักตัว      WA1[1.2] : .....เครื่องตั้งสปริงแบบ 60 กิโลกรัม</p>	<p>UC : Understanding of Concepts      UCWA1[1.1] : F                      UCWA1[1.2] : E</p> <p>UO : Understanding of Operations      -</p> <p>UR : Understanding of Relations      -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องตั้งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "F" และ "E"</p>
A2 : Action	<p>WA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนักทำหนดที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องตั้งให้ถูกต้อง</p> <p>WA2[1.1] : .....เครื่องตั้งสปริงแบบเต็ม      WA2[1.2] : .....เครื่องตั้งดีดอด</p>	<p>UC : Understanding of Concepts      UCWA2[1.1] : A                      UCWA2[1.1] : B</p> <p>UO : Understanding of Operations      -</p> <p>UR : Understanding of Relations      -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องตั้งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "A" และ "B"</p>
A3 : Action	<p>WA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนักทำหนดที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องตั้งให้ถูกต้อง</p> <p>WA3[1.1] : .....เครื่องตั้งแบบตุ้มเลื่อน      WA3[1.2] : .....เครื่องตั้งสองแขน</p>	<p>UC : Understanding of Concepts      UCWA3[1.1] : C                      UCWA3[1.1] : G</p> <p>UO : Understanding of Operations      -</p> <p>UR : Understanding of Relations      -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องตั้งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "C" และ "G"</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A4 : Action	WA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชั่งให้ถูกต้อง WA4[1.1] : .....	UCWA4[1.1] : D	สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "D"
A5 : Action	WA5 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ WA5[1.1] : ถ้าต้องการชั่งน้ำหนักของพ่อ WA5[1.2] : ถ้าต้องการชั่งรอยคอทองคำ 1 เส้น	UC : Understanding of Concepts UCWA5[1.1] : ข. UCWA5[1.2] : ค. UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการ จะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้อง ครบถ้วน
A6 : Action	WA6 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ WA6[1.1] : ถ้าต้องการชั่งยางพาราแผ่น 20 กอง WA6[1.2] : ถ้าต้องการชั่งผักหรือผลไม้ 4 กิโลกรัม	UC : Understanding of Concepts UCWA6[1.1] : ค. UCWA6[1.2] : ข. UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการ จะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้อง ครบถ้วน



ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A7 : Action	<p>WA7 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ</p> <p>WA7[1.1] : ถ้าต้องการชั่งโมและสมุนไพรชิ้น : WA7[1.2] : ถ้าต้องการชั่งโกสัด 7 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA7[1.1] : ค.</p> <p>UCWA7[1.2] : ก.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA8 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ</p> <p>WA8[1.1] : ถ้าต้องการชั่งข้าวสาร 20 กิโลกรัม WA8[1.2] : ถ้าต้องการชั่งเนื้อทอดนมสด 2 ชีด</p>	<p>UCWA7[1.1] : ค.</p> <p>UCWA7[1.2] : ก.</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>UCWA8[1.1] : ก.</p> <p>UCWA8[1.2] : ค.</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>WA9(1) : ลูกแอปเปิลชั่งน้ำหนักได้.....กรัม WA9(2) : ปลาหมอกแห้งชั่งน้ำหนักได้.....กรัม หรือ.....ชีด</p> <p>UOWA9(1) : 1,300</p> <p>UOWA9(2) : 700 กรัม หรือ 7 ชีด</p> <p>-</p>	<p>ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
A8 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>WA9 : ให้นักเรียนบอกน้ำหนักจากสิ่งที่กำหนดให้</p>	<p>UCWA8[1.1] : ก.</p> <p>UCWA8[1.2] : ค.</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>WA9(1) : ลูกแอปเปิลชั่งน้ำหนักได้.....กรัม WA9(2) : ปลาหมอกแห้งชั่งน้ำหนักได้.....กรัม หรือ.....ชีด</p> <p>UOWA9(1) : 1,300</p> <p>UOWA9(2) : 700 กรัม หรือ 7 ชีด</p> <p>-</p>	<p>ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
A9 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UOWA9(1) : 1,300</p> <p>UOWA9(2) : 700 กรัม หรือ 7 ชีด</p> <p>-</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 35 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงนิทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำอธิบายของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	<p>WA10 : ให้นักเรียนวาดเส้นตรงเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ WA10(1) : ส้ม 100 กรัม WA10(2) : เมล่อน 9 ซีด</p> <p>UC : Understanding of Concepts            UO : Understanding of Operations            UR : Understanding of Relations</p>	<p>-            UOWA10(1) : เพิ่มขึ้นไปซีดที่ 1 ซีด            UOWA10(2) : เพิ่มขึ้นไปซีดที่ 9 ซีด            -</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้            ถูกต้องครบถ้วน</p>
A11 : Action	<p>WA11 : ให้นักเรียนวาดเส้นตรงเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้            WA11(1) : เงาะ 1 กิโลกรัม 2 ซีด WA11(2) : จงเขียนตัวเลขแสดงน้ำหนักบนจอตติคอล (กิโลกรัม)</p> <p>UC : Understanding of Concepts            UO : Understanding of Operations            UR : Understanding of Relations</p>	<p>-            UCWA11(1) : เพิ่มขึ้นไปซีดที่ 1 กก. 2 ซีด            UCWA11(2) : 78            -</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้            ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 35 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
WA12(1) : สัมประต์มีน้ำหนัก.....หน่วย WA12(4) : น้ำหนักของ.....มากกว่าน้ำหนักของมะเขือเทศ	WA12 : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (แทน <input type="text"/> 1 หน่วย) WA12(1) : น้ำหนักของ.....หน่วย WA12(2) : น้ำหนักของ.....หน่วย WA12(3) : ปริศนาคือมีน้ำหนัก.....หน่วย WA12(5) : ผลไม้แต่ละฝักในตะกร้ามีน้ำหนักรวมกันเป็น.....หน่วย	- UOWA12(1) : 6 หน่วย UOWA12(2) : มะเขือเทศ UOWA12(3) : 4 หน่วย UOWA12(4) : แครอท UOWA12(5) : 15 หน่วย	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ไม่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
WP1 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น WP1[1.1] : ถ้าพ่อค้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารหอมมะลิกระสอบนี้ พ่อค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด..... WP1[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้..... WP1[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักข้าวสารคือ .....	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCWP1[1.1] : หมายเลข 4 UCWP1[1.3] : กิโลกรัม	ไม่รู้สึกการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่จะต้องการจะชั่งได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน
P1 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	URWP1[1.2] : เพราะสามารถชั่ง ของที่หนักได้ เช่น ข้าวสาร	ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับ สิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WP2 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในกรณีที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น</p> <p>WP2[1.1] : ถ้าแม่ค้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผล แม่ค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหน่วยใด.....</p> <p>WP2[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้..... WP2[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักมะม่วงคือ.....</p>			
<p>P2 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWP2[1.1] : หมายเลข 1</p> <p>UCWP2[1.3] : กิโลกรัม</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP2[1.1] : หมายเลข 1</p> <p>UCWP2[1.3] : กิโลกรัม</p> <p>URWP2[1.2] : เพราะชั่งผลไม่ได้</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของ ที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>WP3 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในกรณีที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น</p> <p>WP3[1.1] : ถ้าพนักงานไม่ประณีย์ต้องการชั่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษ (EMS) พนักงานไม่ประณีย์จะใช้เครื่องชั่งหน่วยใด.....</p> <p>WP3[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้..... WP3[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักจดหมาย EMS คือ.....</p>			
<p>P3 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWP3[1.1] : หมายเลข 5</p> <p>UCWP3[1.3] : กรัม</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP3[1.1] : หมายเลข 5</p> <p>UCWP3[1.3] : กรัม</p> <p>URWP3[1.2] : เพราะสามารถตั้งของ ที่น้ำหนักเบาได้</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของ ที่จะชั่งน้ำหนักได้</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
P4 : Process	<p>WP4(1)[1.1] : ชั่งน้ำหนักหกรก น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.2] : ชั่งน้ำหนักข้าง 1 ตัว น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.3] : น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p> <p>UOWP4(1)[1.1] : 5 ซีต</p> <p>UOWP4(1)[1.2] : 4,000 กิโลกรัม</p> <p>UOWP4(1)[1.3] : 1,108 กรัม</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>
P4 : Process	<p>WP4(2)[1.1] : ชั่งน้ำหนักฝรั่ง 3 ลูกครั้ง น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.2] : ชั่งน้ำหนักกระเป๋านักเรียนน้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.3] : ชั่งน้ำหนักตุ๊กตามี น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p> <p>UOWP4(2)[1.1] : เอบีเบิล 5 ลูก</p> <p>UOWP4(2)[1.2] : น้ำหนักเด็กเล็ก</p> <p>UOWP4(2)[1.3] : ยาสีฟัน 1 กล่อง</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		WP5 : กำหนดข้อความต่อไปนี้ WP5(1) : ใครคาดคะเนน้ำหนักได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด..... WP5(2) : ใครคาดคะเนน้ำหนักไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....	
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOWP5(1) : มาริใช้ เพราะปลาหมีน้ำหนักเบา UOWP5(2) : โฟกัส เพราะน้ำหนักมากกว่าความเป็นจริง	สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของน้ำหนักที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
O1: Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	WO1 : จากข้อมูลข้างต้น WO1[1.1] : นมสด 1 ขวดจะมีน้ำหนักเป็นกี่กิโลกรัม กี่ขีด..... WO1[1.2] : จงแสดงวิธีคิด..... UOWO1[1.1] : 1 กิโลกรัม 9 ชีด UOWO1[1.2] : น้ำหนักแดงไม่ 3 ลูก = 800x3 = 2 กิโลกรัม 400 ชีด น้ำหนักนมสด = 2.400-(250x2) นมสด = 1 กิโลกรัม 9 ชีด	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

ระดับความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
	<p>WO2 : ให้นักเรียนเติมหน้าหน่วยของน้ำหนักในช่อง.....ให้นำหนักทั้งสองข้างเท่ากัน</p> <p>WO2(1) : 300 g + ..... = 600g      WO2(2) : 330 g + 670 g = 100 + .....      WO2(3) : 2 kg = 1,200 + .....</p> <p>WO2(4) : 2,500 + ..... = 4 kg      WO2(5) : 1 kg + ..... = 1,300 g      WO2(6) : 1 kg + 500 g = ..... + 300 g</p>		
O2 : Object	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOWO2(1) : 300g</p> <p>UOWO2(2) : 900g</p> <p>UOWO2(3) : 800g</p> <p>UOWO2(4) : 1,500g</p> <p>UOWO2(5) : 30g</p> <p>UOWO2(6) : 12 kg</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้</p> <p>ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>
			<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>
	<p>WO3 : กำหนดน้ำหนักของผลไม้ชนิดต่าง ๆ ดังภาพ ให้นักเรียนจับคู่ภาพผลไม้ได้ตรงกับน้ำหนักจริง พร้อมทั้งวาดแสดงน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิดนี้</p> <p>WO3(1) : แอปเปิ้ลน้ำหนักผลละ 3 ซีด      WO3(2) : ส้มหนักผลละ 200 กรัม      WO3(3) : ชมพูผลละ 0.1 กิโลกรัม      WO3(4) : ทุเรียนหนักผลละ 1.5 กิโลกรัม</p> <p>WO3(5) : สับปะรดหนักผลละครึ่งกิโลกรัม      WO3(6) : วาดแสดงน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด      WO3(7) : นำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด.....กิโลกรัม.....ขีด</p>		
O3 : Object	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 3 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 2 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 100 กรัม</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 1.5 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ชั่งไปที่ 500 กรัม</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>

ตาราง 35 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การซ้ำ	ความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การซ้ำ	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O3 : Object	UR : Understanding of Relations	UOWO3(1) : ไม่ตอบ UOWO3(1) : ไม่ตอบ	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	WS1 : มีผลไม่ 3 อย่าง คือ มะม่วง ทุเรียน และ สับปะรด นำผลไม้น้ำหนักทีละ 2 อย่าง ดังภาพ WS1(1) : ออกทหราบว่า ในการซ้ำครั้งที่ 4 เริ่มจะซ้ำที่เลขใด..... WS1(2) : มะม่วงหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม WS1(3) : ทุเรียนหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม WS1(4) : สับปะรดหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม WS1(5) : จงแสดงวิธีคิด.....		สามารถตั้งน้ำหนักของสิ่งที่จะซ้ำ ได้ถูกต้องครบถ้วน
S1 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOWS1(1) : เลข 7 UOWS1(2) : 1 กิโลกรัม 1,000 กรัม UOWS1(3) : 4 กิโลกรัม 4,000 กรัม UOWS1(4) : 2 กิโลกรัม 2,000 กรัม UOWS1(5) : มะม่วง 1 กิโลกรัม ทุเรียน 4 กิโลกรัม สับปะรด 2 กิโลกรัม ซึ่งครั้งที่ 4 = 1+4+2 = 7 กิโลกรัม	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	



ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
WS2(1) : ถ้านักเรียนต้องการจะให้ได้นัก 7 กิโลกรัม โดยได้ตัวดังภาพ นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร จงแสดงวิธีคิด .....	WS2 : กำหนด ตัวซึ่งที่มีรอยดุนิม ดังภาพ		
S2 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOWS2(1) : ซึ่งของที่ 1 5 กิโลกรัม และเอาไปวางไว้ที่ว่าง ซึ่งของที่ 2 5 กิโลกรัม และนำไปวางไว้ที่กองเดิม และนำของจากกองไปไว้ที่ตาซึ่งให้ได้ 3 กิโลกรัม และเอาของที่ตาซึ่งออกและของที่เหลือ อยู่กองเดิมจะมีอยู่ 7 กิโลกรัม	สามารถตั้งน้ำหนักของสิ่งที่จะซึ่งได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	



จากตาราง 35 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของ ยูโร จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของยูโร

ยูโร เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง อยู่ในกลุ่ม A และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มปานกลาง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของยูโร ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ WA1-WA4 ยูโรสามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อยูโรเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน และเครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม ยูโรสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ WA5-WA8 ยูโรรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรรู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นจะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสมเพียงบางส่วน ข้อ WP1-WP3 ยูโรรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น ยูโรรู้ว่าถ้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผลจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 15 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”

ด้านการดำเนินการ ข้อ WA9-WA11 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอบพันธุ์ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ซีด ข้อ WA12 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย ข้อ WP4 ยูโรสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้ ข้อ WP5 ยูโรสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่าไฟก๊สคาดคะเนน้ำหนักของแจ็กประมาณ 40 ตัน ว่าไม่สมจริงที่สุด ข้อ WO1 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถบอกน้ำหนักของนมสด 1 ขวด เท่ากับ 1 กิโลกรัม 9 ซีด ข้อ WO2 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน

และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม ข้อ WO3 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถบอกได้ว่าชามฟู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม ข้อ WS1 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถบอกได้ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7 ข้อ WS2 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถบอกได้วิธีการชั่งได้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ WA12 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย ข้อ WP1-WP3 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรรู้ว่าถ้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผลจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 15 กิโลกรัม เพราะชั่งผลไม่ได้ ข้อ WP5 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรรู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ควรเป็นกิโลกรัม ข้อ WO1 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถรวมน้ำหนักสิ่งของนมสด 1 ขวด เท่ากับ 1 กิโลกรัม 9 ชีด ข้อ WO2 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถหาคำตอบของ  $300\text{ g} + ? = 600\text{ g}$  ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้ ข้อ WO3 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้ ข้อ WS1 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1,000 กรัม

ตาราง 36 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง ของปอนด์

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>WA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA1[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งนำหน้าตัว WA1[1.2] : .....เครื่องมือซึ่งสปริงแบบ 60 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA1[1.1] : F สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้ากันได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>UO : Understanding of Operations UCWA1[1.2] : E เขียนคำตอบเป็น "F" และ "E"</p> <p>UR : Understanding of Relations - -</p>		
A2 : Action	<p>WA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA2[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งสปริงแบบเสริม WA2[1.2] : .....เครื่องมือซึ่งดีดอด</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA2[1.1] : A สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้ากันได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>UO : Understanding of Operations UCWA2[1.1] : B เขียนคำตอบเป็น "A" และ "B"</p> <p>UR : Understanding of Relations - -</p>		
A3 : Action	<p>WA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA2[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งแบบคู่มีเดือน WA2[1.2] : .....เครื่องมือซึ่งสองแขน</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA3[1.1] : C สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้ากันได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>UO : Understanding of Operations UCWA3[1.1] : G เขียนคำตอบเป็น "C" และ "G"</p> <p>UR : Understanding of Relations - -</p>		

ตาราง 36 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A4 : Action	WA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งให้นักตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA4[1.1] : .....	UC : Understanding of Concepts UCWA4[1.1] : D  UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้าได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "D"
A5 : Action	WA5 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการซึ่งนำหน้าสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ WA5[1.1] : ถ้าต้องการซึ่งนำหน้าตัวของพะ UC : Understanding of Concepts UCWA5[1.1] : ข. UCWA5[1.2] : ค.  UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	WA5[1.2] : ถ้าต้องการซึ่งร้อยคของค่า 1 เต้น	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องซึ่งกับสิ่งของที่ต้องการ จะซึ่งได้เหมาะสม และบอกการซึ่งงานได้ถูกต้อง ครบถ้วน
A6 : Action	WA6 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการซึ่งนำหน้าสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ WA6[1.1] : ถ้าต้องการซึ่งยางพาราแผ่น 20 กอ UC : Understanding of Concepts UCWA6[1.1] : ค. UCWA6[1.2] : ข.  UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	WA6[1.2] : ถ้าต้องการซึ่งมีกหรือผลไม้ 4 กิโลกรัม	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องซึ่งกับสิ่งของที่ต้องการ จะซึ่งได้เหมาะสม และบอกการซึ่งงานได้ถูกต้อง ครบถ้วน

ตาราง 36 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมีนัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A7 : Action	<p>WA7 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้น้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ</p> <p>WA7[1.1] : ถ้าต้องการชั่งโสมและสมุนไพรเงิน WA7[1.2] : ถ้าต้องการชั่งโสม 7 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWA7[1.1] : ค.</p> <p>UCWA7[1.2] : ก.</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>WA8 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้น้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ</p> <p>WA8[1.1] : ถ้าต้องการชั่งข้าวสาร 20 กิโลกรัม WA8[1.2] : ถ้าต้องการชั่งเนื้อทอดคนละ 2 ชีด</p>	<p>UCWA7[1.1] : ค.</p> <p>UCWA7[1.2] : ก.</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>UCWA8[1.1] : ค.</p> <p>UCWA8[1.2] : ก.</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>UCWA9(1) : 1,300</p> <p>UCWA9(2) : 700 กรัม หรือ 7 ชีด</p> <p>-</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
A8 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>WA9 : ให้นักเรียนบอกน้ำหนักจากสิ่งที่กำหนดให้ WA9(1) : ลูกแอปเปิ้ลชั่งน้ำหนักได้.....กรัม WA9(2) : ปลาหมอตูน่าชั่งน้ำหนักได้.....กรัม หรือ.....ขีด</p>	<p>UCWA9(1) : ค.</p> <p>UCWA9(2) : ก.</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>UCWA9(1) : 1,300</p> <p>UCWA9(2) : 700 กรัม หรือ 7 ชีด</p> <p>-</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
A9 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWA9(1) : 1,300</p> <p>UCWA9(2) : 700 กรัม หรือ 7 ชีด</p> <p>-</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 36 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	WA10 : ให้นักเรียนวาดเริ่มตารางเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไป WA10(1) : ส้ม 100 กรัม WA10(2) : เมล่อน 9 ซีด		
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOWA10(1) : ซึ่มสี่ใบที่ขีดที่ 1 ซีด UOWA10(2) : ซึ่มสี่ใบที่ขีดที่ 9 ซีด	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	
A11 : Action	WA11 : ให้นักเรียนวาดเริ่มตารางเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไป WA11(1) : เงาะ 1 กิโลกรัม 2 ซีด WA11(2) : ฝรั่งเขียวตัวเล็กแสดงน้ำหนักบนจอคิดเลข (กิโลกรัม)		
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UCWA11(1) : ซึ่มสี่ใบที่ขีดที่ 1 กก. 2 ซีด UCWA11(2) : 78	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	

ตาราง 36 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้แจง	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้แจง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WA12(1) : สัมประตมมีน้ำหนัก.....หน่วย</p> <p>WA12(2) : น้ำหนักของ.....เป็น 2 หน่วย</p> <p>WA12(3) : ปริศาคณิตมีน้ำหนัก.....หน่วย</p> <p>WA12(4) : น้ำหนักของ.....มากกว่าน้ำหนักของมะเขือเทศ</p> <p>WA12(5) : ผลไม้และผักในตะกร้ามีน้ำหนักรวมกันเป็น.....หน่วย</p>	<p>WA12 : จงเติมคำตอบในช่องว่างให้สมบูรณ์ (แทน <input type="text"/> 1 หน่วย)</p>	<p>UOWA12(1) : 6 หน่วย</p> <p>UOWA12(2) : มะเขือเทศ</p> <p>UOWA12(3) : 4 หน่วย</p> <p>UOWA12(4) : แครอท</p> <p>UOWA12(5) : 13 หน่วย</p>	<p>สามารถชี้แจงน้ำหนักของสิ่งที่จะชี้แจงได้</p> <p>ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>
<p>A12 : Action</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>
<p>WP1 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนี้</p> <p>WP1[1.1] : ถ้าพ่อค้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารหอมมะลิกระสอบนี้ พ่อค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด.....</p> <p>WP1[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้.....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP1[1.1] : หมายเลข 2</p> <p>UCWP1[1.3] : กิโลกรัม</p>	<p>ผู้สังเกตการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p>
<p>P1 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>URWP1[1.2] : เพราะเครื่องชั่งนี้สามารถชั่งของที่มีน้ำหนักมากได้</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม</p>



ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WP2 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น</p> <p>WP2[1.1] : ถ้าแม่ค้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผล แม่ค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด.....</p> <p>WP2[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้..... WP2[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักมะม่วงคือ.....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWP2[1.1] : หมายเลข 1</p> <p>UCWP2[1.3] : กิโลกรัม</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP2[1.1] : หมายเลข 1</p> <p>UCWP2[1.3] : กิโลกรัม</p> <p>URWP2[1.2] : เพราะสามารถชั่งผลไม้ได้</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่ชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>WP3 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น</p> <p>WP3[1.1] : ถ้าพนักงานไปรษณีย์ต้องการชั่งน้ำหนักจดหมายพิเศษ (EMS) พนักงานไปรษณีย์จะใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด.....</p> <p>WP3[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้..... WP3[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักจดหมาย EMS คือ.....</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWP3[1.1] : หมายเลข 5</p> <p>UCWP3[1.3] : กรัม</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP3[1.1] : หมายเลข 5</p> <p>UCWP3[1.3] : กรัม</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่ชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม</p>

ระดับความเข้าใจเชิงมีต้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมีต้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WP4(1)[1.1] : ชั่งน้ำหนักชาก น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.2] : ชั่งน้ำหนักข้าง 1 ตัว น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.3] : น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p>	<p>UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UOWP4(1)[1.1] : 2.700 กรัม UOWP4(1)[1.2] : 4.000 กิโลกรัม UOWP4(1)[1.3] : 1.108 กรัม</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>WP4(2)[1.1] : ชั่งน้ำหนักฝรั่ง 3 ลูกครั้ง น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.3] : ชั่งน้ำหนักตุ๊กตามี น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p>	<p>UC : Understanding of Relations</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ คือ.....</p>
<p>P4 : Process</p>	<p>UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UOWP4(2)[1.1] : แอปเปิ้ล 5 ลูก UOWP4(2)[1.2] : น้ำหนักเด็กเล็ก UOWP4(2)[1.3] : ยาสีฟัน 1 กลอง</p>	<p>UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 36 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
		WP5 : กำหนดข้อความต่อไปนี้ WP5(1) : ใครคาดคะเนน้ำหนักได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด..... WP5(2) : ใครคาดคะเนน้ำหนักไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....	
P5 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	- UOWP5(1) : มาริใช้ เพราะปลาหูฉินน้ำหนักเบา UOWP5(2) : ไฟกัธ เพราะน้ำหนักมากกว่าความเป็นจริง -	สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งของที่ชี้ซึ่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
		WO1 : จากข้อมูลข้างต้น WO1[1.1] : นมสด 1 ขวดจะมีน้ำหนักเป็นกี่กิโลกรัม กี่ขีด..... WO1[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....	
O1: Object	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOWO[1.1] : 1 กิโลกรัม 9 ชีด UOWO[1.2] : แดงโม 3 ลูก = 800 กรัม แดงโม 3 ลูก = 800x3 = 2 กิโลกรัม 400 ชีด = 2,400 กรัม เนย 1 ก้อน = 250 กรัม 2 ก้อน = 500 กรัม ห่านน้ำหนักนมสด = 5,000-500 = 1,900 ก. นมสด = 1 กิโลกรัม 9 ชีด	สามารถชี้น้ำหนักของสิ่งที่จะชี้ซึ่งได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

ระดับความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WO2 : ให้นักเรียนเติมน้ำหนักและหน่วยของน้ำหนักในช่อง.....ให้นำหนักทั้งสองข้างเท่ากัน</p> <p>WO2(1) : 300 g + ..... = 600g      WO2(2) : 330 g + 670 g = 100 + .....      WO2(3) : 2 kg = 1,200 + .....</p> <p>WO2(4) : 2,500 + ..... = 4 kg      WO2(5) : 1 kg + ..... = 1,300 g      WO2(6) : 1 kg + 500 g = ..... + 300 g</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOWO2(1) : 300g</p> <p>UOWO2(2) : 900g</p> <p>UOWO2(3) : 800g</p> <p>UOWO2(4) : 1,500g</p> <p>UOWO2(5) : 300g</p> <p>UOWO2(6) : 1,200 kg</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้</p> <p>ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>WO3 : กำหนดน้ำหนักของผลไม้ชนิดต่าง ๆ ดังภาพ ให้นักเรียนจับคู่ภาพผลไม้ตรงกับน้ำหนักบนตาชั่ง พร้อมทั้งวาดเสกเสกน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิดนี้</p> <p>WO3(1) : แอปเปิ้ลหนักผลละ 3 ซีด      WO3(2) : ส้มหนักผลละ 200 กรัม      WO3(3) : ชมพูผลละ 0.1 กิโลกรัม      WO3(4) : ทุเรียนหนักผลละ 1.5 กิโลกรัม</p> <p>WO3(5) : สับปะรดหนักผลละครึ่งกิโลกรัม      WO3(6) : วาดเสกเสกน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด      WO3(7) : นำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด.....กิโลกรัม.....ซีด</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOWO3(1) : ซีดไปที่ 3 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซีดไปที่ 2 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซีดไปที่ 100 กรัม</p> <p>UOWO3(1) : ซีดไปที่ 1.5 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซีดไปที่ 500 กรัม</p>	<p>สามารถบอกความสัมพัทธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 36 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O3 : Object	<p>WS1(1) : อยกทราบว่า ในการชี้ครั้งที่ 4 จะชี้ที่ใด.....</p> <p>WS1(2) : มะม่วงหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม</p> <p>WS1(3) : ทุเรียนหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม</p> <p>WS1(4) : สับปะรดหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม</p> <p>WS1(5) : ฝรั่งหนัก.....</p>	<p>UOWO3(1) : ชี้ไปที่ 2 กิโลกรัม 6 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : 2 กิโลกรัม 6 ซีด</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>WS1 : มีผลไม้ 3 อย่าง คือ มะม่วง ทุเรียน และ สับปะรด นำผลไม้ทั้งน้ำหนักที่ละ 2 อย่าง ดังภาพ</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
S1 : Schema	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>UOWS1(1) : เลข 7</p> <p>UOWS1(2) : 1 กิโลกรัม 1,000 กรัม</p> <p>UOWS1(3) : 4 กิโลกรัม 4,000 กรัม</p> <p>UOWS1(4) : 2 กิโลกรัม 2,000 กรัม</p> <p>UOWS1(5) : ทุเรียน + สับปะรด = 6 กก.</p> <p>ทุเรียน+มะม่วง = 5 กก.</p> <p>สับปะรด+ มะม่วง = ?</p> <p>สมมติเลข 4+2 = 6 กก.</p> <p>4+1 = 5 กก. 2+1 = 3 กก.</p> <p>4+2+1 = 7 กิโลกรัม</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
UR : Understanding of Relations		<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 36 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
WS2(1) : ถ้านักเรียนต้องการชั่งของให้ได้น้ำหนัก 7 กิโลกรัม โดยใช้ตราชั่งตวงน้ำหนัก นักเรียนจะมีวิธีการชั่งอย่างไร จงแสดงวิธีคิด .....	WS2 : กำหนด ตาชั่งที่มีรอยสัณนิม ดังภาพ	-	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
S2 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	UOWS2(1) : ใช้การกะประมาณ โดยตราชั่ง 7 กก. เมื่อแบ่งครึ่งจะได้ 10 กก. ดังนั้นนำเลข 3 ที่ ที่ประมาณให้ห่างออกจาก การแบ่งครึ่ง 3 กิโลกรัม แบ่งเป็นสองครึ่ง	-
UR : Understanding of Relations	-	-	-



จากตาราง 36 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของ ปอนด์ จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของปอนด์

ปอนด์ เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง อยู่ในกลุ่ม AP และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและ การชั่ง อยู่ในกลุ่มปานกลาง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้าน การดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของปอนด์ ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ WA1-WA4 ปอนด์สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อปอนด์เห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่งสปริง แบบเข็ม เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน และเครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม ปอนด์สามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ WA5-WA8 ปอนด์รู้หลักการในการ เลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกการใช้งานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์รู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นจะเลือกใช้เครื่องชั่ง ดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม ข้อ WP1-WP3 ปอนด์รู้หลักการ ในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน และบอกหน่วยการชั่งของ สิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น ปอนด์รู้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารจะ เลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”

ด้านการดำเนินการ ข้อ WA9-WA11 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอบพันธุ์ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ซีด ข้อ WA12 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย ข้อ WP4 ปอนด์สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้ ข้อ WP5 ปอนด์สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่าโบกี้คาดคะเนน้ำหนัก ของน้ำตาลทราย 1 ถูประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และไฟกัสดคาดคะเนน้ำหนักของแจ๊ค ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่สมจริงที่สุด ข้อ WO1 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกน้ำหนักของนมสด เท่ากับ 1 กิโลกรัม 9 ซีด

ข้อ WO2 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม ข้อ WO3 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์สามารถบอกได้ว่าชมพู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม ข้อ WS1 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกได้ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7 ข้อ WS2 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกได้วิธีการชั่งได้ครบถ้วน เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ แต่วิธีการยังไม่ชัดเจน และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ WA12 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย ข้อ WP1-WP3 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะสามารถชั่งของที่มีน้ำหนักมากได้ ข้อ WP5 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์รู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถูง ควรเป็นกิโลกรัม ข้อ WO1 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถรวมน้ำหนักสิ่งของต่าง ๆ ได้ และถูกต้องครบถ้วน ข้อ WO2 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถหาคำตอบของ  $1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}$  ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้ ข้อ WO3 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง และสามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้ ข้อ WS1 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1,000 กรัม



ตาราง 37 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของรูป

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	<p>WA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้ดูรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชั่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA1[1.1] : .....เครื่องมือชั่งน้ำหนักตัว      WA1[1.2] : .....เครื่องชั่งสปริงแบบ 60 กิโลกรัม</p>	<p>UC : Understanding of Concepts      UCWA1[1.1] : F</p> <p>UCWA1[1.2] : E</p> <p>UO : Understanding of Operations      -</p> <p>UR : Understanding of Relations      -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "F" และ "E"</p>
A2 : Action	<p>WA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้ดูรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชั่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA2[1.1] : .....เครื่องมือชั่งสปริงแบบเข็ม      WA2[1.2] : .....เครื่องชั่งดิจิทัล</p>	<p>UC : Understanding of Concepts      UCWA2[1.1] : A</p> <p>UCWA2[1.1] : B</p> <p>UO : Understanding of Operations      -</p> <p>UR : Understanding of Relations      -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "A" และ "B"</p>
A3 : Action	<p>WA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้ดูรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชั่งให้ถูกต้อง</p> <p>WA3[1.1] : .....เครื่องมือชั่งแบบตุ้มเดือน      WA3[1.2] : .....เครื่องชั่งตวงข้าว</p>	<p>UC : Understanding of Concepts      UCWA3[1.1] : C</p> <p>UCWA3[1.1] : G</p> <p>UO : Understanding of Operations      -</p> <p>UR : Understanding of Relations      -</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "C" และ "G"</p>

ตาราง 37 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A4 : Action	<p>WA4 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือนักคิดที่กำลังทำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชี้ให้ถูกต้อง</p> <p>WA4[1.1] : .....เครื่องชี้ประเภท 15 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA4[1.1] : D</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA5 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้หน้าหนังสือของตามที่ระบุดังภาพ</p> <p>WA5[1.1] : ถ้าต้องการชี้หน้าหนังสือของพ่อ WA5[1.2] : ถ้าต้องการชี้สร้อยคอของค่า 1 เส้น</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องชี้หน้าหนังสือได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนคำตอบเป็น "D"</p>	
A5 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA5[1.1] : ข.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA6 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชี้หน้าหนังสือของตามที่ระบุดังภาพ</p> <p>WA6[1.1] : ถ้าต้องการชี้ยงพาราแผ่น 20 กง WA6[1.2] : ถ้าต้องการชี้ผักหรือผลไม้ 4 กิโลกรัม</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชี้กับสิ่งของที่ต้องการชี้ซึ่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	
A6 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA6[1.1] : ค.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชี้กับสิ่งของที่ต้องการชี้ซึ่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	

ตาราง 37 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A7 : Action	<p>WA7 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่จะบ่งชี้ภาพ</p> <p>WA7[1.1] : ถ้าต้องการชั่งส้มและสมุนไพร 7 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWA7[1.1] : ค.</p> <p>UCWA7[1.2] : ก.</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWA7[1.1] : ค.</p> <p>UCWA7[1.2] : ก.</p>	<p>ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
A8 : Action	<p>WA8 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่จะบ่งชี้ภาพ</p> <p>WA8[1.1] : ถ้าต้องการชั่งข้าวสาร 20 กิโลกรัม</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UCWA8[1.1] : ค.</p> <p>UCWA8[1.2] : ก.</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWA8[1.1] : ค.</p> <p>UCWA8[1.2] : ก.</p>	<p>ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>
A9 : Action	<p>WA9 : ให้นักเรียนบอกน้ำหนักจากสิ่งที่กำหนดให้</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>WA9(1) : ลูกแอปเปิ้ลชั่งน้ำหนักได้.....กรัม</p> <p>WA9(2) : ปลาหมอคุ้งน้ำหนักได้.....กรัม หรือ.....ขีด</p> <p>UOWA9(1) : 1,300</p> <p>UOWA9(2) : 700 กรัม หรือ 7 ขีด</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

## ตาราง 37 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	WA10 : ให้นักเรียนวาดรูปต่างเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ WA10(1) : ส้ม 100 กรัม WA10(2) : เมล่อน 9 ซีด	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน
A11 : Action	WA11 : ให้นักเรียนวาดรูปต่างเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ WA11(1) : เงาะ 1 กิโลกรัม 2 ซีด WA11(2) : ฝรั่งเขียวสดแสดงน้ำหนักบนจอตีตอล (กิโลกรัม)	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน



ตาราง 37 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
	WA12(1) : สัมผัสคมีนำหนัก.....หน่วย WA12(2) : นำหนักของ.....เป็น 2 หน่วย WA12(3) : ปริศาคีลมีนำหนัก.....หน่วย WA12(4) : นำหนักของ.....มากกว่านำหนักของมะเขือเทศ WA12(5) : ผลไม้และผักในตะกร้ามีนำหนักรวมกันเป็น.....หน่วย	WA12 : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (แทน <input type="text"/> 1 หน่วย) WA12(1) : สัมผัสคมีนำหนัก.....หน่วย WA12(2) : นำหนักของ.....เป็น 2 หน่วย WA12(3) : ปริศาคีลมีนำหนัก.....หน่วย WA12(4) : นำหนักของ.....มากกว่านำหนักของมะเขือเทศ WA12(5) : ผลไม้และผักในตะกร้ามีนำหนักรวมกันเป็น.....หน่วย	
A12 : Action	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	- UOWA12(1) : 6 หน่วย UOWA12(2) : มะเขือเทศ UOWA12(3) : 4 หน่วย UOWA12(4) : แครอท UOWA12(5) : 15 หน่วย	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน  สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ไม่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
	WP1 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น WP1[1.1] : ถ้าพ่อค้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารห่อละสองปอนด์ พ่อค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลข..... WP1[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้..... WP1[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักข้าวสารคือ .....		
P1 : Process	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	UCWP1[1.1] : หมายเลข 2 UCWP1[1.3] : กิโลกรัม  -	รู้สึกการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ ต้องการชั่งได้เหมาะสม บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน  สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่ จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 37 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
WP2 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น WP2[1.1] : ถ้าแม่ค้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผล แม่ค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด..... WP2[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้..... WP2[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักมะม่วงคือ.....		UCWP2[1.1] : หมายเลข 2 UCWP2[1.3] : กิโลกรัม	ไม่รู้สึกว่าการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน
P2 : Process	UC : Understanding of Concepts UR : Understanding of Relations UR : Understanding of Relations	UCWP2[1.1] : หมายเลข 2 URWP2[1.2] : เพราะมีขนาดที่เหมาะสมกับน้ำหนักของมะม่วง	ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม
WP3 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น WP3[1.1] : ถ้าพนักงานไปรษณีย์ต้องการชั่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษ (EMS) พนักงานไปรษณีย์จะใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด..... WP3[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้..... WP3[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักจดหมาย EMS คือ.....		UCWP3[1.1] : หมายเลข 5 UCWP3[1.3] : กรัม	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน
P3 : Process	UC : Understanding of Concepts UR : Understanding of Relations	UCWP3[1.1] : หมายเลข 5 URWP3[1.2] : เพราะมีขนาดเหมาะสมกับน้ำหนักของจดหมาย	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้

ตาราง 37 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงนิเวศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
P4 : Process	WP4(1)[1.1] : ชั่งน้ำหนักทกรก น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.2] : ชั่งน้ำหนักข้าง 1 ตัว น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.3] : น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....	WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ UOWP4(1)[1.1] : 2.700 กรัม UOWP4(1)[1.2] : 4.000 กิโลกรัม UOWP4(1)[1.3] : 1.108 กรัม	คาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	-
P4 : Process	WP4(2)[1.1] : ชั่งน้ำหนักผลไม้ 3 ลูกครึ่ง น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.2] : ชั่งน้ำหนักกระป๋องน้ำดื่มที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.3] : ชั่งน้ำหนักตุ๊กตามี น้ำหนักที่คาดคะเนได้ คือ.....	WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ UOWP4(2)[1.1] : แอปเปิ้ล 5 ลูก UOWP4(2)[1.2] : น้ำหนักเด็กเล็ก UOWP4(2)[1.3] : ยาสีฟัน 1 กล่อง	คาดคะเนน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	-

ตาราง 37 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WP5(1) : ใครคาดคะเนน้ำหนักได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด.....</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>WO : Understanding of Operations</p>	<p>WP5 : กำหนดข้อความต่อไปนี้</p> <p>UOWP5(1) : ข. เพราะน้ำหนักตาลทราย 1 ถุง มีน้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม ซึ่งสมเหตุผล</p> <p>UOWP5(2) : ก. เพราะน้ำหนักของคนปกติประมาณ 20-100 กิโลกรัม มีน้ำหนักไม่ถึง 1 ตัน</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>WP5(2) : ใครคาดคะเนน้ำหนักไม่สมจริงที่สุด จึงให้เหตุผลประกอบ.....</p> <p>สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งของที่ชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	<p>การวิเคราะห์</p>
<p>WO1[1.1] : นมสด 1 ขวดจะมีน้ำหนักเป็นกิโลกรัม กี่ขีด</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>WO : Understanding of Operations</p>	<p>WO1 : จากข้อมูลข้างต้น</p> <p>UOWO1[1.1] : 2 กิโลกรัม 6 ชีด</p> <p>UOWO1[1.2] : น้ำหนักแดงโม 3 ลูก = <math>800 \times 3 = 2</math> กิโลกรัม 400 ชีด = 2,400 กรัม</p> <p>น้ำหนักนมสด = <math>5,000 - 2,400 = 2,600</math> ก. นมสด = 2 กิโลกรัม 6 ชีด</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>	<p>การวิเคราะห์</p>



ตาราง 37 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WO2 : ให้นักเรียนเติมหน้าหนักและหน่วยของน้ำหนักในช่อง.....ให้นำหนักทั้งสองข้างเท่ากัน</p> <p>WO2(1) : 300 g + ..... = 600g      WO2(2) : 330 g + 670 g = 100 + .....      WO2(3) : 2 kg = 1,200 + .....</p> <p>WO2(4) : 2,500 + ..... = 4 kg      WO2(5) : 1 kg + ..... = 1,300 g      WO2(6) : 1 kg + 500 g = ..... + 300 g</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>UOWO2(1) : 300g</p> <p>UOWO2(2) : 900g</p> <p>UOWO2(3) : 800g</p> <p>UOWO2(4) : 1,500g</p> <p>UOWO2(5) : 300g</p> <p>UOWO2(6) : 1,200 kg</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้</p> <p>ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>WO3 : กำหนดน้ำหนักของผลไม้ชนิดต่าง ๆ ดังภาพ ให้นักเรียนจับคู่ภาพผลไม้ให้ตรงกับน้ำหนักบนตาชั่ง พร้อมทั้งวาดเสกคานน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิดนี้</p> <p>WO3(1) : แอปเปิ้ลน้ำหนักผลละ 3 ซีด      WO3(2) : ส้มหนักผลละ 200 กรัม      WO3(3) : ชมพูผลละ 0.1 กิโลกรัม      WO3(4) : ทุเรียนหนักผลละ 1.5 กิโลกรัม</p> <p>WO3(5) : สับปะรดหนักผลละครึ่งกิโลกรัม      WO3(6) : กล้วยหนักผลละไม่ถึงห้าชนิด      WO3(7) : น้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด.....กิโลกรัม.....ซีด</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>UOWO3(1) : ซีบที่ 3 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซีบที่ 2 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซีบที่ 100 กรัม</p> <p>UOWO3(1) : ซีบที่ 1.5 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซีบที่ 500 กรัม</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น</p> <p>แบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 37 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีในทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>O3 : Object</p> <p>UR : Understanding of Relations</p> <p>WS1 : มีผลไม้ 3 อย่าง คือ มะม่วง ทุเรียน และ สับปะรด นำผลไม้มาซึ่งน้ำหนักที่ละ 2 อย่าง ดังภาพ</p> <p>WS1(1) : อยากรู้อะไร ในภาพว่า การตั้งครั้งที่ 4 จะมีอะไรที่เลขใด.....</p> <p>WS1(2) : มะม่วงหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม</p> <p>WS1(3) : ทุเรียนหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม</p> <p>WS1(4) : สับปะรดหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม</p> <p>WS1(5) : ุงแสดงวิธีคิด.....</p>	<p>UOWO3(1) : ซื้ไปที่ 2 กิโลกรัม 6 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : 2 กิโลกรัม 6 ซีด</p> <p>-</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>S1 : Schema</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>UOWS1(1) : เลข 7</p> <p>UOWS1(2) : 1 กิโลกรัม 1,000 กรัม</p> <p>UOWS1(3) : 4 กิโลกรัม 4,000 กรัม</p> <p>UOWS1(4) : 2 กิโลกรัม 2,000 กรัม</p> <p>UOWS1(5) : นำการตั้งครั้งที่ 1 + ครั้งที่ 2 = 6+5=11 ประกอบด้วยทุเรียน 2 ลูก สับปะรด และมะม่วง เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งที่ 3 จะหักลบสับปะรดและมะม่วงออกไป 3 กก. 11-3=8 ทุเรียน 2 ผล ทุเรียน 1 ผล = 4 กก. นำครั้งที่ 1 + ครั้งที่ 3=6+3=9 ประกอบด้วย สับปะรด 2 ลูก มะม่วงและทุเรียน=9-5=4 สับปะรด 1 ผล 2 กก. มะม่วง 1 กก.</p>	<p>สามารถตั้งน้ำหนักของสิ่งที่จะตั้งได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>-</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 37 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
WS2(1) : ถ้านักเขียนต้องการซึ่งของให้ได้น้ำหนัก 7 กิโลกรัม โดยใช้ตาซึ่งตั่งภาพ นักเขียนจะมีวิธีการซึ่งอย่างไร จงแสดงวิธีคิด .....	WS2 : กำหนด ตาซึ่งที่มีรอยสนิม ดังภาพ		
S2 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations	UC : - UOWS2(1) : ซึ่งครั้งที่ 1 5 กก. และเอาไปวางไว้ที่ว่าง ซึ่งครั้งที่ 2 5 กก. และเอาไปวางไว้ที่กองเดิม แล้วยืม ของออกจากกองนั้นไปวางไว้ที่ตาซึ่งให้ได้ 3 กิโลกรัม และเอาของซึ่งอยู่บนตาซึ่งออกและของที่เหลืออยู่ที่ กองเดิมจะมีอยู่ 7 กิโลกรัม	สามารถซึ่งน้ำหนักของสิ่งที่จะตั้ง ได้ถูกต้องครบถ้วน
	UR : Understanding of Relations	-	



จากตาราง 37 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของ รุปี จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของรุปี

รุปี เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง อยู่ในกลุ่ม APO และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มปานกลาง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของรุปี ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ WA1-WA4 รุปีสามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อรุปีเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน และเครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม รุปีสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ WA5-WA8 รุปีรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รุปีรู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้น จะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม ข้อ WP1-WP3 รุปีรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น รุปีรู้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”

ด้านการดำเนินการ ข้อ WA9-WA11 รุปีสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอบพันธุ์ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ชีด ข้อ WA12 รุปีสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วยข้อ WP4 รุปีสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งในที่เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้ ข้อ WP5 รุปีสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่าโบกี้คาดคะเนน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถูประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และโฟกัสคาดคะเนน้ำหนักของแจ๊ค ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่สมจริงที่สุด ข้อ WO1 รุปีสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รุปีสามารถบอกน้ำหนักของแตงโม 3 ลูก เท่ากับ 2,400 กรัม ข้อ WO2 รุปีสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะ

จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปีสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม ข้อ WO3 ฐปีสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปีสามารถบอกได้ว่าชมพู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม ข้อ WS1 ฐปีสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปีสามารถบอกได้ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7 ข้อ WS2 ฐปีสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปีสามารถบอกได้วิธีการชั่งได้ครบถ้วนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ WA12 ฐปีสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปีสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย ข้อ WP1-WP3 ฐปีสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ฐปีสามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะมีน้ำหนักที่ชั่งรองรับน้ำหนักข้าวสาร ข้อ WP5 ฐปีสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปีรู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถูง ควรเป็นกิโลกรัม ข้อ WO1 ฐปีสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ฐปีสามารถบอกน้ำหนักของแตงโม 3 ลูกได้ แต่ไม่สามารถบอกน้ำหนักรวมสิ่งของต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ข้อ WO2 ฐปีสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปีสามารถหาคำตอบของ  $1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}$  ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้ ข้อ WO3 ฐปีสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปีสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง และสามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้ ข้อ WS1 ฐปีสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปีสามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1,000 กรัม

ตาราง 38 ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การซึ่ง ของเปโซ

ระดับความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การซึ่ง	ความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การซึ่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A1 : Action	WA1 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าหมักตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA1[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งนำหน้าหมักตัว WA1[1.2] : .....เครื่องซึ่งสปริงแบบ 60 กิโลกรัม	UC : Understanding of Concepts UCWA1[1.1] : F UCWA1[1.2] : E UR : Understanding of Operations - UR : Understanding of Relations -	สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้าหมักได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนคำตอบเป็น "F" และ "E"
A2 : Action	WA2 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าหมักตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA2[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งสปริงแบบเสริม WA2[1.2] : .....เครื่องซึ่งดีดชด	UC : Understanding of Concepts UCWA2[1.1] : A UCWA2[1.1] : B UR : Understanding of Operations - UR : Understanding of Relations -	สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้าหมักได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนคำตอบเป็น "A" และ "B"
A3 : Action	WA3 : ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือซึ่งนำหน้าหมักตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA3[1.1] : .....เครื่องมือซึ่งสปริงแบบเต็ม WA3[1.2] : .....เครื่องซึ่งตองแทน	UC : Understanding of Concepts UCWA3[1.1] : C UCWA3[1.1] : G UR : Understanding of Operations - UR : Understanding of Relations -	สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้าหมักได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนคำตอบเป็น "C" และ "G"

ตาราง 38 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมีนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A4 : Action	<p>WA4 : ให้นักเรียนออกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้าตามที่กำหนดให้ด้วย โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องซึ่งให้ถูกต้อง WA4[1.1] : .....</p> <p>UC : Understanding of Concepts UCWA4[1.1] : D</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA5 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการซึ่งนำหน้าสิ่งของตามที่จะระบุถึงภาพ WA5[1.1] : ถ้าต้องการซึ่งนำหน้าตัวของพ่อ WA5[1.2] : ถ้าต้องการซึ่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้น</p>	<p>สามารถบอกชื่อเครื่องซึ่งนำหน้ากันได้ถูกต้อง เขียนคำตอบเป็น "D"</p>	
A5 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA5[1.1] : ข.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WA6 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการซึ่งนำหน้าสิ่งของตามที่จะระบุถึงภาพ WA6[1.1] : ถ้าต้องการซึ่งยงพาราแฉ่น 20 กง WA6[1.2] : ถ้าต้องการซึ่งผักหรือผลไม้ 4 กิโลกรัม</p>	<p>UCWA5[1.2] : ค.</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องซึ่งกับสิ่งของที่ต้องการ จะซึ่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้อง ครบถ้วน</p>
A6 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts UCWA6[1.1] : ก.</p> <p>UO : Understanding of Operations -</p> <p>UR : Understanding of Relations -</p>	<p>UCWA6[1.2] : ข.</p>	<p>รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องซึ่งกับสิ่งของที่ต้องการ จะซึ่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน</p>

ตาราง 38 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A7 : Action	WA7 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ	WA7[1.1] : 1. ค. WA7[1.2] : 2. ก.	ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน
	UC : Understanding of Concepts	UCWA7[1.1] : ค. UCWA7[1.2] : ก.	
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	-	
A8 : Action	WA8 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ	WA8[1.1] : 1. ก. WA8[1.2] : 2. ข.	ผู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	UC : Understanding of Concepts	UCWA8[1.1] : ก. UCWA8[1.2] : ข.	
	UO : Understanding of Operations	-	
	UR : Understanding of Relations	-	
A9 : Action	WA9 : ให้นักเรียนบอกน้ำหนักจากสิ่งที่กำหนดให้	WA9(1) : 1. 320 กรัม WA9(2) : 2. 600 กรัม หรือ 0.6 กิโลกรัม	ไม่ตามกรชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้อง
	UC : Understanding of Concepts	-	
	UO : Understanding of Operations	UOWA9(1) : 1,320 UOWA9(2) : 600 กรัม หรือ 0.6 กิโลกรัม	
	UR : Understanding of Relations	-	



ตาราง 38 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
A10 : Action	<p>WA10 : ให้นักเรียนวาดเข็มนาฬิกาซึ่งเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ WA10(1) : สัม 100 กรัม WA10(2) : เมล่อน 9 ซีด</p> <p>UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations</p>	<p>- UOWA10(1) : เริ่มชี้ไปที่ขีดที่ 1 ซีด UOWA10(2) : เริ่มชี้ไปที่ขีดที่ 9 ซีด</p> <p>-</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน</p>
A11 : Action	<p>WA11 : ให้นักเรียนวาดเข็มนาฬิกาซึ่งเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้ WA11(1) : เงาะ 1 กิโลกรัม 2 ซีด WA11(2) : จงเขียนตัวเลขแสดงน้ำหนักกับจลอคอล (กิโลกรัม)</p> <p>UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations</p>	<p>- UCWA11(1) : เริ่มชี้ไปที่ขีดที่ 1 กก. 2 ซีด UCWA11(2) : 78</p> <p>-</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 38 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WA12(1) : สัมประตมนี้หน้าหมัก.....หน่วย</p> <p>WA12(2) : น้ำหนักของ.....เป็น 2 หน่วย</p> <p>WA12(3) : ปริศาคือสีหน้าหมัก.....หน่วย</p> <p>WA12(4) : น้ำหนักของ.....แยกว่าน้ำหนักของมะเขือเทศ</p> <p>WA12(5) : ผลไม้และผักในตะกร้ามีน้ำหนักรวมกันเป็น.....หน่วย</p>	<p>WA12 : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (แทน <input type="text"/> 1 หน่วย)</p> <p>WA12(1) : สัมประตมนี้หน้าหมัก.....หน่วย</p> <p>WA12(2) : น้ำหนักของ.....เป็น 2 หน่วย</p> <p>WA12(3) : ปริศาคือสีหน้าหมัก.....หน่วย</p> <p>WA12(4) : น้ำหนักของ.....แยกว่าน้ำหนักของมะเขือเทศ</p> <p>WA12(5) : ผลไม้และผักในตะกร้ามีน้ำหนักรวมกันเป็น.....หน่วย</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้</p> <p>ถูกต้องครบถ้วน</p>	<p>การวิเคราะห์</p>
A12 : Action	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOWA12(1) : 6 หน่วย</p> <p>UOWA12(2) : มะเขือเทศ</p> <p>UOWA12(3) : 4 หน่วย</p> <p>UOWA12(4) : แครอท</p> <p>UOWA12(5) : 15 หน่วย</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
P1 : Process	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>UCWP1[1.1] : หมายเลข 5</p> <p>UCWP1[1.3] : กิโลกรัม</p>	<p>สามารถบอกความสัมพัธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>สามารถบอกความสัมพัธ์ของหน่วยน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
	<p>WP1 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น</p> <p>WP1[1.1] : ถ้าพ่อค้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารหอมมะลิกระสอบนี้ พ่อค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลข.....</p> <p>WP1[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้.....</p> <p>WP1[1.3] : หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักข้าวสารคือ .....</p>	<p>UCWP1[1.1] : หมายเลข 5</p> <p>UCWP1[1.3] : กิโลกรัม</p>	<p>ไม่รู้สึกการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม</p> <p>บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน</p>
	<p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>URWP1[1.2] : เพราะน่าจะดีที่สุด</p>	<p>ไม่สามารถบอกความสัมพัธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม</p>

ตาราง 38 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์	ความเข้าใจเชิงนิเวศศาสตร์	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
	เรื่อง การซึ่ง		
WP2 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการซึ่งน้ำหนักและบอกหน่วยการซึ่งที่เหมาะสมในการซึ่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องซึ่งนั้น	WP2[1.1] : ถ้าแม่ค้าต้องการซึ่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผล แม่ค้าจะเลือกใช้เครื่องซึ่งหมายถึง..... WP2[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องซึ่งนี้..... WP2[1.3] : หน่วยการซึ่งที่เหมาะสมในการซึ่งน้ำหนักมะม่วงคือ.....		
P2 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCWP2[1.1] : หมายเลข 2	ไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องซึ่งกับสิ่งของที่ต้องการจะซึ่งได้เหมาะสม บอกหน่วยการซึ่งของสิ่งที่ต้องการจะซึ่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการซึ่งที่เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations	UCWP2[1.3] : ก็โลกรั้ม	
	UR : Understanding of Relations	URWP2[1.2] : เพราะน่าจะดีที่สุด	ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องซึ่งกับสิ่งของที่จะซึ่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม
WP3 : ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการซึ่งน้ำหนักและบอกหน่วยการซึ่งที่เหมาะสมในการซึ่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องซึ่งนั้น	WP3[1.1] : ถ้าพนักงานไปรษณีย์ต้องการซึ่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษ (EMS) พนักงานไปรษณีย์จะใช้เครื่องซึ่งหมายถึง..... WP3[1.2] : เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องซึ่งนี้..... WP3[1.3] : หน่วยการซึ่งที่เหมาะสมในการซึ่งน้ำหนักจดหมาย EMS คือ.....		
P3 : Process	UC : Understanding of Concepts	UCWP3[1.1] : หมายเลข 5	รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องซึ่งกับสิ่งของที่ต้องการจะซึ่ง บอกหน่วยการซึ่งของสิ่งที่ต้องการจะซึ่งได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยการซึ่งที่เป็นแบบมาตรฐาน
	UO : Understanding of Operations	UCWP3[1.3] : กรัม	
	UR : Understanding of Relations	URWP3[1.2] : เพราะน่าจะดีที่สุด	สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องซึ่งกับสิ่งของที่จะซึ่งน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม

ตาราง 38 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชี้	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์	
P4 : Process	<p>WP4(1)[1.1] : ชื่อนักทฤษฎี นำหน้าที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.2] : ชื่อนักทฤษฎี 1 ตัว นำหน้าที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(1)[1.3] : นำหน้าที่คาดคะเนได้ คือ.....</p> <p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOWP4(1)[1.1] : 1 กิโลกรัม</p> <p>UOWP4(1)[1.2] : 4,000 กิโลกรัม</p> <p>UOWP4(1)[1.3] : 1.108 กรัม</p>	<p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>	
		<p>UR : Understanding of Relations -</p> <p>WP4 : ให้นักเรียนคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้</p> <p>WP4(2)[1.1] : ชื่อนักทฤษฎี 3 ลูกครึ่ง นำหน้าที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.2] : ชื่อนักทฤษฎี เป็นนักเรียน นำหน้าที่คาดคะเนได้ คือ..... WP4(2)[1.3] : ชื่อนักทฤษฎีตามมี นำหน้าที่คาดคะเนได้ คือ.....</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>	
			<p>UC : Understanding of Concepts -</p> <p>UO : Understanding of Operations UOWP4(2)[1.1] : แอปเปิ้ล 5 ลูก</p> <p>UOWP4(2)[1.2] : นำหนักเด็กเล็ก</p> <p>UOWP4(2)[1.3] : ยาสีฟัน 1 กล่อง</p>	<p>คาดคะเนน้ำหนักที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
				<p>UR : Understanding of Relations -</p>

ตาราง 38 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WP5(1) : ใครคาดคะเนน้ำหนักได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด..... WP5(2) : ใครคาดคะเนน้ำหนักไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....</p> <p>P5 : Process</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>WP5 : กำหนดข้อความต่อไปนี้</p> <p>UC : -</p> <p>UOWP5(1) : ไม่ตอบ</p> <p>UOWP5(2) : ไม่ตอบ</p> <p>UR : -</p> <p>WO1 : จากข้อมูลข้างต้น</p> <p>WO1[1.1] : นมสด 1 ขวดจะมีน้ำหนักป็นกิโลกรัม กี่ขีด..... WO1[1.2] : จงแสดงวิธีคิด.....</p> <p>O1: Object</p> <p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p> <p>UR : Understanding of Relations</p>	<p>ไม่ตามการคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>ไม่ตามการบอกความสัมพันธ์ของหน่วย น้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้</p> <p>ไม่ตามการชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้อง</p> <p>ไม่ตามการบอกความสัมพันธ์ของหน่วย น้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง</p>	<p>การวิเคราะห์</p>

ตาราง 38 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศวิทยาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	ความเข้าใจเชิงนิเวศวิทยาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
<p>WO2 : ให้นักเรียนเติมน้ำหนักและหน่วยของน้ำหนักในช่อง.....ให้นำหนักทั้งสองข้างเท่ากัน</p> <p>WO2(1) : 300 g + ..... = 600g      WO2(2) : 330 g + 670 g = 100 + .....      WO2(3) : 2 kg = 1,200 + .....</p> <p>WO2(4) : 2,500 + ..... = 4 kg      WO2(5) : 1 kg + ..... = 1,300 g      WO2(6) : 1 kg + 500 g = ..... + 300 g</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOWO2(1) : 300g</p> <p>UOWO2(2) : 900g</p> <p>UOWO2(3) : 800g</p> <p>UOWO2(4) : 1,500g</p> <p>UOWO2(5) : 300g</p> <p>UOWO2(6) : 1,200 kg</p>	<p>สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้</p> <p>ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>WO3 : กำหนดน้ำหนักของผลไม้ชนิดต่าง ๆ ดังภาพ ให้นักเรียนจับคู่ภาพผลไม้ให้ตรงกับน้ำหนักบนตาชั่ง พร้อมทั้งวาดเสกเลนนำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิดนี้</p> <p>WO3(1) : แอปเปิ้ลหนักผลละ 3 ซีด      WO3(2) : ส้มหนักผลละ 200 กรัม      WO3(3) : ชมพูผลละ 0.1 กิโลกรัม      WO3(4) : ทุเรียนหนักผลละ 1.5 กิโลกรัม</p> <p>WO3(5) : สับปะรดหนักผลละครึ่งกิโลกรัม      WO3(6) : วาดเสกเลนนำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด      WO3(7) : นำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด.....กิโลกรัม.....ซีด</p>	<p>UC : Understanding of Concepts</p> <p>UO : Understanding of Operations</p>	<p>-</p> <p>UOWO3(1) : ซีดไปที่ 3 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซีดไปที่ 2 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซีดไปที่ 100 กรัม</p> <p>UOWO3(1) : ซีดไปที่ 1.5 ซีด</p> <p>UOWO3(1) : ซีดไปที่ 500 กรัม</p>	<p>สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น</p> <p>แบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>O2 : Object</p>	<p>O3 : Object</p>		

## ตาราง 38 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงนิเวศทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	ความเข้าใจเชิงนิเวศทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การตั้ง	คำตอบของนักเรียน	การวิเคราะห์
O3 : Object	UR : Understanding of Relations	UOWO3(1) : ซี่ไปที่ 2 กิโลกรัม 1 ซีด UOWO3(1) : 2 กิโลกรัม 1 ซีด	สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
S1 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	WS1 : มีผลไม้ 3 อย่าง คือ มะม่วง ทุเรียน และ สับปะรด นำผลไม้มาชั่งน้ำหนักทีละ 2 อย่าง ดังภาพ WS1(1) : อยากรทราบว่า ในการชั่งครั้งที่ 4 จะชั่งอะไรบ้าง.....กิโลกรัมหรือ.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม WS1(3) : ทุเรียนหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม WS1(4) : สับปะรดหนัก.....กิโลกรัมหรือ.....กรัม WS1(6) : จงแสดงวิธีคิด.....	ไม่สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้อง ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนัก ที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง
S2 : Schema	UC : Understanding of Concepts UO : Understanding of Operations UR : Understanding of Relations	WS2 : กำหนด ค่าซึ่งที่มีรอยลบ ดังภาพ WS2(1) : ถ้านักเรียนต้องการชั่งของให้ได้น้ำหนัก 7 กิโลกรัม โดยใช้ตาชั่งดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีการชั่งอย่างไร จงแสดงวิธีคิด .....	สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน

จากตาราง 38 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของเปโซ จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

### ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของเปโซ

เปโซ เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง อยู่ในกลุ่ม A และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มอ่อน ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการ ดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของเปโซ ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านเนื้อหา ข้อ WA1-WA4 เปโซสามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อเปโซเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน และเครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม เปโซสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน ข้อ WA5-WA8 เปโซรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่อง ชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซรู้ว่า ถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นจะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งาน ได้ถูกต้องเหมาะสมเพียงบางส่วน ข้อ WP1-WP3 เปโซรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับ สิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้ เหมาะสมครบถ้วน เช่น เปโซรู้ว่าถ้าต้องการชั่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษจะเลือกใช้เครื่องชั่ง แบบดิจิตอล และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กรัม”

ด้านการดำเนินการ ข้อ WA9-WA11 เปโซสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน เช่น สามารถอ่านค่าน้ำหนักบนเครื่องชั่งน้ำหนักตัวแบบดิจิตอลได้ 78 กิโลกรัม ข้อ WA12 เปโซสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย ข้อ WP4 เปโซสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วนและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักข้างได้ ข้อ WP5 เปโซไม่สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ ข้อ WO1 เปโซไม่สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่ง ที่ จะชั่งได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ ข้อ WO2 เปโซสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม ข้อ WO3 เปโซสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้



ถูกต้องเพียงบางส่วน เปโซสามารถบอกได้ว่าชมพู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม ข้อ WS1 เปโซไม่สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ ข้อ WS2 เปโซไม่สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซไม่สามารถบอกได้วิธีการชั่งได้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง และ

ด้านความสัมพันธ์ ข้อ WA12 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย ข้อ WP1-WP3 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซรู้ว่าถ้าต้องการชั่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษ จะใช้เครื่องชั่งแบบดิจิทัล เพราะน่าจะดีที่สุด ข้อ WP5 เปโซไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ ข้อ WO1 เปโซไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ ข้อ WO2 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถหาคำตอบของ  $300 \text{ g} + ? = 600 \text{ g}$  ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้ ข้อ WO3 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้ ข้อ WS1 เปโซไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ

จากตาราง 23-38 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ความยาวและการชั่ง ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่แบ่งตามกลุ่ม A, กลุ่ม AP, กลุ่ม APO และกลุ่ม APOS จำแนกตามความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ และแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายละเอียดสรุปได้ดังตาราง 39-40

ตาราง 39 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แบบแบ่งกลุ่มระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มเก่ง / ดอลลาร์	<p>ข้อ LA1-LA8 ดอลลาร์สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อดอลลาร์เห็นภาพของตลับเมตร ดอลลาร์สามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LP1-LP4 ดอลลาร์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ดอลลาร์รู้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงของโต๊ะกลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตร จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาว</p>	<p>ข้อ LA9-LA11 ดอลลาร์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถวัดขนาดความยาวของปากกาได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA12 ดอลลาร์ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น ไม่สามารถใช้ภาพเหรียญที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของสมุดได้</p> <p>ข้อ LP5(1) ดอลลาร์สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน เช่น สามารถคาดคะเนความกว้างของเหรียญและระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้</p>	<p>ข้อ LA5-LA8 ดอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์สามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร ดอลลาร์สามารถเลือกซื้อไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA9-LA11 ดอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์สามารถบอกความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มเก่ง / ดอลลาร์	ที่เป็นแบบมาตรฐาน ได้ เช่น สามารถบอก หน่วยการวัดความสูง ของโต๊ะกลมเป็น หน่วยเมตรได้ ข้อ LS1 ดอลลาร์รู้ หลักการในการ เลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ ต้องการจะวัดได้ เหมาะสม เช่น ดอลลาร์เลือกใช้ ไม้บรรทัดในการวัด ระยะทางตามแผนที่ ข้อ LS2 ดอลลาร์ไม่รู้ หลักการในการ เลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ ต้องการจะวัดได้ เหมาะสม เช่น ดอลลาร์บอกเพียงวิธี ที่จะวัดแต่ไม่ได้บอก ว่าจะวัดด้วย เครื่องมือวัด ความยาวชนิดใด	แต่ไม่สามารถคาดคะเน ความกว้างของห้องเรียนได้ ข้อ LP5(2) ดอลลาร์ สามารถคาดคะเน ความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น สามารถคาดคะเน ความกว้างของประตู ว่ามี ขนาดประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 ดอลลาร์สามารถ คาดคะเนความยาวของสิ่ง ที่จะวัดที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น ดอลลาร์ สามารถคาดคะเนได้ว่า วินาคาดคะเนความสูงของ ครูประจำชั้นประมาณ 168 เซนติเมตร ว่าสมจริงที่สุด และ ริสาคาดคะเนความกว้าง ของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่สมจริงที่สุด ข้อ LO1 ดอลลาร์สามารถ ดำเนินการวัดความยาว ของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง	ข้อ LA12 ดอลลาร์ไม่ สามารถบอก ความสัมพันธ์ของ หน่วยการวัด ความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ไม่สามารถใช้รูป เหรียญวัดความกว้าง และความยาวของ สมุดได้ และไม่ สามารถเปลี่ยนหน่วย จากไม่เป็นแบบ มาตรฐานให้เป็นแบบ มาตรฐานได้ ข้อLP1-LP4 ดอลลาร์ สามารถบอก ความสัมพันธ์ของ เครื่องมือวัดความ ยาวกับสิ่งของที่จะวัด ได้อย่างเหมาะสม เช่น ดอลลาร์เลือกใช้ ตลับเมตรในการวัด ความยาวของโต๊ะ กลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตร เพราะ เครื่องมือเหมาะสม กับวัสดุ

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มเก่ง / ดอลลาร์		<p>เช่น ดอลลาร์ใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตู้เย็นแล้วบอกขนาดของตู้เย็นได้</p> <p>ข้อ LO2 ดอลลาร์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ดอลลาร์สามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ข้อ LO3 ดอลลาร์ไม่สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น ดอลลาร์ไม่สามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LO4 ดอลลาร์ไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ และไม่สามารถดำเนินการวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น ดอลลาร์ไม่สามารถใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ และไม่สามารถหาความยาวรอบรูปบริเวณ A และ B ได้</p>	<p>ข้อ LO1 ดอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้</p> <p>ถูกต้อง เช่น ดอลลาร์สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้</p> <p>ข้อ LO2 ดอลลาร์ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ เช่น ดอลลาร์ไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ LO4 ดอลลาร์ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้</p> <p>ถูกต้อง</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มเก่ง / ดอลลาร์		และดอลลาร์ไม่สามารถ แบ่งสนามออกเป็นสอง ส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่ บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน ได้ ทั้ง 4 รูป ที่โจทย์กำหนด มาให้ ข้อ LS1 ดอลลาร์สามารถ วัดความยาวของสิ่งที่จะวัด ได้ เช่น ดอลลาร์นำไม้ บรรทัดวัดขนาดระยะทาง ตามแผนที่ แล้วบอก ความยาวเป็นเซนติเมตรได้ ข้อ LS2 ดอลลาร์สามารถ วัดความยาวของสิ่งที่จะวัด ได้ เช่น ดอลลาร์บอกให้วัด ความยาวรอบรูปของลูก ฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วค่อยไปหาค่ารัศมี	เช่น ดอลลาร์ไม่สามารถ เปลี่ยนมาตราส่วนนี้ให้ เป็นหลาได้ ข้อ LS1 ดอลลาร์ สามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วย การวัดความยาวที่เป็น แบบมาตรฐานได้ ถูกต้อง เช่น ดอลลาร์ สามารถเปลี่ยนมาตรา ส่วนเซนติเมตรให้เป็น เมตรได้ ข้อ LS2 ดอลลาร์ไม่ สามารถบอก ความสัมพันธ์ของ เครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่จะวัดได้ ดอลลาร์บอกเพียง วิธีการจะวัดความยาว รอบรูปของลูกฟุตบอล แต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้ เครื่องมือวัดความยาว ชนิดใด

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มกลาง / ยูโร	<p>ข้อ LA1-LA8 ยูโร สามารถบอกชื่อ เครื่องมือวัดความยาว ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อยูโรเห็นภาพของ ตลับเมตร ยูโรสามารถ เขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LP1-LP4 ยูโรรู้ หลักการในการเลือกใช้ เครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่ต้องการจะ วัดได้เหมาะสมและ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรรู้ว่าถ้าต้องการหา ความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรใน การวัด และสามารถ บอกหน่วยวัดความยาว ของสิ่งที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วย วัดความยาวที่เป็น มาตรฐานได้ เช่น ยูโร สามารถบอกหน่วยการ วัดความยาวของ ห้องเรียนเป็นหน่วย เมตรได้</p>	<p>ข้อ LA9-LA11 ยูโร สามารถวัดความยาวของ สิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถ วัดขนาดความยาวของ ปากกา ตามหน่วย เซนติเมตรได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA12 ยูโรสามารถวัด ความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถใช้รูปเหรียญที่ กำหนดให้มาวัด ความกว้างและความยาว ของสมุดได้ แต่ไม่สามารถ นำรูปคลิปปินับกระดาษที่ กำหนดให้วัดความกว้าง และความยาวของกรรไกร ได้</p> <p>ข้อ LP5(1) ยูโรสามารถ คาดคะเนความยาวของ สิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น ยูโรสามารถ คาดคะเนความกว้างของ เหรียญได้</p>	<p>ข้อ LA5-LA8 ยูโร สามารถบอก ความสัมพันธ์ของ เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของ ที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสมและ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถ ตอบได้ว่าถ้า ต้องการวัดความสูง ประตูโดยใช้ ตลับเมตร ยูโร สามารถเลือกซื้อไปที่ ตลับเมตรได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA9-LA11 ยูโร สามารถบอก ความสัมพันธ์ของ หน่วยการวัด ความยาวที่เป็น แบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถ บอกความยาวของ ปากกา ในหน่วย เซนติเมตรได้</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มกลาง / ยูโร	<p>ข้อ LS1 ยูโรรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ยูโรเลือกใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางตามแผนที่</p> <p>ข้อ LS2 ยูโรไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือ ยูโรบอกเพียงวิธีที่จะวัด แต่ไม่ได้บอกว่า จะวัดด้วยเครื่องมือวัดความยาวชนิดใด</p>	<p>ข้อ LP5(2) ยูโรสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา</p> <p>ข้อ LP6 ยูโรสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถคาดคะเนได้ว่าวินคาดคะเนความสูงของครูประจำชั้นประมาณ 168 ซม. ว่าสมจริงที่สุด และริสาคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่สมจริงที่สุด</p> <p>ข้อ LO1 ยูโรสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น ยูโรใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตุ๋นแล้วบอกขนาดของตุ๋นได้</p>	<p>ข้อ LA12 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถใช้รูปเหรียญวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ และสามารถเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>ข้อ LP1-LP4 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรเลือกใช้ตลับเมตรในการหาความยาวของห้องเรียน เพราะ</p>



ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มกลาง / ยูโร		<p>ข้อ LO2 ยูโรสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถเอามาไม่บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LO3 ยูโรสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้องคือ 16 และ 32 หน่วย</p> <p>ข้อ LO4 ยูโรสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถใช้ไม่บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ แต่หาความยาวรอบรูปบริเวณ B ไม่ได้</p>	<p>วัดความยาวได้มากและง่ายสำหรับการเก็บข้อ LO1 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ยูโรสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้</p> <p>ข้อ LO2 ยูโรไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่วัดวัดได้ เช่น ยูโรไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้ได้</p> <p>ข้อ LO4 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัด</p>



ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มกลาง / ยูโร		และยูโรสามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ ทั้ง 4 รูป ที่แตกต่างกันตามที่โจทย์กำหนดมาให้ ข้อ LS1 ยูโรสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรนำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้เพียงบางส่วน ข้อ LS2 ยูโรสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น ยูโรบอกให้วัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วหาค่ารัศมี	ความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A ได้ แต่ไม่สามารถหาความยาวรอบรูปบริเวณ B ได้ ข้อ LS1 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ยูโรสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ ข้อ LS2 ยูโรไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ ยูโรบอกเพียงวิธีการจะวัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลแต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือวัดความยาวชนิดใด

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้าน ความสัมพันธ์
A	กลุ่มอ่อน / เปโซ	<p>ข้อ LA1-LA8</p> <p>เปโซสามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อเปโซเห็นภาพของตลับเมตร เปโซสามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LP1-LP4</p> <p>เปโซรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซรู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นมาตรฐานได้ เช่น เปโซสามารถบอกหน่วยการวัดความยาวของ-</p>	<p>ข้อ LA9-LA11</p> <p>เปโซสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถปากกาตามหน่วยเซนติเมตรได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA12</p> <p>เปโซไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น เปโซไม่สามารถใช้รูปเหรียญที่กำหนดให้มาวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ และไม่สามารถนำรูปคลิปก้นปีกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้</p> <p>ข้อ LP5(1)</p> <p>เปโซสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซสามารถคาดคะเนความกว้างของเหรียญได้</p>	<p>ข้อ LA5-LA8</p> <p>เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร เปโซสามารถเลือกชี้ไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA9-LA11</p> <p>เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถบอกความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มอ่อน / เปโซ	<p>ห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้</p> <p>ข้อ LS1 เปโซไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือ เปโซไม่ตอบแผน</p> <p>ข้อ LS2 เปโซไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ</p>	<p>ข้อ LP5(2) เปโซสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซสามารถคาดคะเนความกว้างของประตูว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 เปโซสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถคาดคะเนได้ว่าวินคาดคะเนความสูงของครูประจำชั้นประมาณ 168 ซม. ว่าสมจริงที่สุด และริสาคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่สมจริงที่สุด</p> <p>ข้อ LO1 เปโซสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น เปโซใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตู้เย็นแล้วบอกขนาดของตู้เย็นได้</p>	<p>ข้อ LA12</p> <p>เปโซไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง กล่าวคือเปโซไม่ตอบและไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LP1-LP4</p> <p>เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซเลือกใช้ตลับเมตรในการหาความยาวของห้องเรียน เพราะตลับเมตรมีความยาวที่น่าจะวัดได้</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มอ่อน / เปโซ		<p>ข้อ LO2 เปโซไม่สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงกล่าวคือ เปโซไม่ตอบ</p> <p>ข้อ LO3 เปโซสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้องคือ 16 และ 32 หน่วย</p> <p>ข้อ LO4 เปโซสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และสามารถดำเนินการวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซสามารถใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ แต่หาความยาวรอบรูปบริเวณ B ไม่ได้</p>	<p>ข้อ LO1 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น เปโซสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรและเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้</p> <p>ข้อ LO2 เปโซไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ</p> <p>ข้อ LO4 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A ได้</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มอ่อน / เปโซ		และเปโซสามารถแบ่งสนาม ออกเป็นสองส่วนที่มี ความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้ง สองส่วนเท่ากันได้ ทั้ง 4 รูป ที่แตกต่างกันตามที่ โจทย์กำหนดมาให้ ข้อ LS1 เปโซไม่สามารถวัด ความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ ถูกต้อง กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ ข้อ LS2 เปโซไม่สามารถวัด ความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น เปโซไม่ตอบ	แต่ไม่สามารถหา ความยาวรอบรูป บริเวณ B ได้ ข้อ LS1 เปโซไม่สามารถ บอกความสัมพันธ์ ของหน่วยการ วัดความยาวที่เป็น แบบมาตรฐานได้ ถูกต้อง กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ ข้อ LS2 เปโซไม่สามารถ บอกความสัมพันธ์ ของเครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของ ที่จะวัดได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มเก่ง / ริงกิต	<p>ข้อ LA1-LA8 ริงกิต สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อริงกิตเห็นภาพของตลับเมตร ริงกิตสามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LP1-LP4 ริงกิตรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตรู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด แต่ถ้าต้องการวัดความสูงของโต๊ะกลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตร จะเลือกใช้ไม้เมตรในการวัด ซึ่งไม่เหมาะสม และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่าง</p>	<p>ข้อ LA9-LA11 ริงกิต สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิต สามารถวัดขนาดความยาวของปากกาได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA12 ริงกิตสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถใช้ภาพคลิปปืนกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้</p> <p>ข้อ LP5(1) ริงกิตสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน เช่น ริงกิตสามารถคาดคะเนระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้ แต่ไม่สามารถคาดคะเนความกว้างของเหรียญได้</p>	<p>ข้อ LA5-LA8 ริงกิต สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิตสามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ ตลับเมตร ริงกิตสามารถเลือกชี้ไปที่ตลับเมตรได้</p> <p>ข้อ LA9-LA11 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิต สามารถบอกความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มเก่ง / ริงกิต	<p>เหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น สามารถบอกหน่วยการวัดความยาวของห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้</p> <p>ข้อ LS1 ริงกิตรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ริงกิตเลือกใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางตามแผนที่</p> <p>ข้อ LS2 ริงกิตไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ริงกิต บอกเพียงวิธีที่จะวัด แต่ไม่ได้บอกว่าจะวัดด้วยเครื่องมือวัดความยาวชนิดใด</p>	<p>ข้อ LP5(2) ริงกิตสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น ริงกิตสามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา</p> <p>ข้อ LP6 ริงกิตสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิตสามารถคาดคะเนได้ว่าวินาคาดคะเนความสูงของครูประจำชั้นประมาณ 168 เซนติเมตร ว่าสมจริงที่สุด และ ริงกิตคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่สมจริงที่สุด</p> <p>ข้อ LO1 ริงกิตสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น ริงกิตใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตู้เย็นแล้วบอกขนาดของตู้เย็นได้</p>	<p>ข้อ LA12 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ริงกิตสามารถใช้รูปเหรียญวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ และสามารถเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>ข้อ LP1-LP4 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตเลือกตลับเมตรในการหาความยาวของห้องเรียน เพราะตลับเมตร</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มเก่ง / ริงกิต		<p>ข้อ LO2 ริงกิตสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตสามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LO3 ริงกิตสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิตสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้องคือ 16 และ 32 หน่วย</p> <p>ข้อ LO4 ริงกิตสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และสามารถหาใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ แต่หาความยาวรอบรูปบริเวณ B ไม่ได้</p>	<p>สามารถวัดความยาวของห้อง ๆ หนึ่งได้</p> <p>ข้อ LO1 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ริงกิตสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้</p> <p>ข้อ LO2 ริงกิตไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่วัดวัดได้ เช่น ริงกิตไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ LO4 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัด</p>



ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มเก่ง / ringit		และringitสามารถแบ่ง สนามออกเป็นสองส่วน ที่มีความยาวรอบรูปที่ บริเวณทั้งสองส่วน เท่ากันได้ ทั้ง 4 รูปที่ แตกต่างกันตามที่โจทย์ กำหนดมาให้ ข้อ LS1 ringitสามารถ วัดความยาวของสิ่งที่ จะวัดได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น ringitนำ ไม้บรรทัดวัดขนาด ระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็น เซนติเมตรได้เพียง บางส่วน ข้อ LS2 ringitสามารถ วัดความยาวของสิ่งที่ จะวัดได้ เช่น ringitบอก ให้วัดความยาวรอบรูป ของลูกฟุตบอลโดยวัด ตรงกึ่งกลาง แล้วหาค่า รัศมี	ความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น ringitสามารถ เปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้ว เป็นหลา และหาความยาว รอบรูปของบริเวณ A ได้ แต่ ไม่สามารถหาความยาวรอบ รูปบริเวณ B ได้ ข้อ LS1 ringitสามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วยการ วัดความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ringitสามารถเปลี่ยนมาตรา ส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร ได้ ข้อ LS2 ringitไม่สามารถ บอกความสัมพันธ์ของ เครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่วัดได้ ringitบอก เพียงวิธีการจะวัดความยาว รอบรูปของลูกฟุตบอลแต่ ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือ วัดความยาวชนิดใด

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มกลาง / ปอนด์	<p>ข้อ LA1-LA8 ปอนด์ สามารถบอกชื่อ เครื่องมือวัดความยาวได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อปอนด์เห็นภาพของ ตลับเมตร ปอนด์ สามารถเขียนคำตอบ เป็น “ตลับเมตร” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LP1-LP4 ปอนด์รู้ หลักการในการเลือกใช้ เครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่ต้องการจะ วัดได้เหมาะสมและ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์รู้ว่าถ้าต้องการหา ความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรใน การวัด และสามารถบอก หน่วยวัดความยาวของ สิ่งที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสม และรู้หน่วยวัด ความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐานได้</p>	<p>ข้อ LA9-LA11 ปอนด์ สามารถวัดความยาวของ สิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น ปอนด์ สามารถวัดขนาด ความยาวของปากกาได้ ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA12 ปอนด์สามารถ วัดความยาวของสิ่งที่จะวัด ที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ เพียงบางส่วนเช่น สามารถ ใช้ภาพเหรียญที่กำหนดให้ วัดความกว้างและ ความ ยาวของสมุดได้</p> <p>ข้อ LP5(1) ปอนด์สามารถ คาดคะเนความยาวของสิ่ง ที่จะวัดที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น ปอนด์ สามารถคาดคะเน ระยะทางจากกรุงเทพฯ ไป อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้</p>	<p>ข้อ LA5-LA8 ปอนด์ สามารถบอก ความสัมพันธ์ของ เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของ ที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสมและ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถตอบ ได้ว่าถ้าต้องการวัด ความสูงประตูโดย ใช้ ตลับเมตร ปอนด์สามารถเลือก ซีไปที่ตลับเมตรได้ ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA9-LA11 ปอนด์สามารถบอก ความสัมพันธ์ของ หน่วยการวัด ความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น ปอนด์ สามารถบอกความ ยาวของปากกา ใน หน่วยเซนติเมตรได้</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มกลาง / ปอนด์	เช่น สามารถบอก หน่วยการวัด ความ ยาวของห้องเรียนเป็น หน่วยเมตรได้ ข้อ LS1 ปอนด์รู้ หลักการในการ เลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ ต้องการจะวัดได้ เหมาะสม เช่น ปอนด์ เลือกใช้ ไม้บรรทัด ในการวัดระยะทาง ตามแผนที่ ข้อ LS2 ปอนด์ไม่รู้ หลักการในการ เลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ ต้องการจะวัดได้ เหมาะสม กล่าวคือ ปอนด์บอกเพียงวิธีที่ จะวัดแต่ไม่ได้บอกว่า จะวัดด้วยเครื่องมือวัด ความยาวชนิดใด	ข้อ LP5(2) ปอนด์สามารถ คาดคะเนความยาวของสิ่งที่ จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถคาดคะเน ความกว้างของประตู ว่ามี ขนาดประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 ปอนด์สามารถ คาดคะเนความยาวของสิ่งที่ จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์ สามารถคาดคะเนได้ว่า วิน คาดคะเนความสูงของครู ประจำชั้นประมาณ 168 ซม. ว่าสมจริงที่สุด และริสา คาดคะเนความกว้างของ ห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่สมจริงที่สุด ข้อ LO1 ปอนด์สามารถวัด ความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ ถูกต้อง เช่น ปอนด์ใช้ไม้ บรรทัดวัดขนาดภาพของ ผู้ยื่นแล้วบอกขนาดของ ผู้ยื่นได้	ข้อ LA12 ปอนด์ สามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วย การวัด ความยาวที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์สามารถใช้ รูปเหรียญวัดความกว้าง และความยาวของสมุด ได้ และสามารถเปลี่ยน หน่วยจากที่ไม่เป็นแบบ มาตรฐานให้เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ข้อ LP1-LP4 ปอนด์ สามารถบอก ความสัมพันธ์ของ เครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่วัดได้ อย่างเหมาะสมและ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์เลือกใช้ ตลับเมตรในการหา ความยาวของห้องเรียน สามารถหักงอไปตาม ความยาวห้องได้

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับ ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มกลาง / ปอนด์		<p>ข้อ LO2 ปอนด์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์สามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LO3 ปอนด์สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้องคือ 16 และ 32 หน่วย</p> <p>ข้อ LO4 ปอนด์สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถดำเนินการวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถหาใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้</p>	<p>ข้อ LO1 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น ปอนด์สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้</p> <p>ข้อ LO2 ปอนด์ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ เช่น ปอนด์ไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ LO4 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน-</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มกลาง / ปอนด์		<p>และหาความยาวรอบรูป บริเวณ A และ B ได้ และ ปอนด์สามารถแบ่งสนาม ออกเป็นสองส่วนที่มี ความยาวรอบรูปที่บริเวณ ทั้งสองส่วนเท่ากันได้เพียง 3 รูป ที่แตกต่างกันตามที่ โจทย์กำหนดมาให้</p> <p>ข้อ LS1 ปอนด์สามารถ วัดความยาวของสิ่งที่จะ วัดได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น ปอนด์นำไม้ บรรทัดวัดขนาดระยะทาง ตามแผนที่ แล้วบอกความ ยาวเป็นเซนติเมตรได้ เพียงบางส่วน</p> <p>ข้อ LS2 ปอนด์สามารถ วัดความยาวของสิ่งที่จะ วัดได้ เช่น ปอนด์บอกให้ วัดความยาวรอบรูปของ ลูกฟุตบอลโดยวัดตรง กึ่งกลาง แล้วหาค่ารัศมี</p>	<p>เช่น ปอนด์สามารถเปลี่ยน มาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูป ของบริเวณ A และ B ได้</p> <p>ข้อ LS1 ปอนด์สามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วยการ วัดความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น ปอนด์ สามารถเปลี่ยนมาตราส่วน เซนติเมตรให้เป็นเมตรได้</p> <p>ข้อ LS2 ปอนด์ไม่สามารถ บอกความสัมพันธ์ของ เครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้ ปอนด์ บอกเพียงวิธีการจะวัดความ ยาวรอบรูปของลูกฟุตบอล แต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้ เครื่องมือวัดความยาวชนิด ใด</p>
AP	กลุ่มอ่อน / -	-	-	-

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มเก่ง / วอน	<p>ข้อ LA1-LA8 วอนสามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อวอนเห็นภาพของตลับเมตร วอนสามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LP1-LP4 วอนรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนรู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นมาตรฐานได้ เช่น วอนสามารถบอกหน่วยการวัดความยาวของห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้</p>	<p>ข้อ LA9-LA11 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถวัดขนาด ความยาวของปากกา ตามหน่วยเซนติเมตรได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA12 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนสามารถใช้รูปเหรียญที่กำหนดให้มาวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ แต่ไม่สามารถนำรูปคลิปหนีบกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้</p> <p>ข้อ LP5(1) วอนสามารถคาดคะเน ความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐาน ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถคาดคะเน ความกว้างของเหรียญได้</p>	<p>ข้อ LA5-LA8 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ ตลับเมตร วอนสามารถเลือกชี้ไปที่ ตลับเมตรได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA9-LA11 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มเก่ง / วอน	<p>ข้อ LS1 วอนรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น วอนเลือกใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางตามแผนที่</p> <p>ข้อ LS2 วอนไม่รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือ วอนบอกเพียงวิธีที่จะวัดแต่ไม่ได้บอกว่าจะวัดด้วยเครื่องมือวัดความยาวชนิดใด</p>	<p>ข้อ LP5(2) วอนสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถคาดคะเน ความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา</p> <p>ข้อ LP6 วอนสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถคาดคะเนได้ว่าวินคาดคะเนความสูงของครูประจำชั้นประมาณ 168 ซม. ว่าสมจริงที่สุด และริสาคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่สมจริงที่สุด</p> <p>ข้อ LO1 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น วอนใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดภาพของตุ๊กเต้นแล้วบอกขนาดของตุ๊กเต้นได้</p>	<p>ข้อ LA12 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน เช่น วอนสามารถใช้รูปเหรียญวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ และสามารถเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>ข้อ LP1-LP4 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงครบถ้วน เช่น วอนเลือกใช้ ตลับเมตรในการหาความยาวของห้องเรียน เพราะตลับเมตรมี ความยาวมากที่สุด และมีหน่วยชัดเจนที่สุด</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มเก่ง / วอน		<p>ข้อ LO2 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนสามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LO3 วอนสามารถวัดความยาว เส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถหา ความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง คือ 16 และ 32 หน่วย</p> <p>ข้อ LO4 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และสามารถดำเนินการวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนสามารถใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ แต่หาความยาวรอบรูปบริเวณ B ไม่ได้</p>	<p>ข้อ LO1 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น วอนสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้</p> <p>ข้อ LO2 วอน ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ เช่น วอนไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ LO4 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัด ความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>



ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มเก่ง / วอน		และวอนสามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ ทั้ง 4 รูป ที่แตกต่างกันตามที่โจทย์กำหนดมาให้ ข้อ LS1 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนนำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้เพียงบางส่วน ข้อ LS2 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น วอนบอกให้วัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วหาค่ารัศมี	เช่น วอนสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลาและหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A ได้ แต่ไม่สามารถหาความยาว รอบรูป บริเวณ B ได้ ข้อ LS1 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น วอนสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ ข้อ LS2 วอนไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ วอนบอกเพียงวิธีการจะวัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลแต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือวัดความยาวชนิดใด

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มกลาง / ระบุ	<p>ข้อ LA1-LA8 ระบุสามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อรูปเห็นภาพของตลับเมตร ระบุสามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LP1-LP4 ระบุรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน เช่น ระบุรู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมได้ถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้</p>	<p>ข้อ LA9-LA11 ระบุสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ระบุสามารถวัดขนาดความยาวของปากกาได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA12 ระบุสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้เพียงบางส่วน เช่น สามารถใช้ภาพคลิปปินกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้</p> <p>ข้อ LP5(1) ระบุสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ระบุสามารถคาดคะเนระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้</p>	<p>ข้อ LA5-LA8 ระบุสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ระบุสามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร ระบุสามารถเลือกซื้อไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA9-LA11 ระบุสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ระบุสามารถบอกความยาวของปากกา ในหน่วยเซนติเมตรได้</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มกลาง / รูป	เช่น สามารถบอก หน่วยการวัดความ ยาวของห้องเรียน เป็นหน่วยเมตรได้ ข้อ LS1 รูปรู้ หลักการในการ เลือกใช้เครื่องมือ วัดความยาวกับ สิ่งของที่ต้องการ จะวัดได้เหมาะสม เช่น รูปเลือกใช้ ไม้บรรทัดในการ วัดระยะทางตาม แผนที่ ข้อ LS2 รูปไม่รู้ หลักการในการ เลือกใช้เครื่องมือ วัดความยาวกับ สิ่งของที่ต้องการ จะวัดได้เหมาะสม กล่าวคือ รูปบอก เพียงวิธีที่จะวัดแต่ ไม่ได้บอกว่าจะวัด ด้วยเครื่องมือวัด ความยาวชนิดใด	ข้อ LP5(2) รูปสามารถ คาดคะเนความยาวของ สิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น รูปสามารถ คาดคะเน ความกว้าง ของประตู ว่ามีขนาด ประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 รูปสามารถ คาดคะเน ความยาว ของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น รูปสามารถ คาดคะเนได้ว่าวิน คาดคะเนความสูงของครู ประจำชั้นประมาณ 168 เซนติเมตร ว่าสมจริงที่สุด และ ริสาคาดคะเนความ กว้างของห้องเรียน ประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่ สมจริงที่สุด ข้อ LO1 รูป สามารถวัดความยาวของ สิ่งที่จะวัดได้ถูกต้อง เช่น รูปใช้ไม้บรรทัดวัดขนาด ภาพของตุ๊กเต้น แล้วบอก ขนาดของตุ๊กเต้นได้	ข้อ LA12 รูปสามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วยการ วัดความยาวที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น รูปสามารถใช้ รูปคลิป์หนีบกระดาษวัด ความกว้างและความยาว ของกรรไกรได้ และสามารถ เปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็น แบบมาตรฐานให้เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ข้อ LP1-LP4 รูปสามารถ บอกความสัมพันธ์ของ เครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสมและถูกต้อง ครบถ้วน เช่น รูปเลือกใช้ ตลับเมตรในการหา ความยาวของห้องเรียน เพราะสามารถวัดได้ ค่อนข้างมากและง่าย

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มกลาง / รูป		<p>ข้อ LO2 รูปปีสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รูปปีสามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LO3 รูปปีสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รูปปีสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้องคือ 16 และ 32 หน่วย</p> <p>ข้อ LO4 รูปปีสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถหาใช้ ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้</p>	<p>ข้อ LO1 รูปปีสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น รูปปีสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้</p> <p>ข้อ LO2 รูปปีไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่วัดได้ เช่น รูปปีไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ LO4 รูปปีสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มกลาง / รูป		<p>และหาความยาวรอบรูปบริเวณ A ได้ แต่บริเวณ B ไม่ได้ และรูปสามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ทั้ง 4 รูปที่แตกต่างกันตามที่โจทย์กำหนดมาให้</p> <p>ข้อ LS1 รูปสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รูปใบไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้เพียงบางส่วน</p> <p>ข้อ LS2 รูปสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น รูปบอกให้วัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วหาค่ารัศมี</p>	<p>รูปสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A ได้ แต่บริเวณ B ไม่ได้</p> <p>ข้อ LS1 รูปสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รูปสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้</p> <p>ข้อ LS2 รูปไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ รูปบอกเพียงวิธีการจะวัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลแต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือวัดความยาวชนิดใด</p>
APO	กลุ่มอ่อน / -	-	-	-

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APOS	กลุ่มแก้ว / เรียง	<p>ข้อ LA1-LA8 เรียงสามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อเรียงเห็นภาพของตลับเมตร เรียงสามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LP1-LP4 เรียงรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียงรู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมได้และถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้</p>	<p>ข้อ LA9-LA11 เรียงสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียงสามารถวัดขนาดความยาวของปากกาได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA12 เรียงสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน เช่น สามารถใช้ภาพคลิปปะหนิงกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้</p> <p>ข้อ LP5(1) เรียงสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียงสามารถคาดคะเนระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้</p>	<p>ข้อ LA5-LA8 เรียงสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียงสามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร ระบุปีสามารถเลือกซื้อไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ LA9-LA11 เรียงสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เรียงสามารถบอกความยาวของปากกาในหน่วยเซนติเมตรได้</p>

ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APOS	กลุ่มเก่ง / เรียน	เช่น สามารถบอก หน่วยการวัด ความยาวของ ห้องเรียนเป็นหน่วย เมตรได้ ข้อ LS1 เรียบรู้ หลักการในการ เลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของ ที่ต้องการจะวัดได้ เหมาะสม เช่น เรียบ เลือกใช้ไม้บรรทัด ในการวัดระยะทาง ตาม แผนที่ ข้อ LS2 เรียบไม่รู้ หลักการในการ เลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของ ที่ต้องการจะวัดได้ เหมาะสม กล่าวคือ เรียบบอกเพียงวิธีที่ จะวัดแต่ไม่ได้บอก ว่าจะวัดด้วย เครื่องมือวัด ความยาวชนิดใด	ข้อ LP5(2) เรียบสามารถ คาดคะเนความยาวของสิ่ง ที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น เรียบสามารถ คาดคะเน ความกว้าง ของประตู ว่ามีขนาด ประมาณ 3 ก้าวขา ข้อ LP6 เรียบสามารถ คาดคะเนความยาวของสิ่ง ที่จะวัดที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น เรียบสามารถ คาดคะเนได้ว่าวิน คาดคะเนความสูงของครู ประจำชั้นประมาณ 168 ซม. ว่าสมจริงที่สุด และ วิชาคาดคะเนความ กว้างของห้องเรียน ประมาณ 5 กิโลเมตร ไม่สมจริงที่สุด ข้อ LO1 เรียบสามารถวัด ความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ ถูกต้อง เช่น เรียบใช้ ไม้ บรรทัดวัดขนาดภาพของ ตุ๊กเต้นแล้วบอกขนาดของ ตุ๊กเต้นได้	ข้อ LA12 เรียบสามารถ บอกความสัมพันธ์ของ หน่วยการวัดความยาวที่ ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เรียบสามารถใช้รูป คลิปหนีบกระดาษวัด ความกว้างและ ความยาวของกรรไกรได้ และสามารถเปลี่ยน หน่วยจากที่ไม่เป็นแบบ มาตรฐานให้เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ข้อ LP1-LP4 เรียบ สามารถบอก ความสัมพันธ์ของ เครื่องมือวัดความยาวกับ สิ่งของที่จะวัดได้อย่าง เหมาะสมและถูกต้อง ครบถ้วน เช่น เรียบ เลือกใช้ตลับเมตรในการ หาความยาวของ ห้องเรียน เพราะสามารถ วัดความยาวได้ ค่อนข้างมากและง่าย

## ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APOS	กลุ่มเก่ง / เรียวล		<p>ข้อ LO2 เรียวลสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เรียวลสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียวลสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้องคือ 16 และ 32 หน่วย</p> <p>ข้อ LO4 เรียวลสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถดำเนินการวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถหาใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้</p>	<p>ข้อ LO1 เรียวลสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียวลสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้</p> <p>ข้อ LO2 เรียวลไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่วัดได้ เช่น เรียวลไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ LO4 เรียวลสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น</p>



ตาราง 39 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APOS	กลุ่มเก่ง / เร็ว		<p>และหาความยาวรอบรูปบริเวณ A และ B ได้ถูกต้อง และเรีลสามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มี ความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ทั้ง 4 รูปที่แตกต่างกันตามที่โจทย์กำหนดมาให้</p> <p>ข้อ LS1 เรีลสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เรีลนำไปม้วรที่วัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้เพียงบางส่วน</p> <p>ข้อ LS2 เรีลสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น เรีลบอกให้วัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลโดยวัดตรงกึ่งกลาง แล้วหาค่ารัศมี</p>	<p>เรีลสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และ B ได้</p> <p>ข้อ LS1 เรีลสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เรีลสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ ข้อ LS2 เรีลไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้ เรีลบอกเพียงวิธีการจะวัดความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอลแต่ไม่ได้บอกว่าจะใช้เครื่องมือวัดความยาวชนิดใด</p>
APOS	กลุ่มกลาง / -	-	-	-
APOS	กลุ่มอ่อน / -	-	-	-

ตาราง 40 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แบบแบ่งกลุ่มระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มเก่ง / ดอลลาร์	<p>ข้อ WA1-WA4 ดอลลาร์สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อดอลลาร์เห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว ดอลลาร์สามารถเขียนคำตอบเป็น “F” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ WA5-WA8 ดอลลาร์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์รู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นจะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม</p>	<p>ข้อ WA9-WA11 ดอลลาร์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอพันธุ์ได้ถูกต้องเป็น 700 กรัม 7 ซีด</p> <p>ข้อ WA12 ดอลลาร์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย</p> <p>ข้อ WP4 ดอลลาร์สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้</p>	<p>ข้อ WA12 ดอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์สามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย</p> <p>ข้อ WP1-WP3 ดอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์สามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม</p>

## ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มเก่ง / ดอลลาร์	<p>ข้อ WP1-WP3 ดอลลาร์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น ดอลลาร์รู้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”</p>	<p>ข้อ WP5 ดอลลาร์สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่าใบกักคาดคะเนน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุงประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และไฟกักคาดคะเนน้ำหนักของแจ็ก ประมาณ 40 ตันว่าไม่สมจริงที่สุด</li> </ul> <p>ข้อ WO1 ดอลลาร์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ดอลลาร์สามารถบอกน้ำหนักของแตงโม 1 ลูกได้</p> <p>ข้อ WO2 ดอลลาร์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น</p>	<p>เพราะมากกว่า 15 กก. แต่ไม่เกิน 60 กก.</p> <p>ข้อ WP5 ดอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์รู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ควรเป็น กิโลกรัม</p> <p>ข้อ WO1 ดอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ดอลลาร์สามารถรวมน้ำหนักสิ่งของต่าง ๆ ได้ แต่ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>ข้อ WO2 ดอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็น</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มเก่ง / ดอลลาร์		<p>ดอลลาร์สามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม</p> <p>ข้อ WO3 ดอลลาร์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์สามารถบอกได้ว่า ชมพู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม</p> <p>ข้อ WS1 ดอลลาร์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ดอลลาร์สามารถบอกได้ว่า ชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7</p> <p>ข้อ WS2 ดอลลาร์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ดอลลาร์สามารถบอกได้วิธีการชั่งได้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ แต่วิธีการยังไม่ชัดเจน</p>	<p>แบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์สามารถหาคำตอบของ <math>1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}</math> ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ WO3 ดอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์สามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง และสามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้</p> <p>ข้อ WS1 ดอลลาร์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์สามารถบอกได้ว่า มะม่วงหนัก 1 กก. เท่ากับ 1,000 กรัม</p>

## ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มกลาง / ยูโร	<p>ข้อ WA1-WA4 ยูโร สามารถบอกชื่อ เครื่องชั่งน้ำหนักได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อยูโรเห็นภาพของ เครื่องชั่งน้ำหนักตัว ยูโรสามารถเขียน คำตอบเป็น “F” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ WA5-WA8 ยูโรรู้ หลักการในการ เลือกใช้เครื่องชั่งกับ สิ่งของที่ต้องการจะ ชั่งได้เหมาะสม และ บอกการใช้งานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรรู้ว่าถ้า ต้องการชั่งสร้อยคอ ทองคำ 1 เส้นจะ เลือกใช้เครื่องชั่ง ดิจิตอลใน การชั่ง และสามารถบอก การใช้งานได้ถูกต้อง เหมาะสมเพียง บางส่วน</p>	<p>ข้อ WA9-WA11 ยูโร สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่ จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลา หมอบพันธุ์ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ซีด</p> <p>ข้อ WA12 ยูโรสามารถชั่ง น้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่ เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรด หนัก 6 หน่วย</p> <p>ข้อ WP4 ยูโรสามารถ คาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียง บางส่วน และที่ไม่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น สามารถ คาดคะเนน้ำหนักทารกได้</p>	<p>ข้อ WA12 ยูโรสามารถ บอกความสัมพันธ์ของ เครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะ ชั่งได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถรวม น้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย</p> <p>ข้อ WP1-WP3 ยูโร สามารถบอก ความสัมพันธ์ของเครื่อง ชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้ อย่างเหมาะสมและ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรรู้ว่าถ้าต้องการ ชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผลจะเลือกใช้เครื่องชั่ง แบบ 15 กิโลกรัม เพราะ ชั่งผลไม่ได้</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มกลาง / ยูโร	<p>ข้อ WP1-WP3 ยูโรรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น ยูโรรู้ว่าถ้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผลจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 15 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”</p>	<p>ข้อ WP5 ยูโรสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่าไฟกสคาดคะเนน้ำหนักของแจ๊ค ประมาณ 40 ตันว่าไม่สมจริงที่สุด</p> <p>ข้อ WO1 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถบอกน้ำหนักของนมสด 1 ขวด เท่ากับ 1 กก.9 ซีด</p> <p>ข้อ WO2 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น</p>	<p>ข้อ WP5 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้เพียงบางส่วน เช่น ยูโรรู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ควรเป็น กิโลกรัม</p> <p>ข้อ WO1 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถรวมน้ำหนักสิ่งของนมสด 1 ขวด เท่ากับ 1 กก.9 ซีด</p> <p>ข้อ WO2 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น</p>

## ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มกลาง / ยูโร		<p>ยูโรสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม</p> <p>ข้อ WO3 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถบอกได้ว่าชามฟู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม</p> <p>ข้อ WS1 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถบอกได้ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7</p> <p>ข้อ WS2 ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถบอกได้วิธีการชั่งได้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง</p>	<p>เช่น ยูโรสามารถหาคำตอบของ <math>300\text{ g} + ? = 600\text{ g}</math> ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ WO3 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ยูโรสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้องแต่ไม่สามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้</p> <p>ข้อ WS1 ยูโรสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ยูโรสามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กก. เท่ากับ 1,000 กรัม</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มอ่อน / เปโซ	<p>ข้อ WA1-WA4 เปโซสามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อเปโซเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เปโซสามารถเขียนคำตอบเป็น "F" ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ WA5-WA8 เปโซรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซรู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้น จะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสมเพียงบางส่วน</p>	<p>ข้อ WA9-WA11 เปโซสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถอ่านค่าน้ำหนักบนเครื่องชั่งน้ำหนักตัวแบบดิจิตอลได้ 78 กิโลกรัม</p> <p>ข้อ WA12 เปโซสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย</p> <p>ข้อ WP4 เปโซสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน และที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักข้างได้</p>	<p>ข้อ WA12 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย</p> <p>ข้อ WP1-WP3 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เปโซรู้ว่าถ้าต้องการชั่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษ จะใช้เครื่องชั่งแบบดิจิตอล เพราะน่าจะดีที่สุด</p>



ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มอ่อน / เปโซ	<p>ข้อ WP1-WP3</p> <p>เปโซรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น เปโซรู้ว่าถ้าต้องการชั่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบดิจิตอล และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กรัม”</p>	<p>ข้อ WP5 เปโซไม่สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ</p> <p>ข้อ WO1 เปโซไม่สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ</p> <p>ข้อ WO2 เปโซสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม</p> <p>ข้อ WO3 เปโซสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เปโซสามารถบอกได้ว่าชมพู่ 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม</p>	<p>ข้อ WP5 เปโซไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ</p> <p>ข้อ WO1 เปโซไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ</p> <p>ข้อ WO2 เปโซสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถหาคำตอบของ <math>300\text{ g} + ? = 600\text{ g}</math> ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
A	กลุ่มอ่อน / เปโซ		<p>ข้อ WS1 เปโซไม่สามารถ ชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่ง ได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ</p> <p>ข้อ WS2 เปโซไม่สามารถ ชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซไม่สามารถบอกได้ วิธีการชั่งได้เพื่อให้ได้มา ซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง</p>	<p>ข้อ WO3 เปโซสามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วย น้ำหนักที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น เปโซสามารถ ชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถรวมน้ำหนัก ทั้งหมดได้</p> <p>ข้อ WS1 เปโซไม่สามารถ บอกความสัมพันธ์ของ หน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ กล่าวคือ เปโซไม่ตอบ</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มเก่ง / รังกิด	<p>ข้อ WA1-WA4</p> <p>รังกิดสามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อรังกิดเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว รังกิดสามารถเขียนคำตอบเป็น “F” ได้ถูกต้อง</p>	<p>ข้อ WA9-WA11</p> <p>รังกิดสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอปันธุ์ได้ถูกต้องเป็น 700 กรัม 7 ชีด</p>	<p>ข้อ WA12</p> <p>รังกิดสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิดสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย</p>
		<p>ข้อ WA5-WA8</p> <p>รังกิดรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิดรู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้น จะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม</p>	<p>ข้อ WA12</p> <p>รังกิดสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย</p> <p>ข้อ WP4</p> <p>รังกิดสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้</p>	<p>ข้อ WP1-WP3</p> <p>รังกิดสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิดสามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะเหมาะกับสิ่งที่จะชั่ง</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มเก่ง / ริงกิต	<p>ข้อ WP1-WP3 ริงกิตรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น ริงกิตรู้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”</p>	<p>ข้อ WP5 ริงกิตสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่า โปกี้คาดคะเนน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และโฟกัสคาดคะเนน้ำหนักของแจ๊ค ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่สมจริงที่สุด</p> <p>ข้อ WO1 ริงกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตสามารถบอกน้ำหนักของแตงโม 1 ลูกได้</p> <p>ข้อ WO2 ริงกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น</p>	<p>ข้อ WP5 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิตรู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ควรเป็นกิโลกรัม</p> <p>ข้อ WO1 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตสามารถรวมน้ำหนักสิ่งของต่าง ๆ ได้ แต่ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>ข้อ WO2 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มเก่ง / ริงกิต		<p>ริงกิตสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม</p> <p>ข้อ WO3 ริงกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตสามารถบอกได้ว่าชามฟู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม</p> <p>ข้อ WS1 ริงกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิตสามารถบอกได้ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7</p> <p>ข้อ WS2 ริงกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิตสามารถบอกได้วิธีการชั่งได้ครบถ้วนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ</p>	<p>เช่น ริงกิตสามารถหาคำตอบของ <math>1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}</math> ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ WO3 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้</p> <p>ข้อ WS1 ริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ริงกิตสามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กก. เท่ากับ 1,000 กรัม</p>

## ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มกลาง / ปอนด์	<p>ข้อ WA1-WA4 ปอนด์สามารถบอก ชื่อเครื่องชั่งน้ำหนัก ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อปอนด์เห็น ภาพของเครื่องชั่ง น้ำหนักตัว ปอนด์ สามารถเขียนคำตอบ เป็น “F” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ WA5-WA8 ปอนด์รู้หลักการใน การเลือกใช้เครื่องชั่ง กับสิ่งของที่ต้องการ จะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งาน ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์รู้ว่าถ้า ต้องการชั่งสร้อยคอ ทองคำ 1 เส้นจะ เลือกใช้เครื่องชั่ง ดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการ ใช้งานได้ถูกต้อง เหมาะสม</p>	<p>ข้อ WA9-WA11 ปอนด์ สามารถชั่งน้ำหนักของ สิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น สามารถ ชั่งน้ำหนักปลาหมอคัพพินธุ์ ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ซีด</p> <p>ข้อ WA12 ปอนด์ สามารถชั่งน้ำหนักของ สิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน เช่น สามารถบอกได้ว่า สับปะรดหนัก 6 หน่วย</p> <p>ข้อ WP4 ปอนด์สามารถ คาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่ต้องการจะชั่งที่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน และที่ไม่เป็น แบบมาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น สามารถ คาดคะเนน้ำหนักทารก ได้</p>	<p>ข้อ WA12 ปอนด์ สามารถบอก ความสัมพันธ์ของเครื่อง ชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้ อย่างเหมาะสมและ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์สามารถบอก ได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย</p> <p>ข้อ WP1-WP3 ปอนด์ สามารถบอก ความสัมพันธ์ของเครื่อง ชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้ อย่างเหมาะสมและ ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกได้ ว่าถ้าต้องการตรวจสอบ น้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้ เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะ สามารถชั่งของที่มี น้ำหนักมากได้</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มกลาง / ปอนด์	<p>ข้อ WP1-WP3 ปอนด์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น ปอนด์รู้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”</p>	<p>ข้อ WP5 ปอนด์สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่าใบกึ่งคาดคะเนน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และไฟกึ่งคาดคะเนน้ำหนักของแจ็ก ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่สมจริงที่สุด</p> <p>ข้อ WO1 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกน้ำหนักของนมสด เท่ากับ 1 กก. 9 ซีต</p> <p>ข้อ WO2 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น</p>	<p>ข้อ WP5 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์รู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ควรเป็นกิโลกรัม</p> <p>ข้อ WO1 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถรวมน้ำหนักสิ่งของต่าง ๆ ได้ และถูกต้องครบถ้วน</p> <p>ข้อ WO2 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
AP	กลุ่มกลาง / ปอนด์		<p>ปอนด์สามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม</p> <p>ข้อ WO3 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์สามารถบอกได้ว่าชามฟู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม</p> <p>ข้อ WS1 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกได้ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7</p> <p>ข้อ WS2 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกได้วิธีการชั่งได้ครบถ้วนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ แต่วิธีการยังไม่ชัดเจน</p>	<p>เช่น ปอนด์สามารถหาคำตอบของ <math>1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}</math> ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ WO3 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง และสามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้</p> <p>ข้อ WS1 ปอนด์สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กก. เท่ากับ 1,000 กรัม</p>
AP	กลุ่มอ่อน/ -			



ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มเก่ง / วอน	<p>ข้อ WA1-WA4 วอนสามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อวอนเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัววอนสามารถเขียนคำตอบเป็น "F" ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ WA5-WA8 วอนรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนรู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นจะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม</p>	<p>ข้อ WA9-WA11 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอบพันธุ์ได้ถูกต้องเป็น 700 กรัม 7 ซีด</p> <p>ข้อ WA12 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่า สับปะรดหนัก 6 หน่วย</p> <p>ข้อ WP4 วอนสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งในที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้</p>	<p>ข้อ WA12 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย</p> <p>ข้อ WP1-WP3 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกได้ว่า ถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะสามารถชั่งของหนักได้</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มเก่ง / วอน	<p>ข้อ WP1-WP3</p> <p>วอนรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น วอนรู้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”</p>	<p>ข้อ WP5 วอนสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่าใบกึ่งคาดคะเนน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และไฟกึ่งคาดคะเนน้ำหนักของแจ็ก ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่สมจริงที่สุด</p> <p>ข้อ WO1 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกน้ำหนักของนมสด</p> <p>1 กล่อง = 1 กก. 9 ซีด</p> <p>ข้อ WO2 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น</p>	<p>ข้อ WP5 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนรู้ว่าน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ควรเป็นกิโลกรัม</p> <p>ข้อ WO1 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถรวมน้ำหนักสิ่งของต่าง ๆ ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ WO2 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มเก่ง / วอน		<p>วอนสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม</p> <p>ข้อ WO3 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้</p> <p>ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกได้ว่าขนมพู่ 0.1 กิโลกรัม</p> <p>เท่ากับ 100 กรัม</p> <p>ข้อ WS1 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้</p> <p>ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกได้ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7</p> <p>ข้อ WS2 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้</p> <p>ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกได้วิธีการชั่งได้ครบถ้วนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง</p>	<p>เช่น วอนสามารถหาคำตอบของ <math>1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}</math> ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ WO3 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง</p> <p>ครบถ้วน เช่น วอนสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง และสามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้</p> <p>ข้อ WS1 วอนสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง</p> <p>ครบถ้วน เช่น วอนสามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กก. เท่ากับ 1,000 กรัม</p>

## ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มกลาง / รูป	<p>ข้อ WA1-WA4 รูปปี สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อรูปปีเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว วอน สามารถเขียนคำตอบเป็น “F” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ WA5-WA8 รูปปีรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รูปปีรู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นจะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม</p>	<p>ข้อ WA9-WA11 รูปปี สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอพันธุ์ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ซีด</p> <p>ข้อ WA12 รูปปีสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย</p> <p>ข้อ WP4 รูปปีสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งในที่ เป็นแบบมาตรฐานและที่ไม่เป็นแบบมาตรฐาน ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้</p>	<p>ข้อ WA12 รูปปีสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รูปปีสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย</p> <p>ข้อ WP1-WP3 วอน สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รูปปีสามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะมีน้ำหนักที่ชั่งรองรับ น้ำหนักข้าวสาร</p>

## ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มกลาง / รูป	<p>ข้อ WP1-WP3 รูป รู้หลักการในการ เลือกใช้เครื่องชั่ง กับสิ่งของที่ ต้องการจะชั่งได้ เหมาะสมเพียง บางส่วน และบอก หน่วยการชั่งของ สิ่งที่ต้องการจะชั่ง ได้เหมาะสม ครบถ้วน เช่น รูปรู้ ว่าถ้าต้องการ ตรวจสอบน้ำหนัก ข้าวสารจะเลือกใช้ เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และ สามารถบอก หน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”</p>	<p>ข้อ WP5 รูปสามารถ คาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่า ใบกึ่งคาดคะเนน้ำหนักของ น้ำตาลทราย 1 ถุง ประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และไฟกึ่ง คาดคะเนน้ำหนักของแจ็ก ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่ สมจริงที่สุด</p> <p>ข้อ WO1 รูปสามารถชั่ง น้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รูปสามารถบอกน้ำหนัก ของแตงโม 3 ลูก = 2,400 กรัม</p> <p>ข้อ WO2 รูปสามารถชั่ง น้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ ถูกต้องครบถ้วน และบอก หน่วยของน้ำหนักได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น</p>	<p>ข้อ WP5 รูปสามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วย น้ำหนักที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น รูปรู้ว่า น้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ควรเป็นกิโลกรัม</p> <p>ข้อ WO1 รูปสามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วย น้ำหนักที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้องเพียง บางส่วน เช่น รูปสามารถ บอกน้ำหนักของแตงโม 3 ลูกได้ แต่ไม่สามารถบอก น้ำหนักรวมสิ่งของต่าง ๆ ได้ ถูกต้อง</p> <p>ข้อ WO2 รูปสามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วย น้ำหนักที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน</p>

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APO	กลุ่มกลาง / ฐป		<p>ฐปสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม</p> <p>ข้อ WO3 ฐปสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปสามารถบอกได้ว่าชามฟู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม</p> <p>ข้อ WS1 ฐปสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปสามารถบอกได้ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7</p> <p>ข้อ WS2 ฐปสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปสามารถบอกได้วิธีการชั่งได้ครบถ้วนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง</p>	<p>เช่น ฐปสามารถหาคำตอบของ <math>1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}</math> ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ WO3 ฐปสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง และสามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้</p> <p>ข้อ WS1 ฐปสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปสามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กก. เท่ากับ 1,000 กรัม</p>
APO	กลุ่มอ่อน/ -			

ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APOS	กลุ่มเก่ง / เรีล	<p>ข้อ WA1-WA4 เรีลสามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อเรีลเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัวเรีลสามารถเขียนคำตอบเป็น “F” ได้ถูกต้อง</p> <p>ข้อ WA5-WA8 เรีลรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วนและบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรีลรู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้น จะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม</p>	<p>ข้อ WA9-WA11 เรีลสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอปันธุ์ได้ถูกต้องเป็น 700 กรัม 7 ชีด</p> <p>ข้อ WA12 เรีลสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย</p> <p>ข้อ WP4 เรีลสามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถคาดคะเนน้ำหนักทารกได้</p>	<p>ข้อ WA12 เรีลสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรีลสามารถรวมน้ำหนักผลไม้ทุกชนิดได้ 15 หน่วย</p> <p>ข้อ WP1-WP3 เรีลสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เรีลสามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะสามารถชั่งของหนักได้</p>

## ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APOS	กลุ่มเก่ง / เรียง	<p>ข้อ WP1-WP3 เรียนรู้หลักการใน การเลือกใช้เครื่อง ชั่งกับสิ่งของที่ ต้องการจะชั่งได้ เหมาะสมเพียง บางส่วน และบอก หน่วยการชั่งของ สิ่งที่ต้องการจะชั่ง ได้เหมาะสม ครบถ้วน เช่น เรียนรู้ว่าถ้า ต้องการตรวจสอบ น้ำหนักข้าวสารจะ เลือกใช้เครื่องชั่ง แบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอก หน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม”</p>	<p>ข้อ WP5 เรียนสามารถ คาดคะเนน้ำหนักของสิ่ง ที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐาน ได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนได้ว่า ใบกัศาคคะเนน้ำหนักของ น้ำตาลทราย 1 ถุง ประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และไฟกัส คาดคะเนน้ำหนักของแจ็ก ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่ สมจริงที่สุด</p> <p>ข้อ WO1 เรียนสามารถชั่ง น้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียนสามารถบอกน้ำหนัก ของนมสด 1 กล่อง = 1 กก. 9 ซีต</p> <p>ข้อ WO2 เรียนสามารถชั่ง น้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน และบอก หน่วยของน้ำหนักได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น</p>	<p>ข้อ WP5 เรียนสามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วย น้ำหนักที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น เรียนรู้ว่า น้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ควรเป็นกิโลกรัม</p> <p>ข้อ WO1 เรียนสามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วย น้ำหนักที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน เช่น เรียนสามารถ รวมน้ำหนักสิ่งของต่าง ๆ ได้ ถูกต้อง</p> <p>ข้อ WO2 เรียนสามารถบอก ความสัมพันธ์ของหน่วย น้ำหนักที่เป็นแบบ มาตรฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน</p>



ตาราง 40 (ต่อ)

ระดับความ เข้าใจเชิง มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม	ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่ม/ชื่อ	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง		
		ด้านเนื้อหา	ด้านการดำเนินการ	ด้านความสัมพันธ์
APOS	กลุ่มเก่ง / เรียล		<p>เรียลสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม</p> <p>ข้อ WO3 เรียลสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียลสามารถบอกได้ว่าชามฟู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม</p> <p>ข้อ WS1 เรียลสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียลสามารถบอกได้ว่าชั่งครั้งที่ 4 เข็มจะชี้ไปที่เลข 7</p> <p>ข้อ WS2 เรียลสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียลสามารถบอกได้วิธีการชั่งได้ครบถ้วน เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง</p>	<p>เช่น เรียลสามารถหาคำตอบของ <math>1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}</math> ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>ข้อ WO3 เรียลสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เรียลสามารถชั่งน้ำหนักสิ่งของได้ถูกต้อง และสามารถรวมน้ำหนักทั้งหมดได้ แต่ไม่ได้ว่าเข็มตาชั่งชี้ไปที่ใด</p> <p>ข้อ WS1 เรียลสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียลสามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กก. เท่ากับ 1,000 กรัม</p>
APOS	กลุ่มกลาง/ -			
APOS	กลุ่มอ่อน/ -			

จากตาราง 39 - 40 เมื่อพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ความยาวและการชั่ง ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่แบ่งตามกลุ่ม A, กลุ่ม AP, กลุ่ม APO และกลุ่ม APOS ได้แก่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด จำนวน 8 คน โดยมีรายละเอียดดังนี้

นักเรียนกลุ่ม A ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 3 คน เป็นนักเรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง กลุ่มเก่ง 1 คน กลุ่มปานกลาง 1 คน และกลุ่มอ่อน 1 คน ได้แก่ คอลลาร์, ยูโร และเปโซ

นักเรียนกลุ่ม AP ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 2 คน เป็นนักเรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง กลุ่มเก่ง 1 คน และกลุ่ม ปานกลาง 1 คน ได้แก่ ริงกิต และปอนด์

นักเรียนกลุ่ม APO ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 2 คน เป็นนักเรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง กลุ่มเก่ง 1 คน และกลุ่ม ปานกลาง 1 คน ได้แก่ วอน และรูปี

นักเรียนกลุ่ม APOS ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 1 คน เป็นนักเรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง กลุ่มเก่ง 1 คน ได้แก่ เรียด

นอกจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 8 คนแล้ว ผู้วิจัยพบว่านักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง กับการวิจัย จำนวน 40 คน มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและ การชั่ง ตามแนวคิดของคิลแพทริก; และคณะ (Kilpatrick; et al. 2001: 116-120) โดยการทดสอบ ด้วยงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง นักเรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ที่แตกต่างกัน สำหรับเนื้อหาการวัดความยาว ด้านเนื้อหา นักเรียนกลุ่มเก่ง ส่วนใหญ่สามารถบอกชื่อเครื่องมือ วัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน และรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน กลุ่มกลางส่วนใหญ่สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัด ความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน และรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และกลุ่มอ่อนส่วนใหญ่สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัด ความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน และรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน ด้านการดำเนินการ นักเรียนกลุ่มเก่งสามารถวัด ความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเก่งบางคนไม่ สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ นักเรียนกลุ่มเก่งส่วนใหญ่สามารถ คาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ แต่มีนักเรียนบางคนไม่สามารถ





## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ว่าเป็นอย่างไร การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเริ่มจากการกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยการสังเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องก่อนหน้า ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดในการวิจัยมาเป็นแนวทางในการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง 3 ด้านตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 8 คน

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกมาจากนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน โดยผู้วิจัยให้นักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวิจัย จำนวน 40 คน ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง เพื่อคัดแยกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มาจัดเรียงตามลำดับคะแนน โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน (1: 2: 1) และให้นักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวิจัย จำนวน 40 คน ทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง แล้วทำการวิเคราะห์ผลการดำเนินงานปฏิบัติดังกล่าวที่สร้างขึ้นตามกรอบทฤษฎี APOS เพื่อจำแนกระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับของนักเรียน โดยพิจารณาจำนวนนักเรียนที่ทำคะแนนระดับการกระทำ (Action : A) ระดับกระบวนการ (Process : P) ระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Object : O) และระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema : S) ว่านักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับตามกรอบทฤษฎี APOS อย่างไร โดยกำหนดเกณฑ์คะแนนแต่ละระดับตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป ถือว่ามีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับนั้น เพื่อคัดเลือกหาเรียนกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นแบ่งนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวิจัยที่มีความเข้าใจ 4 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ A, AP, APO และ APOS โดยในแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยทั้งนักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน จากนั้นเลือกมาสัมภาษณ์อย่างน้อยกลุ่มละ 1 คน ใช้การสัมภาษณ์โดยใช้



งานเป็นฐาน (Task-Based Interview) เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ ว่าเป็นอย่างไร โดยจะนำเสนอสรุปผลและอภิปรายผล 2 ตอน ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ สาระการวัด การสร้างงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และทฤษฎี APOS และ 2. ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ

### สรุปผลและอภิปรายผล

#### 1. การวิเคราะห์สาระการวัด การสร้างงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และทฤษฎี APOS

ในส่วนของสาระที่ 2 การวัด แบ่งออกเป็น 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจ พื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และมาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหา เกี่ยวกับการวัด สาระการวัดในระดับประถมศึกษามีเนื้อหาเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยเริ่ม เรียนจากเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานง่าย ๆ สำหรับชั้นประถมศึกษาไปจนถึงระดับยากในชั้นมัธยมศึกษา ตัวชี้วัดชั้นปีในสาระการวัดที่ผู้วิจัยเลือกมาทำการวิจัยนั้นจะเป็นเนื้อหาในหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 สาระที่ 2 การวัด สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เนื้อหา เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง เนื่องจาก ในประเทศไทยงานวิจัยด้านการศึกษาความเข้าใจที่เกี่ยวกับการวัดมี ค่อนข้างน้อยมาก และสาระการวัดถือเป็นสาระที่ถูกเลือกนำมาเป็นเนื้อหาในการทำวิจัยน้อยเมื่อ เทียบกับสาระอื่น ๆ งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นการพัฒนาชุดกิจกรรมหรือพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้เนื้อหาการวัด เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนทำการวิจัยผู้วิจัย ทำการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ในสาระการวัดของโรงเรียนที่เลือกทำวิจัย โดยการ สัมภาษณ์ครูผู้สอนเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการวัด จากผลการสัมภาษณ์ถึง ปัญหาการจัดการเรียนรู้ในสาระการวัด พบว่า ครูสอนตามเนื้อหาในหลักสูตร ขาดการสอนให้ฝึก คิด ควรเน้นให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริงเพื่อทำให้เห็นภาพ จะทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกไปกับการเรียน เพราะได้สัมผัสกับเครื่องมือวัดและอุปกรณ์จริง จะไม่ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย และจาก การศึกษาของภาณุมาศ เศรษฐจันท (2556) ได้ทำการสัมภาษณ์ครูระดับประถมศึกษา จำนวน 5 ท่าน ได้ให้ข้อมูลในสาระการวัดนักเรียนจะมีปัญหาในเรื่องการเปลี่ยนหน่วย เช่น จากเซนติเมตร เป็นเมตร จากกรัมเป็นกิโลกรัม เพราะไม่เข้าใจหลักการเปลี่ยนหน่วย นักเรียนบางคนไม่สามารถ

เลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการวัดได้ ใช้เครื่องมือไม่เป็นเนื่องจากครูผู้สอนมุ่งสอนแต่เนื้อหา ขาดการปฏิบัติจริง ไม่มีกิจกรรมที่ผู้เรียนมีส่วนร่วม เครื่องมือและอุปกรณ์การวัดไม่เพียงพอ กับผู้เรียน และเมื่อพิจารณาคะแนนผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET (Ordinary National Education Testing) ซึ่งทำการทดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษา แห่งชาติโดยในส่วนของวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของสาระการวัดเมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยสาระอื่น ๆ คะแนนเฉลี่ยของสาระการวัดจะ ต่ำกว่าสาระอื่น ๆ ยกเว้นสาระการวัดที่สูงกว่าสาระเรขาคณิต (National Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2019) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสาระการวัดในกลุ่มสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นยังไม่ประสบผลสำเร็จ ต้องมีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในสาระการวัดให้มี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในการสอนคณิตศาสตร์ในสาระการวัดครูผู้สอนจำเป็นต้องเข้าใจรูปแบบ การสอนสาระการวัดที่สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน และ พัฒนารูปแบบการสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง เข้าใจการวัด และ นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดที่พบในชีวิตประจำวันได้ สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ เนื้อหาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ไปจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้ได้เนื้อหาที่ครอบคลุม เนื้อหาในแต่ละระดับชั้นจะเริ่มเรียนจากเนื้อหาที่ง่ายและยากขึ้นในระดับชั้นถัดไป สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 สามารถบอกความยาวและน้ำหนัก โดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วย มาตรฐานนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สามารถบอกความยาวเป็นเมตรและเซนติเมตร และ เปรียบเทียบความยาวในหน่วยเดียวกัน และสามารถบอกน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและขีด และ เปรียบเทียบน้ำหนักในหน่วยเดียวกัน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สามารถบอกความยาวเป็น เมตร เซนติเมตร และมิลลิเมตร สามารถเลือกเครื่องวัดที่เหมาะสมและเปรียบเทียบความยาว และ สามารถบอกน้ำหนักเป็นกิโลกรัม กรัม และขีด สามารถเลือกเครื่องชั่งที่เหมาะสมและเปรียบเทียบ น้ำหนัก สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวและหน่วยน้ำหนัก นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวและหน่วยน้ำหนัก สามารถคาดคะเนความยาวและน้ำหนัก นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สามารถหาความยาวรอบ รูปของรูปสี่เหลี่ยมและรูปสามเหลี่ยม และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอธิบายเส้นทาง หรือบอกตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ โดยระบุทิศทาง และระยะทางจริงจากรูปภาพ แผนที่ และแผนผัง และสามารถหาความยาวรอบรูปของรูปวงกลม จากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดชั้นปีจะเห็นว่าเนื้อหาที่ นักเรียนต้องเรียนเริ่มจากเนื้อหาที่ง่ายในช่วงชั้นที่ 1 (ป. 1-3) ไปจนถึงเนื้อหาที่ยากขึ้นในช่วงชั้นที่ 2 (ป. 4-6) ต่อมาผู้วิจัยได้มีการสนทนากลุ่ม (Focus group) ร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ในภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในส่วนของตัวชี้วัดชั้นปี สำหรับพฤติกรรมแต่ละระดับของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ตามกรอบทฤษฎี APOS ผลจากการสนทนากลุ่มได้สรุปพฤติกรรมแต่ละระดับของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มีรายละเอียดดังนี้

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ระดับการกระทำ (Action : A) นักเรียนสามารถ 1. บอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามคำสั่งที่กำหนดให้ได้ (ไม้บรรทัด, ไม้เมตร, สายวัด, ตลับเมตร) 2. ใช้เครื่องมือในการวัดความยาวตามที่ระบุได้ 3. วัดความยาวตามคำสั่งโดยใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ และ 4. บอกหน่วยการวัดความยาวตามที่กำหนดให้ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ ระดับกระบวนการ (Process : P) นักเรียนสามารถ 1. เลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดสิ่งของที่กำหนดให้ได้ และสามารถบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องวัดนั้น 2. วัดสิ่งของที่กำหนดให้ และบอกหน่วยวัดความยาวได้ และ 3. คาดคะเนความยาวของสิ่งที่กำหนดให้ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ ระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Object : O) นักเรียนสามารถ 1. เปลี่ยนหน่วยความยาวที่กำหนดให้ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ และ 2. นำกระบวนการในการวัดความยาวมาเชื่อมโยงกับความรู้อื่นเพื่อสร้างมโนทัศน์ใหม่เกี่ยวกับการวัดความยาวได้ และระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema : S) นักเรียนสามารถแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับการวัดความยาว โดยอธิบายความเข้าใจในระดับการกระทำ (A) กระบวนการ (P) และสิ่งที่เรียนรู้ (O) ได้

ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ระดับการกระทำ (Action : A) นักเรียนสามารถ 1. บอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามคำสั่งที่กำหนดให้ได้ (เครื่องชั่งน้ำหนักตัว, เครื่องชั่งสองแขน, เครื่องชั่งสปริง, เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน) 2. ใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักตามที่ระบุได้ 3. ชั่งน้ำหนักตามคำสั่งโดยใช้เครื่องชั่งที่กำหนดให้ และ 4. บอกหน่วยการชั่งตามที่กำหนดให้ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ ระดับกระบวนการ (Process : P) นักเรียนสามารถ 1. เลือกใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสมในการชั่งสิ่งของที่กำหนดให้ได้ และสามารถบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องชั่งนั้น 2. ชั่งสิ่งของที่กำหนดให้ และบอกหน่วยชั่งน้ำหนักได้ และ 3. คาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ ระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Object : O) นักเรียนสามารถ 1. เปลี่ยนหน่วยการชั่งที่กำหนดให้ทั้งที่เป็นแบบมาตรฐานและไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ และ 2. นำกระบวนการในการชั่งมา



เชื่อมโยงกับความรู้อื่นเพื่อสร้างมโนทัศน์ใหม่เกี่ยวกับการชั่งได้ และระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema : S) นักเรียนสามารถแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับการชั่งน้ำหนัก โดยอธิบายความเข้าใจในระดับการกระทำ (A) กระบวนการ (P) และสิ่งที่เรียนรู้ (O) ได้

ต่อมาผู้วิจัยสร้างงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง จากระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการสนทนากลุ่ม ได้ข้อคำถาม จำนวน 46 ข้อ เพื่อศึกษาธรรมชาติของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปอยู่ในระดับการกระทำมากที่สุด อาจเนื่องมาจากความเข้าใจระดับการกระทำ เป็นความเข้าใจในระดับพื้นฐานและเป็นระดับที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอกของตัวผู้เรียนเอง ผู้เรียนระดับนี้สามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขหรือคำสั่งตามที่กำหนดให้ได้ เช่น ในกรณีของมโนทัศน์เรื่อง ฟังก์ชัน “นักเรียนที่ใช้นิพจน์ชัดเจนเพื่อคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ เรื่อง ฟังก์ชัน และสามารถทำได้มากกว่าแทนตัวแปรในนิพจน์นั้นขึ้นมาได้ แล้วก็ดำเนินการต่อ ถือว่านักเรียนคนนั้นมีความเข้าใจในระดับการกระทำต่อเรื่องฟังก์ชัน” (Dubinsky และคนอื่น ๆ, 2005, p.338) นิพจน์ในที่นี้ทำหน้าที่เป็นนัยยะภายนอกซึ่งบอกว่าการกระทำโดยการแทนที่ค่าจำเพาะต้องมีขึ้นอย่างไรเป็นขั้นเป็นตอน งานวิจัยที่ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความยุ่งยากทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งทำการศึกษาโดย จารวี ธาดา (2552) พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนที่แตกต่างกัน จะเผชิญความยุ่งยากในระดับการพัฒนาที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำมักจะมี ความเข้าใจระดับการกระทำ (Action) ที่ไม่สมบูรณ์ทำให้ยากต่อการพัฒนาไปสู่ระดับกระบวนการ (Process) หรือนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่มีความเข้าใจถึงระดับสิ่งที่เรียนรู้ (Object) แต่เมื่อเผชิญกับปัญหาในลักษณะที่แตกต่างออกไปก็ไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้ กล่าวคือยังไม่สามารถพัฒนาไปจนถึงระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema) ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของสัจฉลักษณ์ นักลำทอง (2559) ผลการวิจัยพบว่า จากผลการทำแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษามีความเข้าใจในมโนทัศน์ลิมิตในระหว่างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับลิมิตของฟังก์ชัน ในระดับการกระทำ (Action) นักศึกษามี ความสามารถในการคำนวณอย่างเป็นลำดับขั้นตอนเกี่ยวกับการหาค่าของฟังก์ชัน เมื่อถูกแทนด้วยค่าตัวแปรอิสระที่ละค่าที่อยู่ในโดเมนของฟังก์ชัน ตามด้วยความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process) โดยนักศึกษสามารถมองเห็น “ค่าแนวโน้ม” ของฟังก์ชัน เมื่อค่าตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงเข้าใกล้ค่าเจาะจงค่าหนึ่งมาก ๆ และเห็นภาพเคลื่อนไหวของค่าตัวแปร  $\delta$  และ  $\epsilon$  ที่มีความหมายแบบทางการของลิมิตของฟังก์ชันได้ โดยไม่ต้องอาศัยผู้สอน เป็นผู้ถ่ายทอด และสามารถพัฒนาระดับความเข้าใจนี้ให้สูงขึ้นโดยอาศัยประสบการณ์จาก

ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติลิมิตในระดับกระบวนการ จนเป็นความเข้าใจระดับสิ่งที่เรารู้ (Object) กล่าวคือ นักศึกษามีความเข้าใจในระดับ Action, Process และ Object ที่เกี่ยวกับมโนมติลิมิตของฟังก์ชัน และนักศึกษาสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจระดับ Process และ Object และคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องในการแก้สถานการณ์ปัญหา สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ที่เฉพาะได้ แต่ความเข้าใจระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema) เกี่ยวกับมโนมติลิมิตยังมีความไม่สมบูรณ์ เช่นเดียวกับงานวิจัยนี้สำหรับเนื้อหาการชั่ง พบว่า นักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 น้อยที่สุดอยู่ในระดับแผนภาพทางปัญญา และมีรายงาน/บทความ/ข้อคิดเห็นทางวิชาการ ของ นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2556) ที่กล่าวถึงบางทฤษฎีมีลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมกับผู้เรียนเพียงบางกลุ่ม เช่น ทฤษฎีเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะสร้างยากกว่าวิชาที่เป็นรูปธรรม เพราะคณิตศาสตร์มีลักษณะที่ประกอบด้วยสถานการณ์ที่หลากหลาย มีกฎ สัญลักษณ์ และขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน ทำให้การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทำได้ดีกับผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เช่นเดียวกับทฤษฎี APOS ที่เน้นการจัดระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ระดับการกระทำ ระดับกระบวนการ ระดับสิ่งที่เรารู้ ไปจนถึงระดับแผนภาพทางปัญญา โดยการจะพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปถึงระดับสิ่งที่เรารู้ได้นั้น ต้องอาศัยทักษะการคิดในการเชื่อมโยงความรู้และการวิเคราะห์ หากผู้เรียนไม่มีทักษะการคิดวิเคราะห์ ระดับความเข้าใจก็อาจจะไม่สามารถพัฒนาไปถึงระดับแผนภาพทางปัญญา และผู้สอนก็ไม่สามารถจัดการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีนี้ได้ แนวทางการแก้ไข ผู้วิจัย นักคณิตศาสตร์ศึกษา และครูผู้สอนควรประยุกต์และเลือกใช้ทฤษฎีให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน ซึ่งบางทฤษฎีเหมาะสำหรับผู้เรียนกลุ่มเก่ง และอาจจะไม่เหมาะสมกับผู้เรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน หรือโรงเรียนขยายโอกาส ซึ่งมีระดับความสามารถที่หลากหลาย โดยส่วนใหญ่เป็นผู้เรียนกลุ่มอ่อน และขาดการสนับสนุนจากทางครอบครัว

## 2. ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของคิลแพทริก และคณะ

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ มีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านเนื้อหา

#### เรื่อง การวัดความยาว

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว อยู่ในกลุ่ม A, AP, APO และ APOS และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง สามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัด ความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง สามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน สามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง สามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่ม AP-กลาง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง สามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-อ่อน ไม่มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง สามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง สามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-อ่อน ไม่มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมได้และถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

#### เรื่อง การชั่ง

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง อยู่ในกลุ่ม A, AP, APO และ APOS และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง บอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้





จากการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านเนื้อหา สำหรับเนื้อหา การวัดความยาว พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน) เช่น เมื่อนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเห็นภาพของตลับเมตร ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตร สามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน 2) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม รู้หลักการในการเลือกใช้ เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน) เช่น ถ้าต้องการหา ความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด แต่มีนักเรียนที่ไม่สามารถเลือกใช้เครื่องมือ วัดความยาวของผ้าที่จะนำไปตัด นักเรียนเลือกใช้สายวัดตัว ซึ่งเครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม ควรเป็นไม้เมตร และมีนักเรียนที่ไม่สามารถเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวในการหาความสูงของ โต๊ะกลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตรได้ นักเรียนเลือกใช้ไม้เมตร ซึ่งเครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม ควรเป็นตลับเมตร และ 3) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม สามารถบอกหน่วยวัดความยาวของ สิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ ถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน) เช่น สามารถบอกหน่วยการวัดความยาวของห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้ สามารถบอกความสูง ของโต๊ะกลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตร เป็นเมตรและเซนติเมตรได้ สามารถบอกความยาวรอบเอว เป็นเซนติเมตรและนิ้วได้ และสามารถบอกความยาวของผ้าที่จะนำไปตัดเป็นเซนติเมตรและเมตร ได้

จากการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านเนื้อหา สำหรับเนื้อหา การชั่ง พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 7 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 87.5) เช่น เมื่อนักเรียนเห็น ภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม เครื่องชั่ง

ดิจิทัล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน และเครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม นักเรียนสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน แต่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 12.5) กล่าวคือ เมื่อนักเรียนเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่งดิจิทัล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน นักเรียนสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเขียนคำตอบของเครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม และเครื่องชั่งแบบ 15 กิโลกรัม ได้ 2) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เลือกใช้เครื่องชั่งได้เหมาะสมเพียงบางส่วน และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน) เช่น นักเรียนรู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นจะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิทัลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม แต่นักเรียนบางคนไม่สามารถเลือกเครื่องชั่งน้ำหนักสำหรับชั่งยางพาราแผ่นได้ นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ไม่สามารถเลือกเครื่องชั่งน้ำหนักสำหรับชั่งข้าวสาร 20 กิโลกรัม ได้เหมาะสม นักเรียนเลือกใช้เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อนซึ่งคำตอบที่เหมาะสมควรเป็นเครื่องชั่งสปริงแบบ 60 กิโลกรัม และมีนักเรียนที่เลือกใช้เครื่องชั่งที่ไม่เหมาะสมสำหรับการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผล นักเรียนเลือกใช้เครื่องชั่งสปริงแบบ 60 กิโลกรัม แต่คำตอบที่เหมาะสมควรเป็นเครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม และนักเรียนเลือกใช้เครื่องชั่งที่ไม่เหมาะสมสำหรับการชั่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษ นักเรียนเลือกใช้เครื่องชั่งสปริงแบบเข็มซึ่งคำตอบที่เหมาะสมควรเป็นเครื่องชั่งแบบดิจิทัล ที่อ่านค่าน้ำหนักได้ชัดเจนกว่า และ 3) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม สามารถบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้เหมาะสมครบถ้วน) เช่น ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสาร 49 กิโลกรัม นักเรียนสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม” นักเรียนสามารถบอกหน่วยการชั่งของมะม่วง 18 ผล เป็น “กิโลกรัม” และนักเรียนสามารถบอกหน่วยการชั่งของจดหมายแบบด่วนพิเศษ เป็น “กรัม” ได้

## 2.2 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการดำเนินการ

### เรื่อง การวัดความยาว

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวัดความยาว อยู่ในกลุ่ม A, AP, APO และ APOS และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ในการ











ความยาวของปากกา ดินสอ สีเมจิก คลิปหนีบกระดาษ ยางลบ และหนังสือได้ถูกต้อง แต่นักเรียนบางคนไม่สามารถวัดความยาวของระยะทางบนแผนที่ ที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ 2) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน) เช่น มีนักเรียนที่ไม่สามารถใช้รูปเหรียญที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ และไม่สามารถนำรูปคลิปหนีบกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ มีนักเรียนที่สามารถใช้รูปเหรียญที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ แต่ไม่สามารถนำรูปคลิปหนีบกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ และมีนักเรียนที่สามารถใช้รูปเหรียญที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของสมุดได้ แต่ไม่สามารถนำรูปคลิปหนีบกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ 3) นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 4 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 50) เช่น นักเรียนสามารถคาดคะเนความระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้ สามารถคาดคะเนความกว้างของเหรียญ 10 บาทได้ แต่มีนักเรียนที่ไม่สามารถคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนได้ ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 50) 4) นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 5 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 75 ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน สามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 25) เช่น นักเรียนสามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา คาดคะเนความยาวของแปรงลบกระดาน ว่ามีขนาดประมาณคลิปหนีบกระดาษ 4 อัน แต่ไม่สามารถคาดคะเนความกว้างของธนบัตร 100 บาทได้ นักเรียนเลือกตอบเป็นความกว้างของธนบัตร

100 บาท ประมาณได้กับธนบัตร 20 บาท 5 ใบ ซึ่งไม่ถูกต้อง คำตอบที่ถูกต้องควรเป็นรูปเหรียญ 5 เหรียญ และ 5) นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 5 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 62.5) เช่น นักเรียนสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง คือ 16 และ 32 หน่วย และนักเรียนสามารถหาความยาวรอบรูปบริเวณ A ได้ แต่หาความยาวรอบรูปบริเวณ B ไม่ได้ ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 25) เช่น นักเรียนสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง คือ 16 และ 32 หน่วย และนักเรียนสามารถหาความยาวรอบรูปบริเวณ A และ B ได้ นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง ไม่สามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 12.5) เช่น นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้อง และไม่สามารถหาความยาวรอบรูปบริเวณ A และ B ได้

จากการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการดำเนินการสำหรับเนื้อหา การชั่ง พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน) เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอบพันธุ์ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ซีด นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถชั่งน้ำหนักของลูกแอปเปิ้ลได้ มีเพียงนักเรียน 2 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง ที่ตอบถูกต้องเป็น 1,300 กรัม 2) นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 7 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน



(นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 87.5) แต่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 12.5) เช่น นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสับปะรดหนัก 6 หน่วย และสามารถบอกได้ว่าบร็อคโคลี่หนัก 4 หน่วย แต่ไม่สามารถหาน้ำหนักรวมของผลไม้และผักในตะกร้าได้ว่าทั้งหมดรวมเป็นกี่หน่วย

3) นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 6 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 75) แต่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 25) เช่น คาดคะเนได้ว่าโบกี้คาดคะเนน้ำหนักของน้ำตาลทราย 1 ถุง ประมาณ 5 กิโลกรัม ว่าสมจริงที่สุด และไฟกัสดคาดคะเนน้ำหนักของแจ๊ค ประมาณ 40 ตัน ว่าไม่สมจริงที่สุด และมีนักเรียนที่ไม่สามารถคาดคะเนน้ำหนักของทารกได้ว่ามีน้ำหนักเท่าไร

4) นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 6 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 75) แต่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งที่ต้องการจะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 25) เช่น นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถคาดคะเนน้ำหนักของตุ๊กตามีขนาดเล็ก 1 ตัว ได้ว่ามีน้ำหนักประมาณยาสีฟัน 1 กล่อง ส่วนใหญ่จะตอบว่าตุ๊กตามีขนาดเล็ก 1 ตัว มีน้ำหนักประมาณลูกอม 1 ถุง และ 5) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วน

ใหญ่เขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน) เช่น นักเรียนสามารถบอกหน่วยการชั่งของน้ำหนักข้าวสาร เป็น “กิโลกรัม” นักเรียนสามารถบอกหน่วยการชั่งของน้ำหนักมะม่วงเป็น “กิโลกรัม” และนักเรียนสามารถบอกหน่วยการชั่งของน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษเป็น “กรัม” ได้อย่างเหมาะสม

## 2.3 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความสัมพันธ์

### เรื่อง การวัดความยาว

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว อยู่ในกลุ่ม A, AP, APO และ APOS และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน กลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน กลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน กลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน กลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน กลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-อ่อน ไม่มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่จะวัดได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของ







เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน) เช่น นักเรียนสามารถตอบได้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร นักเรียนเลือกซีไปที่ตลับเมตรได้ถูกต้อง และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกได้ว่าจะใช้เครื่องมือวัด ความยาวชนิดใดในการหาความยาวรอบรูปของลูกฟุตบอล และ 2) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 8 กลุ่ม สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน) เช่น นักเรียนสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตร และเปลี่ยนเมตรเป็นคืบได้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลาได้ แต่นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถใช้รูปเหรียญวัดความกว้างและความยาวของสมุด เพื่อเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้ และมีนักเรียนที่ไม่สามารถใช้รูปคลิปหนีบกระดาษวัดความกว้างและความยาวของกรรไกร เพื่อเปลี่ยนหน่วยจากที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานให้เป็นแบบมาตรฐานได้

จากการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความสัมพันธ์สำหรับเนื้อหา การชั่ง พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 7 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้อย่างเหมาะสมถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 87.5) เช่น นักเรียนสามารถบอกน้ำหนักของสับปะรดที่วางไว้กับก้อนสี่เหลี่ยมขนาด 6 ก้อน (หนักก้อนละ 1 หน่วย) ว่ามีน้ำหนัก 6 หน่วย และสามารถบอกได้ว่ามะเขือเทศหนัก 2 หน่วย และบร็อคโคลี่มีน้ำหนัก 4 หน่วย นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถหาน้ำหนักรวมของผลไม้และผักในตะกร้าทั้งหมด เป็น 15 หน่วย ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 12.5) เช่น มีนักเรียนบางคนสามารถหาน้ำหนักของผลไม้และผักแต่ละชนิดได้ แต่ไม่สามารถหาน้ำหนักรวมได้ถูกต้อง 2) นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 5 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่ง

ที่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 62.5) เช่น นักเรียนสามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะมากกว่า 15 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 60 กิโลกรัม นักเรียนสามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผล ควรใช้เครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม เพราะสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 15 กิโลกรัม ซึ่งสามารถรับน้ำหนักของมะม่วงได้ ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลางนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่ชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้เหมาะสมและถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 37.5) เช่น นักเรียนบางคนไม่สามารถเลือกใช้เครื่องชั่งสำหรับการชั่งจดหมายแบบด่วนพิเศษได้ นักเรียนเลือกใช้เครื่องชั่งแบบสปริงแบบเข็ม เพราะซองจดหมายมีน้ำหนักน้อยจึงใช้เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม ซึ่งคำตอบที่เหมาะสมควรใช้เครื่องชั่งดิจิตอล และ 3) นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 7 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-กลาง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม A-อ่อน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-เก่ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APO-กลาง และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม APOS-เก่ง สามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 87.5) เช่น นักเรียนไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของน้ำหนักที่ควรเติมลงไป  $1 \text{ kg} + 500 \text{ g} = ? + 300 \text{ g}$  นักเรียนตอบเป็น 12 g เป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง คำตอบที่ถูกต้องคือ 1,200 g ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่ม AP-กลางสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 12.5) เช่น นักเรียนสามารถหาคำตอบของ  $1 \text{ kg} + ? = 1,300 \text{ g}$  ว่าน้ำหนักที่ควรเติมลงไปเป็น 300 g สามารถบอกได้ว่ามะม่วงหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1,000 กรัม และสามารถบอกได้ว่าชมพู 0.1 กิโลกรัม เท่ากับ 100 กรัม

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่ม A, AP, APO และ APOS และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง อยู่ในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านเนื้อหา (Concepts) ด้านการดำเนินการ (Operations) และด้านความสัมพันธ์ (Relations) ที่แตกต่างกัน สาเหตุอาจเนื่องมาจากตัวงานปฏิบัติ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ที่ให้นักเรียน

ทำเป็นลักษณะของปัญหาปลายเปิดที่ให้นักเรียนแต่ละคนได้แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาและหาคำตอบด้วยความเข้าใจของตนเอง ทำให้เกิดแนวคิดที่แตกต่างและหลากหลาย และจากการศึกษาของ อัมพร ม้าคนอง (2546) พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และสิ่งสำคัญที่สุดที่เกิดขึ้นในการเขียนคำตอบหรือการแสดงแนวคิดในงานปฏิบัติของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คือ ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถทำให้นักคิดสร้างความคิดรวบยอด โดยสร้างจากความคิดหรือประสบการณ์ใหม่เข้ามาเชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่แล้ว ซึ่งความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านเนื้อหา (Concepts) สอดคล้องกับงานวิจัยของ (สุกัญญา ธรรมบุญรักษ์, 2557) โดยนักเรียนแสดงถึงความเข้าใจอย่างรู้แจ้ง ด้านความคิดรวบยอด เรื่อง การหาร ดังนี้ 1) นักเรียนแสดงหลักฐานของหลักการ และนำหลักการไปใช้ นักเรียนอธิบายและให้เหตุผล โดยการแสดงวิธีการคิดของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม หรือการอธิบายให้เพื่อนฟัง เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจของตนเอง เช่น นักเรียนแบ่งออกอย่างละเท่า ๆ กัน หรือจำนวนครั้งของปริมาณในการแบ่งเท่ากัน 2) นักเรียนแสดงหลักฐานของนิยาม รวมถึงนำข้อนิยามไปใช้ โดยนักเรียนนำความรู้เรื่องการคูณในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มาใช้แก้ปัญหาในเรื่องการหาร แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีเครื่องมือในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เช่น นักเรียนแบ่งออกอย่างละเท่า ๆ กัน หรือจำนวนครั้งของปริมาณในการแบ่งเท่ากัน และสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ของการหารได้ ด้านการดำเนินการ (Operations) สอดคล้องกับงานวิจัยของ (สุกัญญา ธรรมบุญรักษ์, 2557) โดยนักเรียนแสดงถึงความเข้าใจอย่างรู้แจ้ง ด้านการดำเนินการ เรื่อง การหาร ดังนี้ 1) นักเรียนแสดงหลักฐานการนำสัญลักษณ์ไปใช้เพื่อแสดงแนวคิดของการหาร นักเรียนสามารถนำสัญลักษณ์ของการดำเนินการมาใช้เพื่อเชื่อมโยงหรือตรวจสอบแนวคิดในการหาร เช่น เครื่องหมายของการดำเนินการบวก (+) ลบ (-) คูณ (×) หาร (÷) และด้านความสัมพันธ์ (Relations) สอดคล้องกับงานวิจัยของ (สุกัญญา ธรรมบุญรักษ์, 2557) โดยนักเรียนแสดงถึงความเข้าใจอย่างรู้แจ้ง ด้านความสัมพันธ์ เรื่อง การหาร ดังนี้ 1) นักเรียนแสดงหลักฐานการใช้แบบรูปต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อแสดงแทนแนวคิดที่หลากหลาย โดยนักเรียนใช้การวาดภาพ การแสดงเป็นคำพูด และการเขียนสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแบ่งเพื่อแสดงแทนแนวคิดที่หลากหลายและการเชื่อมโยงที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น นักเรียนวาดภาพ นักเรียนใช้ลูกศรโยงการแบ่งออกอย่างละเท่า ๆ กัน 2) นักเรียนแสดงหลักฐานในการเปรียบเทียบให้เห็นแนวคิดและหลักการที่สัมพันธ์กัน โดยนักเรียนสามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการคูณเป็นส่วนกลับของการหาร และเห็นแนวคิดที่เหมือนและแตกต่างกันของหลักการหารทั้งสองแบบ โดยใช้การอธิบายแนวคิด การให้

เหตุผล การแสดงท่าทาง การอภิปรายร่วมกับเพื่อน และการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อบอกถึงความสัมพันธ์ของการหาร เช่น นักเรียนอธิบายแนวคิดของการหารทั้งสองแบบ การใช้การคูณเข้ามาเพื่อเชื่อมโยงการหาร

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

#### ข้อเสนอแนะสำหรับนักพัฒนาหลักสูตร

1. ผลการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนว่าเป็นอย่างไร
2. การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง สามารถนำไปเป็นข้อมูลให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เพื่อกำหนดแนวทางและวางแผนการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน
3. การจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ควรเน้นให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือวัดความยาว และเครื่องชั่ง ที่เป็นของจริง มากกว่าการรู้จักเพียงแต่ชื่อและภาพของเครื่องมือวัดในหนังสือเรียน

#### ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

1. เนื้อหาการวัดความยาวและการชั่ง เป็นเนื้อหาที่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เกิดความสนุกสนานและเพลิดเพลินได้ โดยครูควรจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนสามารถปฏิบัติได้จริง เช่น การจัดกิจกรรมที่เกี่ยวกับการชั่ง ครูอาจพานักเรียนไปตลาดเพื่อดูว่าแม่ค้าชั่งน้ำหนักของสดในตลาดเป็นอย่างไร และให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการลงมือชั่งด้วยตัวเอง โดยมีครูคอยสังเกตและแนะนำอย่างใกล้ชิด
2. ในการจัดประสบการณ์เรียนรู้ให้กับนักเรียน ข้อมูลที่เสนอให้นักเรียนต้องมีความหมายและความสำคัญ ครูควรหาวิธีช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เก่า
3. ครูควรจัดหาเครื่องมือวัดความยาว และเครื่องชั่งต่าง ๆ ไว้ในชั้นเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือ หรือให้นักเรียนได้รู้จักชื่อเครื่องมือวัดต่าง ๆ ก่อนจะเข้าสู่บทเรียนจริง

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพที่มีเป้าหมายในการศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยอธิบายจากความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายว่าเป็นอย่างไร ผลการวิจัยครั้งนี้จึงขึ้นอยู่กับบริบทของโรงเรียนที่ผู้วิจัยเข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับผู้ที่สนใจควรทำการวิจัยในบริบทอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลสรุปเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนที่ชัดเจนยิ่งขึ้น





## บรรณานุกรม

- Arends, R. I. (1994). *Learning to teach* (3rd). New York: McGraw-Hill.
- Arends, R. I. (2009). *Learning to teach* (8th). Boston: McGraw-Hill.
- Annon, I., Cottrill, J., Dubinsky, E., Oktac, A., Roa, S., Trigueros, M., และ Weller, K. (2014). *APOS Theory: A Framework for Research and Curriculum Development in Mathematics Education*. Springer, NY: Heidelberg, Dordrecht, London.
- Asiala, M., Brown, A., DeVries, D., Dubinsky, E., Mathews, D., และ Thomas, K. (1996). A framework for research and curriculum development in undergraduate mathematics education C. i. i. m. education *Research in Collegiate mathematics education II* (6, 1-32). Providence, RI: American Mathematical Society.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Balka, H., และ Miles. (2004). What is conceptual understanding?  
<https://studylib.net/doc/7941770/what-is-conceptual-understanding%3F>
- Bansilal, S. (2013). Understanding the contextual resources necessary for engaging in mathematical literacy assessment tasks. *Journal of Education*, 58, 45-66.
- Boyatzis, R. E. (1988). *Transforming Qualitative Information: Thematic Analysis and Code Development*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Breidenbach, D., Dubinsky, E., Hawks, J., และ Nicholas, D. (1992). Development of the process conception of function. *Educational Studies in Mathematics*, 23, 247-285.
- Byrnes, J. (1996). *Cognitive development and learning in instructional contexts*. Boston: Allyn & Bacon.
- Clark, J., Kraut, G., Mathews, D., และ Wimbish, J. (2007). The "Fundamental Theorem" of statistics: Classifying student understanding of basic statistical concepts.  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.636.8858&rep=rep1&type=pdf>
- Cockburn, และ Littler. (2010). The Upper Students Conceptions and Misconceptions about Photosynthesis in Khon Kaen. *Thailand. SEAMEORECSAM. Penang Malaysia*,

84(4), 3.

De Cecco, J. P. (1968). *The psychology of learning and instruction educational psychology*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.

Department of Education. (2002). National Curriculum Statement Grade R-9 (School) *Government Gazette*. Pretoria: Department of Education.

Donovan, M., และ Bransford, J. (2005). *How students learn: Science in the classroom*. Washington, DC: National Academic Press.

Driscoll, M. P., McCown, R., และ Roop, P. (1996). *Educational Psychology: A Learning Centered Approach to Classroom Practice* (2nd). Massachusetts: Allyn and Bacon.

Dubinsky, E. (1991). Reflective abstraction in advance mathematical thinking A. m. t. D. O. Tall (Ed.) *Advance mathematical thinking* (95-123). Dordrecht: Kluwer.

Dubinsky, E., Weller, K., McDonald, M. A., และ Brown, A. (2005). Some historical issues and paradoxes regarding the concept of infinity: An APOS analysis: Part 1. *Educational Studies in Mathematics*, 58, 335-359.

Dubinsky, E., และ McDonald, M. A. (2002). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. *The teaching and learning of mathematics at university level*, 275-282.

Eggen, P., และ Kauchak, D. (1992). *Educational Psychology: Classroom Connections*. Glencoe: McGraw-Hill.

Fatqurhohman, F. (2016). Transition Process of Procedural to Conceptual Understanding in Solving Mathematical Problems *International Education Studies* (9, 182-190): Canadian Center of Science and Education.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd). New York: McGraw-Hill.

Goodwin, W. L., และ Klausmeier, H. J. (1975). *Facilitating student learning: An introduction to educational psychology*. New York: Harper & Row.

Haylock, D., และ Thangata, F. (2007). *Key concepts in teaching primary mathematics*. London: SAGE.

Hellmut, R. L., McBeath, A., และ Hebert, J. (1995). *Teaching: strategies and methods for*



*student-centered instruction*. Toronto: Harcourt Brace.

- Hiebert, J., และ Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis J. Hiebert *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (1-27). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hiebert, J. C., และ Carpenter, T. P. (1992). Learning and Teaching with Understanding D. A. Grouns *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (65-97). Old Tappan, NJ: Macmillan.
- Ibrahim Cetin. (2009). *Students' Understanding of Limit Concept: An APOS Perspective*. Middle East Technical University, Turkey. (Dissertation, Ph.D. (Computer Education and Instructional Technology)).
- Kilpatrick, J., และ Swafford, J. (2002). *Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., และ Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academies Press.
- Maharaj, A. (2010). An APOS Analysis of Students' Understanding of the Concept of a Limit of a Function. *Pythagoras*, 71, 41-52.
- Maharaj, A. (2014). An APOS analysis of natural science students' understanding of derivatives. *South African Journal of Education*, 3(1), 54-73.
- Matthews, D., และ Clark, J. (2013). Successful students' conceptions of mean, standard deviation and the central limit theorem.  
[https://pdfs.semanticscholar.org/15d2/f7d5de6bba2e12dedfa3caef7d1427f32f9d.pdf?\\_ga=2.217373142.1518917281.1572671907-243531002.1564424937](https://pdfs.semanticscholar.org/15d2/f7d5de6bba2e12dedfa3caef7d1427f32f9d.pdf?_ga=2.217373142.1518917281.1572671907-243531002.1564424937)
- McDonald, M., Matthews, D., และ Strobel, K. (2000). Understanding sequences: A tale of two objects C. i. i. m. education *Research in Collegiate mathematics education IV* (8, 77-102). Providence, RI: American Mathematical Society.
- Medin, D. L. (1989). Concepts and conceptual structure. *American Psychologist*, 44(12), 1469-1481.
- Miles, M. B., และ Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis. An Expanded Sourcebook* (2nd). Thousand Oaks, CA: Sage.

- Moore, K. D. (2001). *Classroom Teaching Skills* (10th). Boston: McGraw-Hill.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Measurement Office. (2017). Measurement in Daily Life.  
<https://www.npl.co.uk/upload/pdf/measurement-matters.pdf>
- Nickerson, R. S. (1985). Understanding understanding. *American journal of education*, 93(1), 201-239.
- Parsons, R. D., Hinson, S. L., and Sardo-Brown, D. (2001). *Educational Psychology: A Practitioner-Researcher Model of Teaching*. Canada: Nelson Thomson Learning.
- Piaget, J. (1980). *Adaptation and intelligence* (S. Eames, Trans.). Chicago: University of Chicago Press.
- Piaget, J., and García, R. (1989). *Psychogenesis and the history of science* (H. Feider, Trans.). New York: Columbia University Press.
- Polya, G. (1962). *Mathematical discovery: On understanding, learning, and teaching problem solving*. New York: John Wiley.
- Richard, K. M., and Page, K. (2016). Teaching for conceptual understanding in science.  
<https://files.hbe.com.au/samplepages/NST9075.pdf>
- Riley, M., Greeno, J., and Heller, J. (1983). Development of children's problem-solving ability in arithmetic H. G. (Ed.) *The development of mathematical thinking* (153-196). New York: Academic Press.
- Russell, S. J. (2000). Developing computational fluency with whole numbers. *Teaching Children Mathematics*, 7(3), 154-158.
- Schoenfeld, A. H. (2008). Mathematics for understanding B. B. L. Darling-Hammond, P. D. Pearson, A. H. Schoenfeld, E. K. Stage, T. D. Zimmerman, G. N. Cervetti, & J. L. Tilson *Powerful learning: What we know about teaching for understanding* (113-115). San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects on different sides of the same coin. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 1-36.

- Shahpour Ahmadi. (2014). *The Development of Freshman Precalculus Students' Understanding of Exponential and Logarithm Functions*. Morgan State University, Maryland. (Dissertation, Ph.D. (Mathematics Education)).
- Sierpinska, A. (1990). Some remarks on understanding in mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 10(3), 24-36.
- Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics teaching*, 77, 20-26.
- Stenger, C., Weller, K., Arnon, I., Dubinsky, E., และ Vidakovic, D. (2008). A search for a constructivist approach for understanding the uncountable set  $P(N)$ . *Revista Latinoamericana de investigacion en Matematicas Educativas*, 11(1), 93-126.
- The New York State Education Department [NYSED]. (2017). New York State Next Generation Mathematics Learning Standards. <http://www.nysed.gov/common/nysed/files/programs/curriculum-instruction/nys-next-generation-mathematics-p-12-standards.pdf>
- Toumasis, C. (1995). Concept Worksheet: An important tool for learning. *The Mathematics Teacher*, 88(2), 89-100.
- Travers, R. M. W. (1967). *Essentials of Learning: An Overview for Students of Education*. New York: The Macmillan Co.
- Triqueros, M., และ Martínez-Planell, R. (2010). Geometrical representations in the learning of two-variable functions. *Educational Studies in Mathematics*, 73, 3-19.
- Tziritas, M. (2011). *APOS Theory as a Framework to Study the Conceptual Stages of Related Rates Problems*. Concordia University: Montreal, Quebec, Canada.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., และ Bay-William, J. M. (2010). *Elementary and middle school mathematics: teaching developmentally* (7th). Boston: Allyn & Bacon.
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wadsworth, B. J. (1996). *Piaget's theory of cognitive and affective development: foundations of constructivism* (5th). White Plains, N.Y.: Longman Publisher USA.
- Woolfolk, A. (2008). *Educational Psychology* (10th). Boston: Pearson Education.
- Zingiswa, M. M. J. (2011). *An APOS Exploration of Conceptual Understanding of The*

*Chain Rule in Calculus by First Engineering Students.* University of Kwa-Zulu Natal, Edgewood Campus. (Dissertation, Ed.D.(Mathematics Education)).

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย.* กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

จารวี ธาดา. (2552). *การวินิจฉัยปัญหายุ่งยากทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีกราฟขั้นแนะนำ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.(คณิตศาสตร์ศึกษา)).*

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2546). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.* กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.

ธวัตรชัย เดนชา. (2558). *การสำรวจระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เลขยกกำลัง ในชั้นเรียนที่ใช้การสอนด้วยวิธีการแบบเปิด. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)).*

นวลทิพย์ นวพันธุ์. (2556). *บทความทางวิชาการ.*

<http://pookpikschool.com/Learn/vichakarn.pdf>

นิติวุฒิ ศรีคลังไพร. (2549). *การศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลโดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิกเป็นฐานในการเรียนการสอน: กรณีศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.(คณิตศาสตร์ศึกษา)).*

ปุกณนุช กุลเพชร. (2552). *การศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)).*

พเยาว์ แก้วดวงตา. (2549). *การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันเชิงเส้น ของนักเรียนที่ใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิก. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)).*

ภาณุมาศ เศรษฐจันทร. (2556). *การศึกษามลสมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เกมประกอบการ*

จัดการเรียนรู้. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา)).

รณชัย ปานะโปย. (2559, มีนาคม-เมษายน). คุณลักษณะที่พึงประสงค์เชิงคณิตศาสตร์. นิตยสาร สสวท, 44(19), 19-24.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2554). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554.

<http://www.royin.go.th/dictionary/>

รุ่งทิศา แยมรุ่ง. (2554). ประมวลสาระชุดวิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 1-8. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วัชรภรณ์ ปราณธรรม. (2549). การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิก. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.(คณิตศาสตร์ศึกษา)).

วินัย ดำสุวรรณ. (2558). มโนทัศน์และการวิจัยความเข้าใจคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัทแดนเนกซ์ อินเทอร์เน็ตคอร์ปอเรชั่น.

ศราววุฒิจำวัน. (2558). ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง แกนสมมาตร ตามกรอบทฤษฎี APOS: กรณีศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยน้ำคิงวิทย.

[http://jes.rtu.ac.th/rtunc2016/pdf/Oral%20Presentation/Oral%20กลุ่ม%204%20ศึกษาศาสตร์/ED\\_09.pdf](http://jes.rtu.ac.th/rtunc2016/pdf/Oral%20Presentation/Oral%20กลุ่ม%204%20ศึกษาศาสตร์/ED_09.pdf)

ศศิณา บุตรสีเขียว. (2553). การศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)).

สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2562). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษา ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2561.

[http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETP6\\_2561.pdf](http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETP6_2561.pdf)

สัญลักษณ์ นักร้อง. (2559). การศึกษาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad (GSP)* เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)).

- สิรินัฐ ประจิมทิศ. (2553). การศึกษาความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวนเต็ม โดยใช้สถานการณ์จริงและโปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)).
- สุกัญญา ธรรมบุญรักษ์. (2557). ความเข้าใจอย่างรู้แจ้งเรื่องอาหาร ของนักเรียนในชั้นเรียน คณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.(คณิตศาสตร์ศึกษา)).
- อลิสรา ชมชื่น. (2550). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการทฤษฎีพัฒนาความ เข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร และการให้เหตุผลเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์ ค.ด.(หลักสูตรและการสอน)).
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสาร ทางวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัทการพิมพ์ จำกัด.



ภาคผนวก





ภาคผนวก ก  
รายนามผู้เชี่ยวชาญ



## รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่

- 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง และ
- 2) งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง แบบสัมภาษณ์/การให้รหัส และแบบบันทึกการสัมภาษณ์ มีดังนี้

รองศาสตราจารย์ ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค

ผู้เชี่ยวชาญสาขาคณิตศาสตร์ศึกษา

มูลนิธิ ดร.สมวงษ์ และแพทย์หญิงเพ็ญนภา

อาจารย์ ดร. ญานิน กองทิพย์

ผู้เชี่ยวชาญสาขาคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์ศึกษา

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ ดร. อุไรวรรณ ชินพงษ์

ผู้เชี่ยวชาญสาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร

สำนักทะเบียนและวัดผล วิทยาลัยชุมชนราษีไศล

ศน. อรวรรณ สวัสดิ์

ศึกษานิเทศก์ และอดีตครูสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 3

อาจารย์มาเรียมณี บุญอ

ครูสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา (อาจารย์ 3)

โรงเรียนชะเมาสามต้น

## ผู้ให้รหัสข้อมูล

อาจารย์ ดร. ธัชพล พลรัตน์

อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม)

อาจารย์เอนก จันทรวงูญ

อาจารย์ประจำ

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



ภาคผนวก ข  
งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว  
งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง

งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว

ชื่อ - สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามตามที่กำหนดให้

จากข้อ A1 – A4 ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้

ข้อ A1



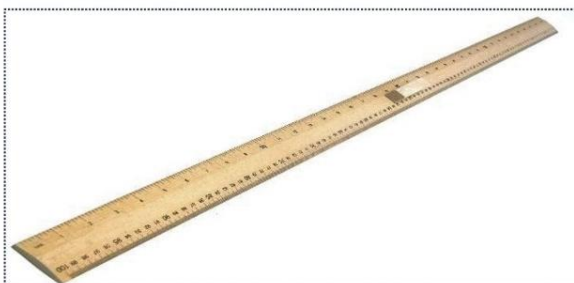

ข้อ A2




ข้อ A3




ข้อ A4



จากข้อ A5 – A8 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวตามที่ระบุ



ภาพ ก.



ภาพ ข.



ภาพ ค.



ภาพ ง.

ข้อ A5 ถ้านักเรียนต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  
ตอบข้อ.....

ข้อ A6 ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวสมุดโดยใช้ไม้บรรทัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  
ตอบข้อ.....

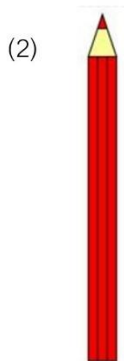
ข้อ A7 ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวผ้าโดยใช้ไม้เมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  
ตอบข้อ.....

ข้อ A8 ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวรอบวงโดยใช้สายวัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  
ตอบข้อ.....

จากข้อ A9 – A10 ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้

ข้อ A9 (1) 


จากภาพที่กำหนดให้ปากกามีความยาว.....เซนติเมตร




จากภาพที่กำหนดให้

ดินสอมีความยาว .....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร


สีเมจิกมีความยาว.....เซนติเมตร.....มิลลิเมตร

ข้อ A10  คลิปหนีบกระดาษมีความยาว.....นิ้ว




Inches 1 2 3


Centimeters 1 2 3 4 5 6 7 8 9



ยางลบมีความยาว.....เซนติเมตร


หนังสือมีความยาว.....นิ้ว

ข้อ A11  หนังสือมีความยาว.....นิ้ว



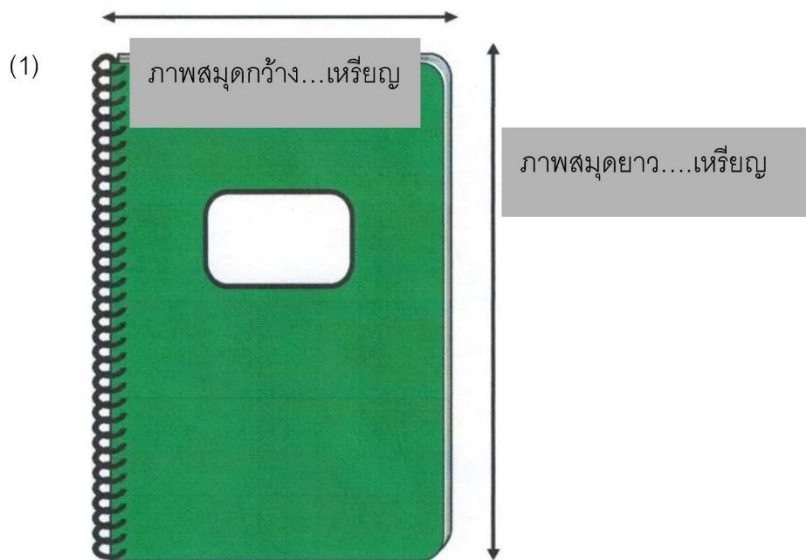
Inches 1 2 3

Centimeters 1 2 3 4 5 6 7 8 9



สีเมจิกมีความยาว.....เซนติเมตร

ข้อ A12 ให้นักเรียนใช้เหรียญกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้



(เหรียญ 1 เหรียญกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร)

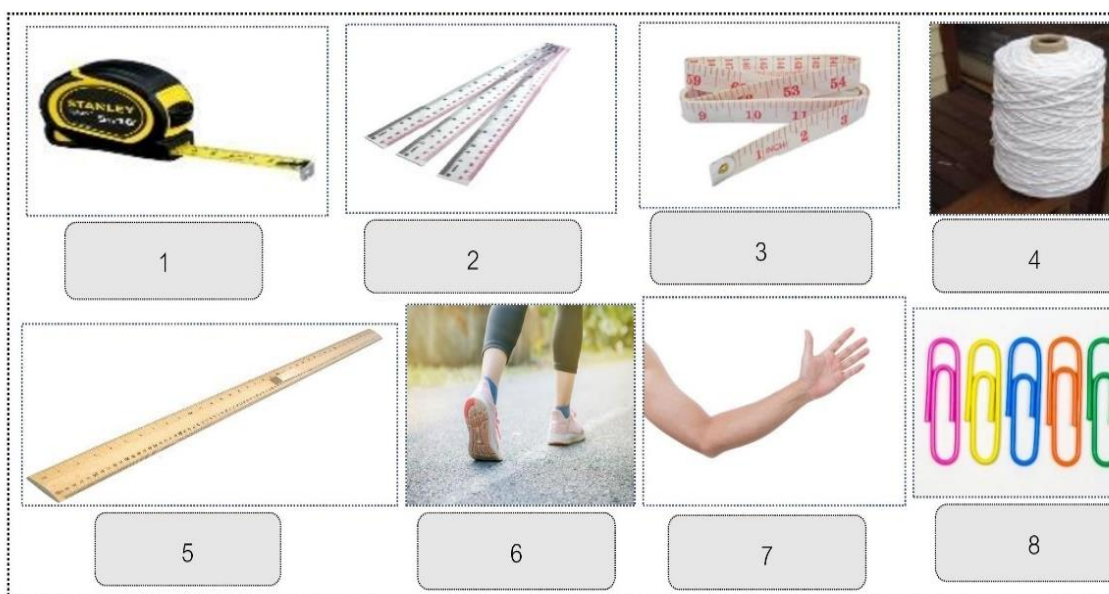
สมุดมีความกว้าง.....เซนติเมตร  
 สมุดมีความยาว.....เซนติเมตร



(คลิปหนีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว)

กรรไกรมีความกว้าง.....นิ้ว  
 กรรไกรมีความยาว.....นิ้ว

กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ P1 – P4



ข้อ P1 ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตร



นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม  
เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....

เหตุผลที่เลือกใช้ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความสูงของโต๊ะกลมคือ.....



**ข้อ P2** ถ้านักเรียนต้องการหาความยาวของห้องเรียน



นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม

เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....

เหตุผลที่เลือกใช้.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวของห้องเรียนคือ.....

**ข้อ P3** ถ้านักเรียนต้องการวัดรอบเอวเพื่อตัดกางเกง



นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม

เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....

เหตุผลที่เลือกใช้.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดรอบเอวคือ.....

**ข้อ P4** ถ้านักเรียนต้องการวัดเพื่อตัดผ้าจากภาพที่กำหนด



นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม

เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข.....

เหตุผลที่เลือกใช้.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....




หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวผ้าคือ.....



จากข้อ P5 – P6 ให้นักเรียนคาดคะเนความยาวของสิ่งที่กำหนดให้

ข้อ P5 ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้

(1)

สิ่งของที่จะวัด	ความยาวที่คาดคะเนได้
 <p data-bbox="280 904 576 972">วัดความกว้างของเหรียญ</p>	<p data-bbox="1091 725 1326 786">5 เซนติเมตร</p> <p data-bbox="1091 869 1270 929">5 เมตร</p>
 <p data-bbox="280 1352 775 1420">วัดระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่</p>	<p data-bbox="1091 1016 1286 1077">15 เมตร</p> <p data-bbox="1091 1218 1342 1279">26 มิลลิเมตร</p>
 <p data-bbox="472 1711 756 1778">วัดความกว้างของห้องเรียน</p>	<p data-bbox="1091 1397 1342 1458">122 กิโลเมตร</p> <p data-bbox="1091 1576 1366 1637">2,700 กิโลเมตร</p>

(2)

สิ่งของที่เจาะวัด	ความยาวที่คาดคะเนได้
<p data-bbox="523 510 805 577">วัดความกว้างของประตู</p> 	<p data-bbox="976 600 1273 676">   4 อัน         </p> <p data-bbox="976 810 1279 913">   5 เหรียญ         </p>
<p data-bbox="443 1191 774 1258">วัดความยาวของแปรงลบกระดาน</p> 	<p data-bbox="976 1057 1423 1272">   5 ใบ         </p>
<p data-bbox="466 1742 805 1809">วัดความกว้างของธนบัตร 100 บาท</p> 	<p data-bbox="976 1429 1168 1489">  3 ก้าวขา         </p> <p data-bbox="976 1594 1184 1655">  20 ก้าวขา         </p>

**ข้อ P6** กำหนดข้อความต่อไปนี้

- ก. รัศภาคคคะเนความกว้างของห้องเรียนประมาณ 5 กิโลเมตร
- ข. ภูริคาคคคะเนความสูงของต้นถั่วงอกประมาณ 30 เซนติเมตร
- ค. วินคาคคคะเนความสูงของครุประจำชั้นประมาณ 168 เซนติเมตร
- ง. น้ชชาคาคคคะเนความยาวของหนังสือเรียนประมาณ 10 มิลลิเมตร

(1) ใครคาคคคะเนความยาวได้สมจริงมากที่สุด เพราะเหตุใด.....

.....

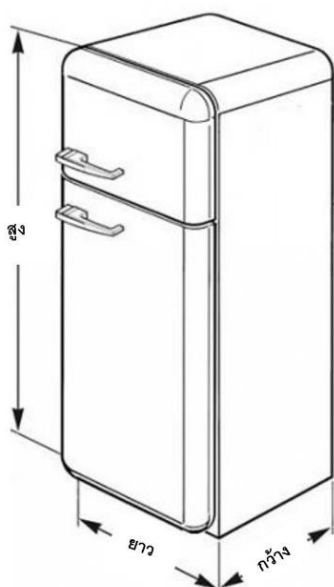
(2) ใครคาคคคะเนความยาวไม่สมจริงที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ.....

.....

.....

.....

**ข้อ O1** ให้นักเรียนวัดขนาดของภาพตู้เย็น



(1) ภาพตู้เย็นใบนี้มีขนาดเท่าไร พร้อมบอกหน่วยที่ถูกต้อง

.....

.....

.....

(2) ความสูงจริงของตู้เย็นใบนี้ประมาณกี่คืบ พร้อมอธิบายวิธีคิด

.....

.....

.....

(มาตราส่วนของความยาวในภาพต่อความยาวจริงเป็น 1 เซนติเมตร : 0.5 เมตร)

O2 ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวโดยใช้ไม้บรรทัดหัก ดังภาพ



(1) ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านข้าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร

จงอธิบาย

\_\_\_\_\_

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(2) ถ้าต้องการวัดความยาวของเส้นด้านข้าง โดยใช้ไม้บรรทัดนี้ นักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร

จงอธิบาย

\_\_\_\_\_

.....

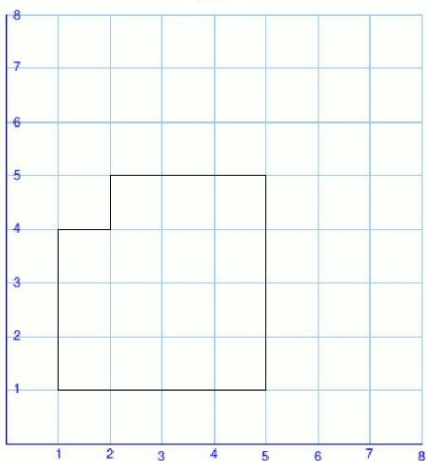
.....

.....

.....

ข้อ O3 กำหนดให้แต่ละช่องยาว 1 หน่วย นักเรียนมีวิธีการหาความยาวรอบรูปได้อย่างไร จงอธิบาย

(1)



ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย

จงแสดงวิธีคิด.....

.....

.....

.....

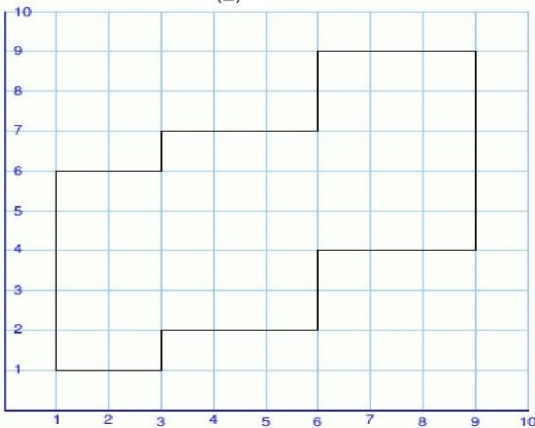
.....

.....

.....

.....

(2)



ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....หน่วย

จงแสดงวิธีคิด.....

.....

.....

.....

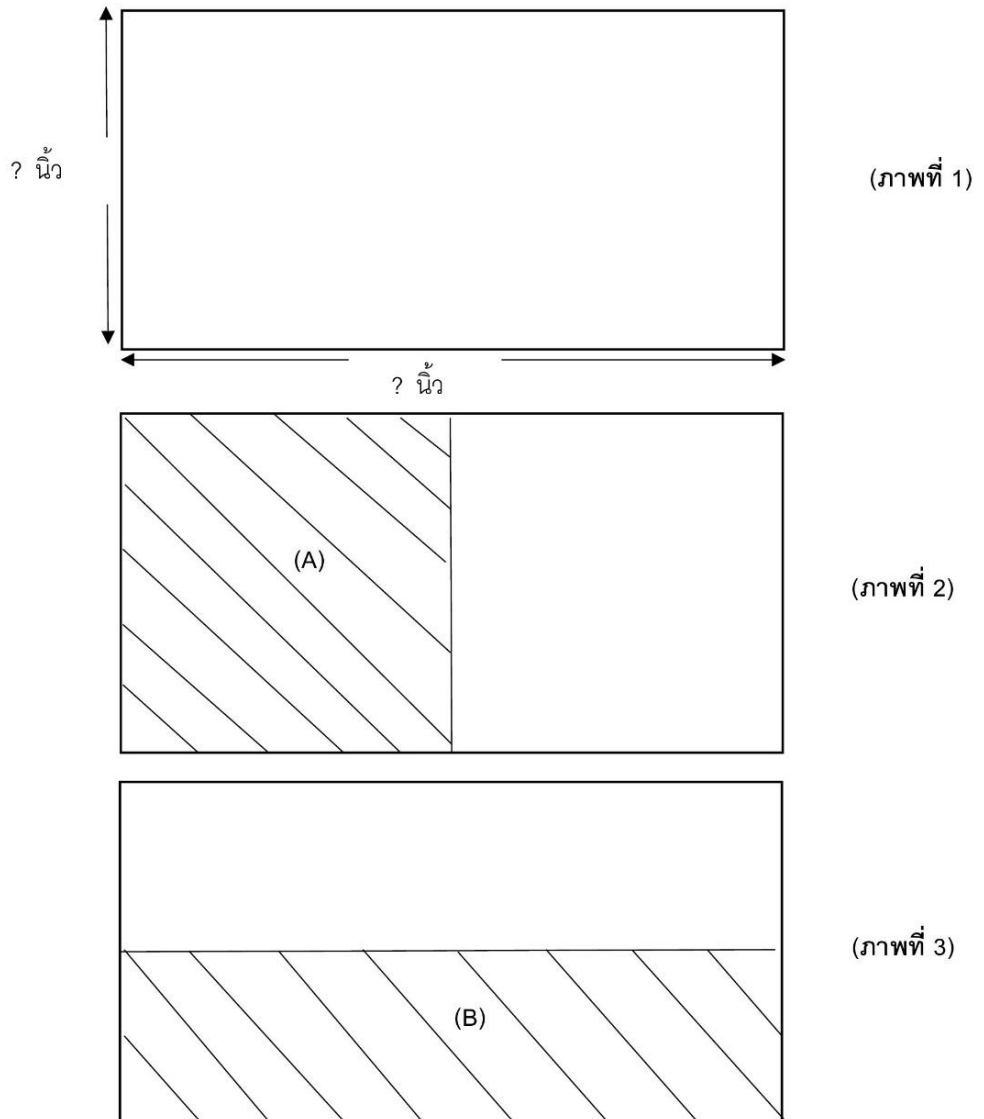
.....

.....

.....

.....

ข้อ O4 นักเรียนใช้สนามสำหรับซ้อมกีฬาซึ่งมีความยาวแต่ละด้าน ดังภาพที่ 1 ครูต้องการแบ่งสนามซ้อมกีฬาออกเป็นสองส่วนที่เท่ากันสำหรับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 จงหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และบริเวณ B (มาตราส่วน 1 นิ้ว : 5 หลา)

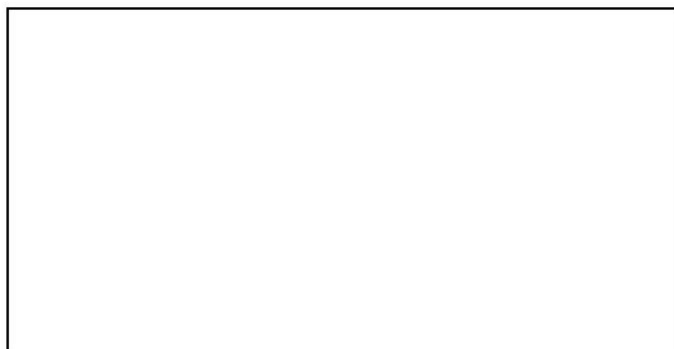


(1) ความยาวรอบรูปของบริเวณ A = .....หลา และบริเวณ B = .....หลา

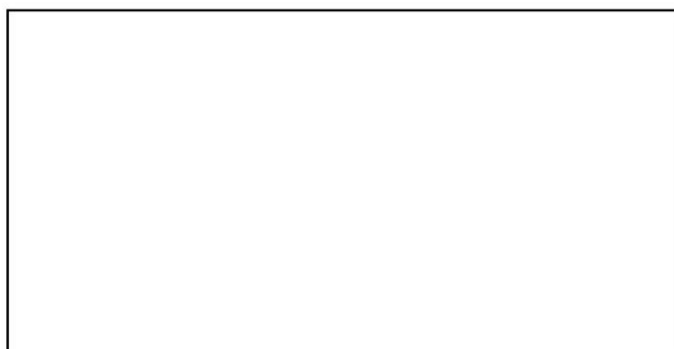
(2) ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการแบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3



(ภาพที่ 4)



(ภาพที่ 5)



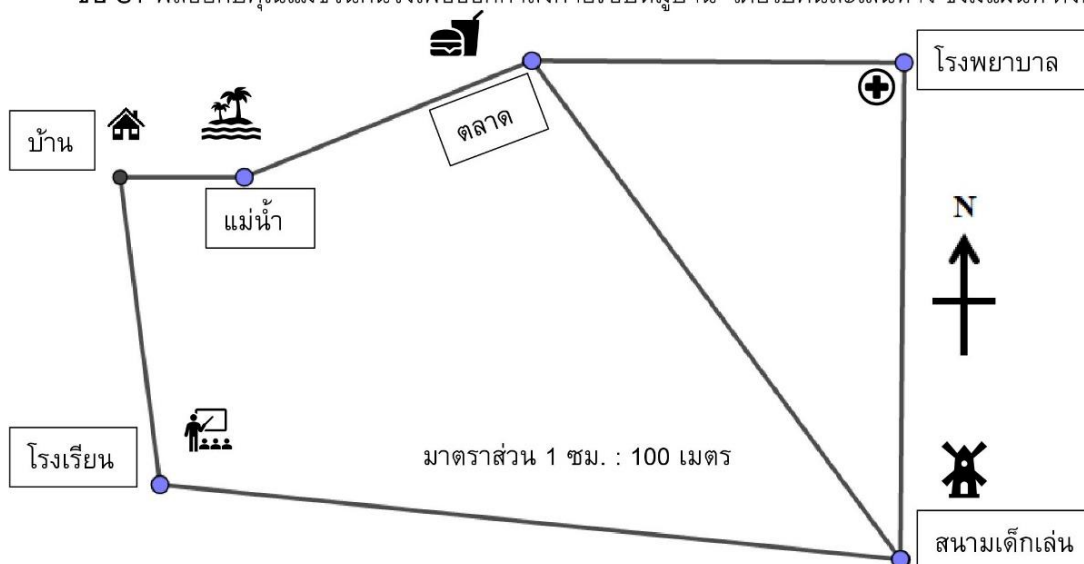
(ภาพที่ 6)



(ภาพที่ 7)

จากข้อ S1 ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว

ข้อ S1 พลอยกับคุณแม่ชวนกันวิ่งเพื่อออกกำลังกายรอบหมู่บ้าน โดยไปคนละเส้นทาง ซึ่งมีแผนที่ ดังนี้



พลอยกับคุณแม่ออกจากบ้านพร้อมกันและกลับมาถึงพร้อมกัน บทสนทนาของคุณแม่และพลอยคุยกัน ดังนี้

คุณแม่ : แม่วิ่งรอบหมู่บ้านได้ 2 รอบ โดยผ่านทุกสถานที่ในหมู่บ้านของเรา

พลอย : หนูวิ่งได้ 2 รอบ โดยหนูไม่ได้ผ่านโรงพยาบาล

จงหาว่าคุณแม่วิ่งได้ระยะทางมากกว่าพลอยกี่เมตร ให้แสดงวิธีการคิดโดยละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....



ข้อ S2 ถ้านักเรียนต้องการหารัศมีของลูกฟุตบอลลูกหนึ่ง ดังภาพที่กำหนดให้ นักเรียนจะมีวิธีการหารัศมีของลูกฟุตบอลอย่างไร



จงอธิบายวิธีการอย่างละเอียด.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง

ชื่อ - สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

### คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามตามที่กำหนดให้ต่อไปนี้

จากข้อ A1 – A4 ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้ดังรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชั่งให้ถูกต้อง

เครื่องชั่ง



A



B



C



D



E



F



G

ข้อ A1.....เครื่องชั่งน้ำหนักตัว .....เครื่องชั่งสปริงแบบ 60 กิโลกรัม

ข้อ A2.....เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม .....เครื่องชั่งดิจิตอล

ข้อ A3.....เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน .....เครื่องชั่งสองแขน

ข้อ A4.....เครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม

จากข้อ A5 – A8 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ

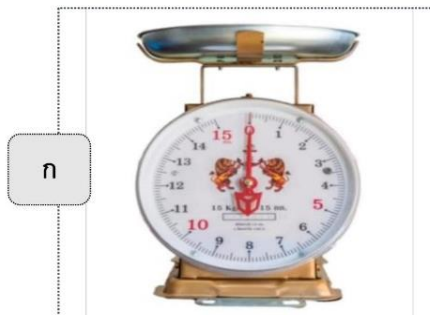
ข้อ A5



ถ้าต้องการชั่งน้ำหนักตัวของพ่อ



ถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้น



ข้อ A6



ถ้าต้องการชั่งยางพาราแผ่น 20 กอง



ก



ข



ถ้าต้องการชั่งผักหรือผลไม้ 4 กิโลกรัม



ค



ง



ข้อ A7



ถ้าต้องการชั่งโสมและสมุนไพวจีน



ก



ข



ถ้าต้องการชั่งไก่สด 7 กิโลกรัม



ค



ง

ข้อ A8



ถ้าต้องการชั่งข้าวสาร 20 กิโลกรัม



ก



ข



ถ้าต้องการชั่งเนื้อทอดนมสด 2 ชีด



ค

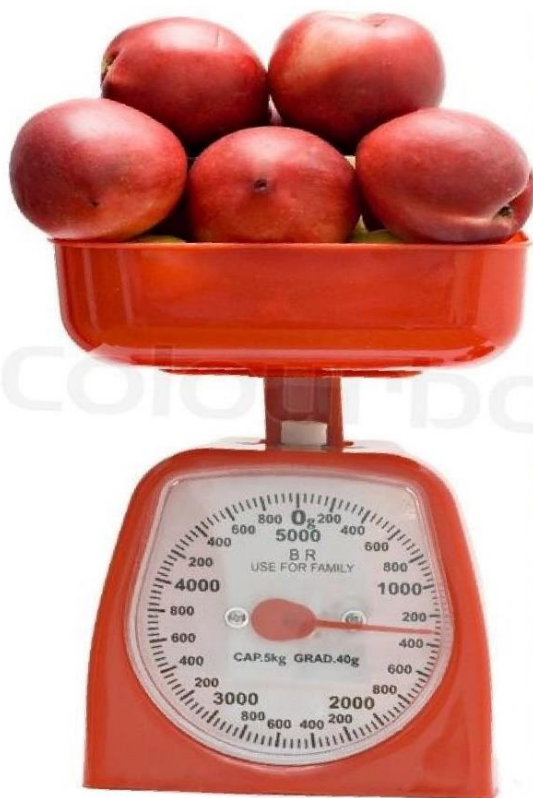


ง



จากข้อ A9 – A12 ให้นักเรียนบอกน้ำหนักจากสิ่งที่กำหนดให้

ข้อ A9



(1) ลูกแอปเปิลซึ่งน้ำหนักได้.....กรัม

(2) ปลาหมอบพันธุ์ซึ่งน้ำหนักได้.....กรัม หรือ.....ขีด

จากข้อ A10- A11 ให้นักเรียนวาดเติมตารางเพื่อแสดงน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้

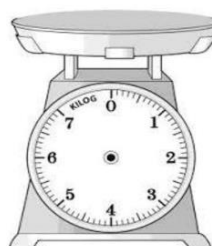
ข้อ A10



ส้ม 100 กรัม



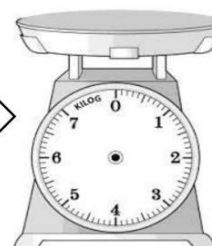
เมล่อน 9 ชีด



ข้อ A11



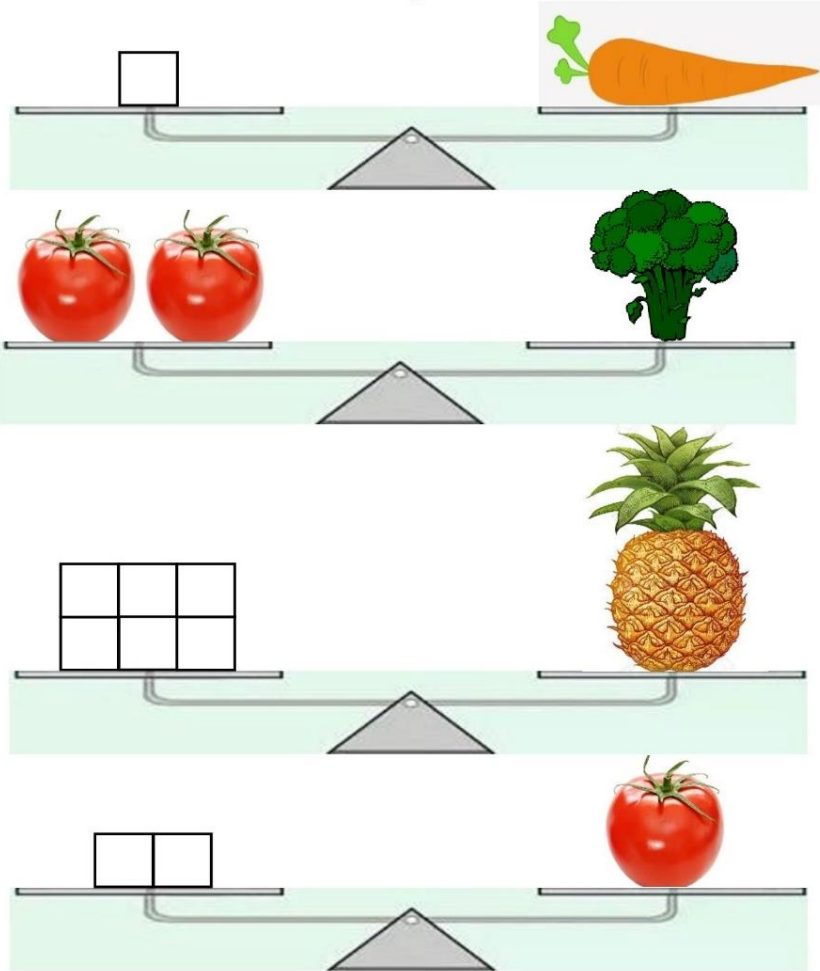
เงาะ 1 กิโลกรัม 2 ชีด



จงเขียนตัวเลขแสดงน้ำหนักบนจอดิจิทัล  
(กิโลกรัม)



ข้อ A12 จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (แทน  1 หน่วย)



- (1) สับปะรดมีน้ำหนัก.....หน่วย (2) น้ำหนักของ.....เป็น 2 หน่วย  
 (3) บร็อคโคลี่มีน้ำหนัก.....หน่วย (4) น้ำหนักของ.....เบาหรือน้ำหนักของมะเขือเทศ  
 (5) ผลไม้และผักในตะกร้ามีน้ำหนักรวมกันเป็น.....หน่วย



จากข้อ P1 – P4 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น

### เครื่องชั่งน้ำหนัก



ข้อ P1 ถ้าพ่อค้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารหอมมะลิกระสอบนี้



พ่อค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด.....

เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักข้าวสารคือ

.....

ข้อ P2 ถ้าแม่ค้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผล



แม่ค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด.....

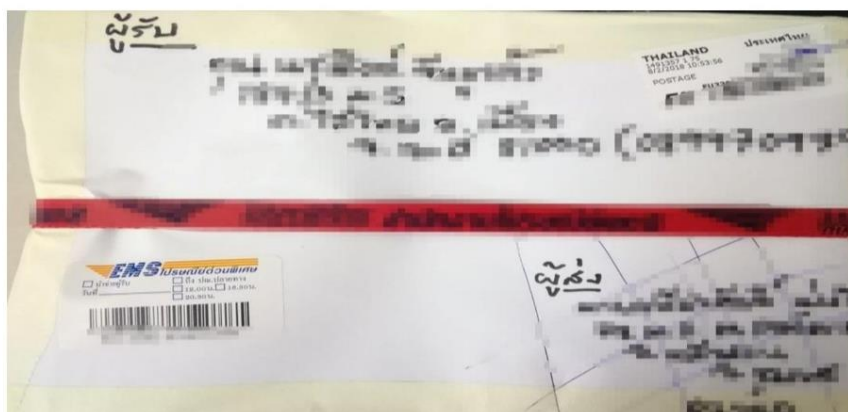
เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้.....

.....

.....

หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักมะม่วงคือ.....

ข้อ P3 ถ้าพนักงานไปรษณีย์ต้องการชั่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษ (EMS)



พนักงานไปรษณีย์จะใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด.....

เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้.....

.....

.....

หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักจดหมาย EMS คือ.....



ข้อ P4 ให้นักเรียนโยงภาพที่กำหนดให้ กับน้ำหนักที่คาดคะเนได้

(1)

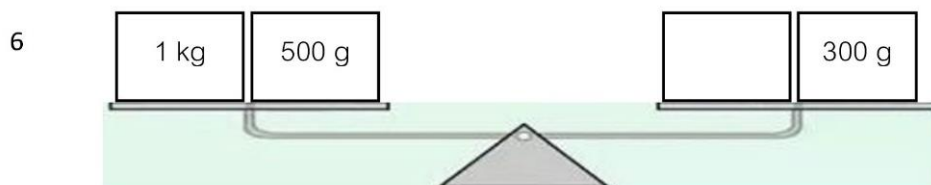
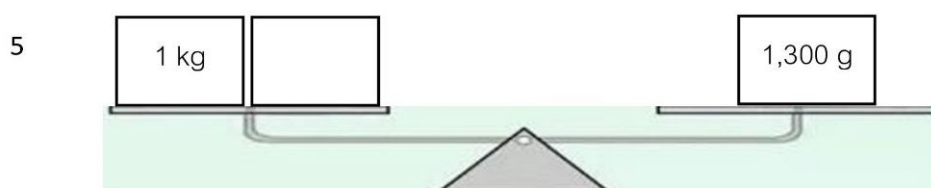
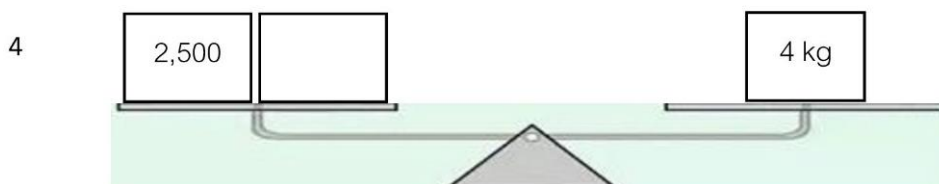
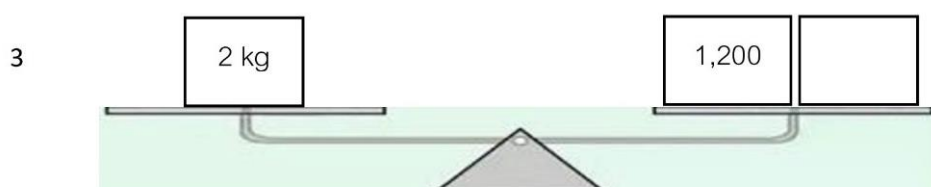
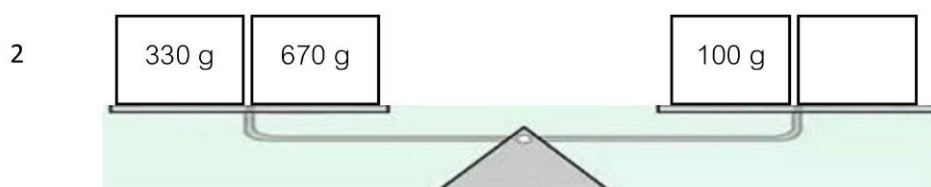
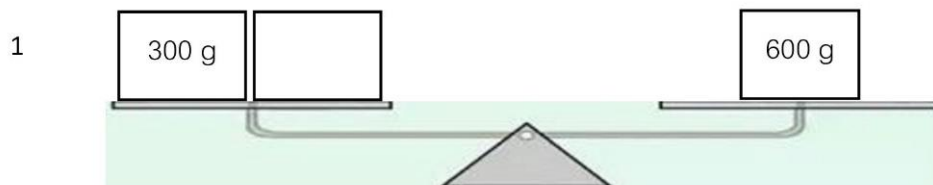
สิ่งของที่จะชั่ง	น้ำหนักที่คาดคะเนได้
 <p data-bbox="336 589 571 689">ชั่งน้ำหนักทารก</p>	<p data-bbox="1061 689 1295 768">1.108 กรัม</p> <p data-bbox="1061 846 1295 925">5 ชีด</p>
 <p data-bbox="279 1205 571 1283">ชั่งน้ำหนักช้าง 1 ตัว</p>	<p data-bbox="1061 1014 1295 1093">1 กิโลกรัม</p> <p data-bbox="1061 1193 1295 1272">16 กิโลกรัม</p>
 <p data-bbox="451 1637 818 1704">ชั่งธนบัตร 1,000 บาท 1 ใบ</p>	<p data-bbox="1061 1361 1295 1440">2,700 กรัม</p> <p data-bbox="1061 1507 1345 1585">4,000 กิโลกรัม</p>

(2)

สิ่งของที่ จะ ชั่ง	น้ำหนักที่คาดคะเนได้
 <p data-bbox="303 817 550 896">ชั่งน้ำหนักฝรั่ง 3 ลูกครึ่ง</p>	
 <p data-bbox="446 1310 726 1377">ชั่งน้ำหนักกระเป๋านักเรียน</p>	 
 <p data-bbox="502 1747 758 1814">ชั่งน้ำหนักตุ๊กตาหมี</p>	 



ข้อ O2 ให้นักเรียนเติมน้ำหนักและหน่วยของน้ำหนักในช่อง  ให้น้ำหนักทั้งสองข้างเท่ากัน

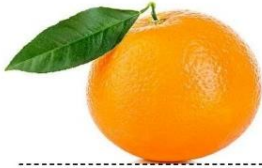




ข้อ O3 กำหนดน้ำหนักของผลไม้ชนิดต่าง ๆ ดังภาพ ให้นักเรียนจับคู่ภาพผลไม้ให้ตรงกับน้ำหนักบนตาชั่ง พร้อมทั้งวาดเสกलน้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิดนี้



แอปเปิ้ลหนักผลละ 3 ชีด



ส้มหนักผลละ 200 กรัม



ชมพู่ผลละ 0.1 กิโลกรัม



ทุเรียนหนักผลละ 1.5 กิโลกรัม



สับปะรดหนักผลละครึ่งกิโลกรัม



น้ำหนักรวมของผลไม้ทั้งห้าชนิด  
.....กิโลกรัม.....ขีด









ภาคผนวก ค  
การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 41 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่/ เรื่อง	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล การ ประเมิน	การแปลผล/ การคัดเลือก
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
การวัด ความยาว	1	2	3	4	5				
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
2	+1	+1	+1	+1	-1	3	0.6	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
3	0	0	+1	+1	+1	3	0.6	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
5	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.6	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
12	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
16	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้

ตาราง 41 (ต่อ)

ข้อที่/ เรื่อง	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล การ ประเมิน	การแปลผล/ การคัดเลือก
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
การวัด ความยาว									
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
26	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
33	-1	0	+1	+1	+1	2	0.4	ไม่สอดคล้อง	ใช้ไม่ได้/ ตัดทิ้ง
34	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.6	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
35	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
36	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.6	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้

จากตาราง 41 คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาค่า  $IOC \geq 0.5$  สรุปผลการประเมินได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 39 ข้อ สำหรับเนื้อหาการวัดความยาว ข้อ 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20 มีค่า IOC เท่ากับ 1 ข้อ 2, 3, 5 มีค่า IOC เท่ากับ 0.6 และข้อ 12, 16, 26 มีค่า IOC เท่ากับ 0.8 สำหรับเนื้อหาการชั่ง ข้อ 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 37, 38, 39, 40 มีค่า IOC เท่ากับ 1 ข้อ 35 มีค่า IOC เท่ากับ 0.8 และข้อ 34, 36 มีค่า IOC เท่ากับ 0.6



ตาราง 42 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่ / เรื่อง	ค่าความ ยากง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ระดับคุณภาพของข้อสอบ		การแปลผล
			ค่าความยาก ง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	
1	0.99	0.03	ง่ายมาก	อำนาจไม่ได้	ตัดทิ้ง
2	0.59	0.38	ปานกลาง	อำนาจได้ดี	คัดเลือก
3	0.50	0.20	ปานกลาง	อำนาจได้พอใช้	คัดเลือก
4	0.99	0.03	ง่ายมาก	อำนาจไม่ได้	ตัดทิ้ง
5	0.60	0.45	ปานกลาง	อำนาจได้ดีมาก	คัดเลือก
6	0.59	0.28	ปานกลาง	อำนาจได้พอใช้	คัดเลือก
7	0.58	0.25	ปานกลาง	อำนาจได้พอใช้	คัดเลือก
8	0.60	0.45	ปานกลาง	อำนาจได้ดีมาก	คัดเลือก
9	0.45	0.25	ปานกลาง	อำนาจได้พอใช้	คัดเลือก
10	0.53	0.35	ปานกลาง	อำนาจได้ดี	คัดเลือก
11	0.65	0.40	ง่าย	อำนาจได้ดีมาก	นำไปใช้ได้
12	0.48	0.20	ปานกลาง	อำนาจได้พอใช้	คัดเลือก
13	0.59	0.38	ปานกลาง	อำนาจได้ดี	คัดเลือก
14	0.29	0.23	ยาก	อำนาจได้พอใช้	นำไปใช้ได้
15	0.51	0.28	ปานกลาง	อำนาจได้พอใช้	คัดเลือก
16	0.59	0.28	ปานกลาง	อำนาจได้พอใช้	คัดเลือก
17	0.58	0.50	ปานกลาง	อำนาจได้ดีมาก	คัดเลือก
18	0.75	0.50	ง่าย	อำนาจได้ดีมาก	นำไปใช้ได้
19	0.58	0.30	ปานกลาง	อำนาจได้ดี	คัดเลือก
20	0.60	0.40	ปานกลาง	อำนาจได้ดีมาก	คัดเลือก
21	0.36	0.23	ยาก	อำนาจได้พอใช้	คัดเลือก
22	0.59	0.33	ปานกลาง	อำนาจได้ดี	คัดเลือก



ตาราง 42 (ต่อ)

ข้อที่ / เรื่อง	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ระดับคุณภาพของข้อสอบ		การแปลผล
			ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	
23	0.73	0.35	ง่าย	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
24	0.56	0.38	ปานกลาง	จำแนกได้ดี	คัดเลือก
25	0.59	0.33	ปานกลาง	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
26	0.60	0.20	ปานกลาง	จำแนกได้พอใช้	คัดเลือก
27	0.53	0.40	ปานกลาง	จำแนกได้ดีมาก	คัดเลือก
28	0.58	0.50	ปานกลาง	จำแนกได้ดีมาก	คัดเลือก
29	0.59	0.58	ปานกลาง	จำแนกได้ดีมาก	คัดเลือก
30	0.56	0.43	ปานกลาง	จำแนกได้ดีมาก	คัดเลือก
31	0.60	0.50	ปานกลาง	จำแนกได้ดีมาก	คัดเลือก
32	0.55	0.45	ปานกลาง	จำแนกได้ดีมาก	คัดเลือก
33	0.60	0.30	ปานกลาง	จำแนกได้ดี	คัดเลือก
34	0.91	0.13	ง่ายมาก	จำแนกไม่ได้	ตัดทิ้ง
35	0.59	0.28	ปานกลาง	จำแนกได้พอใช้	คัดเลือก
36	0.58	0.45	ปานกลาง	จำแนกได้ดีมาก	คัดเลือก
37	0.39	0.23	ยาก	จำแนกได้พอใช้	คัดเลือก
38	0.83	0.30	ง่ายมาก	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
39	0.58	0.45	ปานกลาง	จำแนกได้ดีมาก	คัดเลือก

จากตาราง 42 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่ในกลุ่มเป้าหมาย เพื่อนำผลที่ได้มาเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ไว้ใช้ แบ่งเป็นเนื้อหาการวัดความยาว 15 ข้อ และเนื้อหาการชั่ง 15 ข้อ โดยพิจารณาจากค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ซึ่งได้ผลดังตาราง 43



ตาราง 43 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่/เรื่อง	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
การวัดความยาว	(p)	(r)	
1	0.59	0.38	0.87
2	0.50	0.20	
3	0.60	0.45	
4	0.59	0.28	
5	0.58	0.25	
6	0.60	0.45	
7	0.45	0.25	
8	0.53	0.35	
9	0.48	0.20	
10	0.59	0.38	
11	0.51	0.28	
12	0.59	0.28	
13	0.58	0.50	
14	0.58	0.30	
15	0.60	0.40	
ข้อที่/เรื่อง	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	
การชั่ง	(p)	(r)	
16	0.36	0.23	
17	0.59	0.33	
18	0.56	0.38	
19	0.60	0.20	
20	0.53	0.40	

ตาราง 43 (ต่อ)

ข้อที่/เรื่อง	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
การชั่ง	(p)	(r)	
21	0.58	0.50	0.87
22	0.59	0.58	
23	0.56	0.43	
24	0.60	0.50	
25	0.55	0.45	
26	0.60	0.30	
27	0.59	0.28	
28	0.58	0.45	
29	0.39	0.23	
30	0.58	0.45	

จากตาราง 43 เลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.36–0.60 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20–0.58 แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับได้ 0.87

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง โดยใช้สูตร KR–20 สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังตาราง 44

ตาราง 44 ผลแสดงสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกและตอบผิดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	จำนวนนักเรียน ที่ตอบถูก	จำนวนนักเรียน ที่ตอบผิด	$p_i$	$q_i$	$p_i q_i$
1	46	34	0.59	0.41	0.24
2	40	40	0.50	0.50	0.25
3	48	32	0.60	0.40	0.24
4	47	33	0.59	0.41	0.24
5	46	34	0.58	0.42	0.24
6	48	32	0.60	0.40	0.24
7	36	44	0.45	0.55	0.25
8	42	38	0.53	0.47	0.25
9	38	42	0.48	0.52	0.25
10	47	33	0.59	0.41	0.24
11	41	39	0.51	0.49	0.25
12	47	33	0.59	0.41	0.24
13	46	34	0.58	0.42	0.24
14	46	34	0.58	0.42	0.24
15	48	32	0.60	0.40	0.24
16	29	51	0.36	0.64	0.23
17	47	33	0.59	0.41	0.24
18	45	35	0.56	0.44	0.25
19	48	32	0.60	0.40	0.24
20	42	38	0.53	0.47	0.25
21	46	34	0.58	0.42	0.24
22	47	33	0.59	0.41	0.24

ตาราง 44 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนนักเรียน ที่ตอบถูก	จำนวนนักเรียน ที่ตอบผิด	$p_i$	$q_i$	$p_i q_i$
23	45	35	0.56	0.44	0.25
24	48	32	0.60	0.40	0.24
25	44	36	0.55	0.45	0.25
26	48	32	0.60	0.40	0.24
27	47	33	0.59	0.41	0.24
28	46	34	0.58	0.42	0.24
29	31	49	0.39	0.61	0.24
30	46	34	0.58	0.42	0.24
$\sum_{i=1}^{30} p_i q_i$				7.31	
$S_t^2$				46.70	

จากตาราง 44 จะได้  $k = 30$ ,  $\sum_{i=1}^{30} p_i q_i = 7.31$

$$\text{และ } S_t^2 = \frac{N(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{N(N-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{80(2053440) - (1326)^2}{(80)(79)} = 46.70$$

$$\text{จะได้ว่า } r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k p_i q_i}{S_t^2} \right)$$

$$r_{tt} = \left( \frac{30}{30-1} \right) \left( 1 - \frac{7.31}{46.70} \right)$$

$$r_{tt} = \left( \frac{30}{29} \right) (0.84) = 0.87$$

- เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ค่าความเชื่อมั่น  
 $k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $p$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก  
 $q$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด  
 $S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม



ตาราง 45 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่/ เรื่อง	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล การ ประเมิน	การแปลผล/ การคัดเลือก
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
การวัด ความยาว									
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
5	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
6	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
7	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
8	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
9	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
10	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
13	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
14	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
15	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
16	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้

ตาราง 45 (ต่อ)

ข้อที่/ เรื่อง	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล การ ประเมิน	การแปลงผล/ การคัดเลือก
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
การวัด ความยาว									
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
ข้อที่/ เรื่อง	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผลการ ประเมิน	การแปลงผล/ การ คัดเลือก
การชั่ง	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้

ตาราง 45 (ต่อ)

ข้อที่/ เรื่อง	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล การ ประเมิน	การแปลผล/ การคัดเลือก
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
การชั่ง									
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้
46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง	ใช้ได้/ คัดเลือกไว้

จากตาราง 45 คัดเลือกงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาว่า  
 $IOC \geq 0.5$  สรุปผลการประเมินได้ว่า งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง  
มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 46 ข้อ (การวัดความยาว 24 ข้อ  
และการชั่ง 22 ข้อ) สำหรับเนื้อหาการวัดความยาว ข้อ 1, 2, 3, 4, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 21, 22,  
23, 24 มีค่า IOC เท่ากับ 1 และข้อ 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16 มีค่า IOC เท่ากับ 0.8  
สำหรับเนื้อหาการชั่ง ทุกข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1





ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว

## ภาคผนวก ง

### การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว

การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยผู้วิเคราะห์ 3 คน ได้แก่ ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 คน โดยพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มตามระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

#### นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม A

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว จัดอยู่ในระดับ A มีจำนวน 3 คน ได้แก่ ดอลลาร์ ยูโร และเปโซ ลักษณะการวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ A มีรายละเอียดดังนี้

ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของดอลลาร์ ข้อ A1- A4

#### คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้

จากข้อ A1 – A4 ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้

ข้อ A1



ตลับเมตร

ข้อ A2



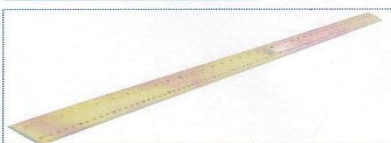
ไม้บรรทัด

ข้อ A3



ฉางวัดตัว

ข้อ A4



ไม้เมตร

ภาพประกอบ 9 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาวของดอลลาร์ ข้อ A1- A4

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า ดอลลาร์สามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อดอลลาร์เห็นภาพของตลับเมตร ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตร ดอลลาร์สามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน จากการศึกษาพบว่า ดอลลาร์มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ A1- A4 ด้านเนื้อหา ถูกต้องครบถ้วน

บทสัมภาษณ์ของดอลลาร์

**โจทย์ :** จากข้อ A1– A4 ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้

**ผู้วิจัย :** จากข้อ A1– A4 โจทย์ให้นักเรียนทำอะไรจะ

**ดอลลาร์ :** โจทย์ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้

**ผู้วิจัย :** จากข้อ A1 – A4 โจทย์ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้ นักเรียนรู้จักเครื่องมือวัดความยาวในภาพกี่รูปจะ

**ดอลลาร์ :** รู้จักทั้ง 4 รูปครับ

**ผู้วิจัย :** เครื่องมือวัดความยาวรูปที่ 1 เรียกว่าอะไรจะ

**ดอลลาร์ :** ตลับเมตร

**ผู้วิจัย :** แล้วเครื่องมือวัดความยาวรูปที่เหลือ มีอะไรบ้างจะ

**ดอลลาร์ :** ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตรครับ

ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของดอลลาร์  
ข้อ A1- A4

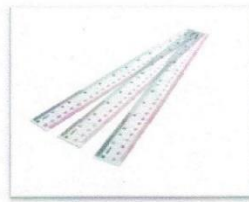
จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของยูโร และเปโซ ข้อ A1-A4 ยูโร และเปโซ สามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน จากการศึกษาพบว่า ยูโร และเปโซ มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ A1- A4 ด้านเนื้อหา ถูกต้องครบถ้วน

## ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของยูโร ข้อ A5–A8

จากข้อ A5 – A8 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวตามที่ระบุ



ภาพ ก.



ภาพ ข.



ภาพ ค.



ภาพ ง.

ข้อ A5 ถ้านักเรียนต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  
 ตอบข้อ..... ก ..... |

ข้อ A6 ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวสมุดโดยใช้ไม้บรรทัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  
 ตอบข้อ..... ข ..... |

ข้อ A7 ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวผ้าโดยใช้ไม้เมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  
 ตอบข้อ..... ค ..... |

ข้อ A8 ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวรอบวงโดยใช้สายวัด นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด  
 ตอบข้อ..... ก ..... |

### ภาพประกอบ 11 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของยูโร ข้อ A5–A8

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า ยูโรรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ข้อ A5 ยูโรรู้ว่าถ้าต้องการวัดความสูงของประตูโดยใช้ตลับเมตร ยูโรเขียนตอบ ก. เป็นภาพของตลับเมตรถูกต้อง และในทำนองเดียวกันยูโรสามารถเขียนตอบ ข้อ A5-A8 ได้ถูกต้องครบถ้วน จากการศึกษาพบว่า ยูโรมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ A5– A8 ด้านเนื้อหา ถูกต้องครบถ้วน

## บทสัมภาษณ์ของยูโร

**โจทก์ :** จากข้อ A5– A8 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวตามที่ระบุ

**ผู้วิจัย :** จากข้อ A5– A8 โจทก์ให้นักเรียนทำอะไรจะ

**ยูโร :** โจทก์ให้เลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวตามที่ระบุ

**ผู้วิจัย :** จากข้อ A1– A4 นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวในภาพไปแล้วใช่ไหม?

แล้วนักเรียนรู้ไหมว่าเครื่องมือวัดความยาวแต่ละอย่างใช้วัดอะไรได้บ้าง

**ยูโร :** (เงียบประมาณ 3 วินาที...อมยิ้ม) แล้วตอบว่า รู้จักค่ะ

**ผู้วิจัย :** ข้อ A5 ถ้านักเรียนต้องการวัดความสูงประตูโดยใช้ตลับเมตร นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือในภาพใด

**ยูโร :** ยูโรเอานิ้วชี้ไปที่ภาพ ก.

**ผู้วิจัย :** ทำไมนักเรียนถึงเลือกภาพเครื่องมือวัดความยาวนี้

**ยูโร :** หนูรู้จักตลับเมตรค่ะ

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของยูโร ข้อ A5

จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของดอลลาร์ และเปโซ ข้อ A5– A8 ดอลลาร์ และเปโซ สามารถเขียนคำตอบเป็น “ภาพ ก.” “ภาพ ข.” “ภาพ ค.” และ “ภาพ ง.” ได้ถูกต้องครบถ้วน จากการศึกษาพบว่า ดอลลาร์ และเปโซ มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ A5– A8 ด้านเนื้อหา ถูกต้องครบถ้วน

ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเปโซ ข้อ A9– A11

จากข้อ A9 – A10 ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้

ข้อ A9 (1)

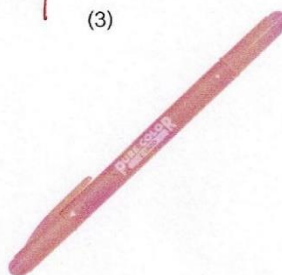


จากภาพที่กำหนดให้ปากกามีความยาว...5.3...เซนติเมตร

(2)



(3)



จากภาพที่กำหนดให้

ดินสอมีความยาว...5...เซนติเมตร...1...มิลลิเมตร

สีเมจิกมีความยาว...6...เซนติเมตร...6...มิลลิเมตร

ข้อ A10

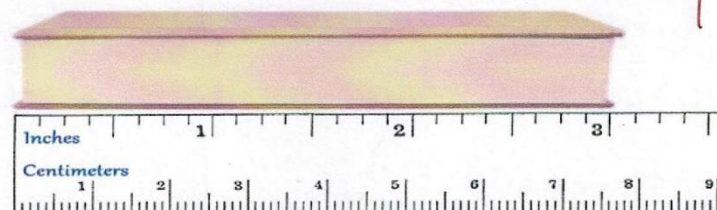


คลิปหนีบกระดาษมีความยาว...1.5...นิ้ว



ยางลบมีความยาว...3.3...เซนติเมตร

ข้อ A11



หนังสือมีความยาว...3...นิ้ว



สีเมจิกมีความยาว...5.5...เซนติเมตร

ภาพประกอบ 13 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเปโซ ข้อ A9– A11

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า เปโซสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เปโซสามารถวัดขนาดความยาวของปากกา ตามหน่วยเซนติเมตรได้ถูกต้อง จากการ ศึกษาพบว่า เปโซมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ A9– A11 ด้านการดำเนินการ ถูกต้องครบถ้วน

บทสัมภาษณ์ของเปโซ

- โจทย์ :** ข้อ A9– A11 ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกหน่วยตามที่กำหนดให้
- ผู้วิจัย :** จากข้อ A9 นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของปากกา ดินสอ และสีเมจิก ได้ความยาวเท่าไรบ้างจ๊ะ
- เปโซ :** ปากกายาว มีความยาว 5.3 เซนติเมตร ดินสอมีความยาว 5 เซนติเมตร 1 มิลลิเมตร และสีเมจิก มีความยาว 6 เซนติเมตร 6 มิลลิเมตร ครับ
- ผู้วิจัย :** จากข้อ A10 คลิปหนีบกระดาษมีความยาวเท่าไร ข้อนี้โจทย์ให้ตอบเป็นหน่วยอะไรครับ
- เปโซ :** เอานิ้วชี้ไปที่รูปไม้บรรทัดด้านนี้ แล้วตอบว่า นิ้วครับ
- ผู้วิจัย :** แล้วตกลงคลิปหนีบกระดาษ มีความยาวกี่นิ้วครับ
- เปโซ :** 1.5 นิ้ว ครับ
- ผู้วิจัย :** ส่วนยางลบละความยาวเท่าไร
- เปโซ :** นิ่งเงียบสักครู่ แล้วตอบว่า ข้อนี้โจทย์ถามเป็นเซนติเมตร
- ผู้วิจัย :** สรุปหนูตอบว่าบางลบมีความยาวเท่าไรเอ่ย
- เปโซ :** 3.3 เซนติเมตร ครับ

ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเปโซ  
ข้อ A9– A11

จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของดอลลาร์ และยูริ ข้อ A9– A11 ดอลลาร์ และยูริ สามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน จากการ ศึกษาพบว่า ดอลลาร์ และยูริ มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ A9– A11 ด้านการดำเนินการ ถูกต้องครบถ้วน



### นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กลุ่ม AP





นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว จัดอยู่ในระดับ AP มีจำนวน 2 คน ได้แก่ รังกิต และปอนด์ ลักษณะการวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ AP มีรายละเอียดดังนี้

ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของรังกิต ข้อ A1-A4

#### คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามตามที่กำหนดให้

จากข้อ A1 – A4 ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้

ข้อ A1		ตลับเมตร
ข้อ A2		ไม้บรรทัด
ข้อ A3		สายวัดตัว
ข้อ A4		ไม้เมตร

ภาพประกอบ 15 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของรังกิต ข้อ A1- A4

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า รังกิตสามารถบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อรังกิตเห็นภาพเห็นภาพของตลับเมตร ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตร รังกิตสามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน จากการศึกษาพบว่า รังกิตมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ A1- A4 ด้านเนื้อหา ถูกต้องครบถ้วน



## บทสัมภาษณ์ของริงกิต

- โจทก์ : จากข้อ A1- A4 ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้
- ผู้วิจัย : จากข้อ A1- A4 โจทก์ให้นักเรียนทำอะไรจะ
- ริงกิต : บอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้ครับ
- ผู้วิจัย : จากข้อ A1- A4 โจทก์ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือวัดความยาวตามที่กำหนดให้  
นักเรียนรู้จักเครื่องมือวัดความยาวในภาพที่รูปจะ
- ริงกิต : (อืม)...4 ครับ
- ผู้วิจัย : เครื่องมือวัดความยาวรูปที่ 1 เรียกว่าอะไรจะ
- ริงกิต : ตลับเมตร ครับ
- ผู้วิจัย : แล้วเครื่องมือวัดความยาวรูปที่เหลือ มีอะไรบ้างจะ
- ริงกิต : ไม้บรรทัด สายวัดตัว และไม้เมตรครับ

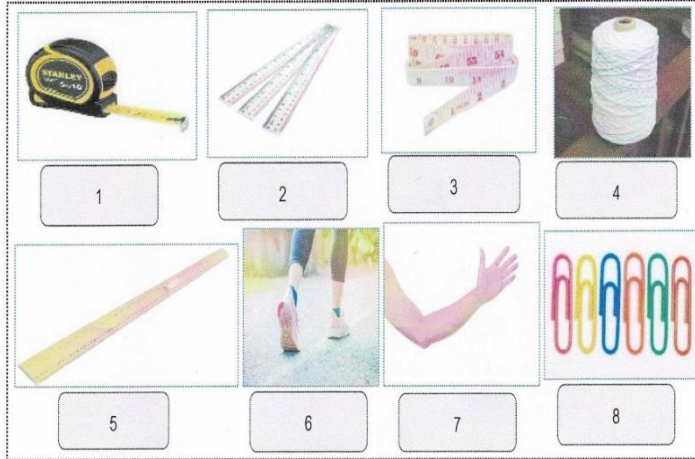
ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของริงกิต

ข้อ A1- A4

จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์ ข้อ A1- A4 ปอนด์สามารถเขียนคำตอบเป็น “ตลับเมตร” “ไม้บรรทัด” “สายวัดตัว” และ “ไม้เมตร” ได้ถูกต้องครบถ้วน จากการศึกษพบว่า ปอนด์มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ A1- A4 ด้านเนื้อหา ถูกต้องครบถ้วน

ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์ ข้อ P1- P4

กำหนดเครื่องมือวัดความยาว ดังภาพ จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ P1 - P4



ข้อ P2 ถ้านักเรียนต้องการหาความยาวของห้องเรียน



นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม  
 เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... 1 .....  
 เหตุผลที่เลือกใช้..... เพราะ มีดองยาวพอวัดห้องเรียนได้ .....  
 หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวของห้องเรียนคือ..... เมตร

ข้อ P1 ถ้านักเรียนต้องการหาความสูงของโต๊ะกลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตร



นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม  
 เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... 1 .....  
 เหตุผลที่เลือกใช้..... เพราะ มีดองยาวพอวัดความสูงได้ .....  
 หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความสูงของโต๊ะกลมคือ..... เมตร

ข้อ P3 ถ้านักเรียนต้องการวัดรอบเอวเพื่อตัดกางเกง



นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม  
 เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... 3 .....  
 เหตุผลที่เลือกใช้..... เพราะ สามารถวัดรอบเอวได้ .....  
 หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดรอบเอวคือ..... เซนติเมตร

ข้อ P4 ถ้านักเรียนต้องการวัดเพื่อตัดผ้าจากภาพที่กำหนด



นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม  
 เครื่องมือวัดความยาวหมายเลข..... 5 .....  
 เหตุผลที่เลือกใช้..... เพราะ มีดองยาวพอวัดความยาวผ้าได้ .....  
 หน่วยการวัดความยาวที่เหมาะสมในการวัดความยาวผ้าคือ..... เมตร

ภาพประกอบ 17 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์ ข้อ P1- P4

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า ปอนต์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนต์รู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ จากการศึกษาพบว่า ปอนต์มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ P1– P4 ด้านการดำเนินการ ถูกต้องครบถ้วน

บทสัมภาษณ์ของปอนต์

**โจทย์ :** จากข้อ P1– P4 จงใช้เครื่องมือวัดความยาวที่กำหนดให้ ตอบคำถาม

**ผู้วิจัย :** จากข้อ P3 ถ้านักเรียนต้องการวัดรอบเอวเพื่อตัดกางเกง นักเรียนจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจึงจะเหมาะสม ตอบเครื่องมือวัดความยาวหมายเลขใดจะ

**ปอนต์ :** หมายเลข 3 ค่ะ

**ผู้วิจัย :** เหตุผลที่เลือกใช้ ทำไมนักเรียนตอบข้อนี้ ใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขอื่นได้ไหม

**ปอนต์ :** (คิดประมาณ 3 วินาที)...เพราะมันนิ่ม และสามารถวัดรอบเอวได้

**ผู้วิจัย :** แล้วจะใช้เครื่องมือวัดความยาวหมายเลขอื่นได้ไหม

**ปอนต์ :** อันอื่นไม่เหมาะสมค่ะ

**ผู้วิจัย :** นักเรียนคิดว่าถ้าใช้สายวัดตัววัดวัดรอบเอว เหมาะสมไหม

**ปอนต์ :** เหมาะสมค่ะ

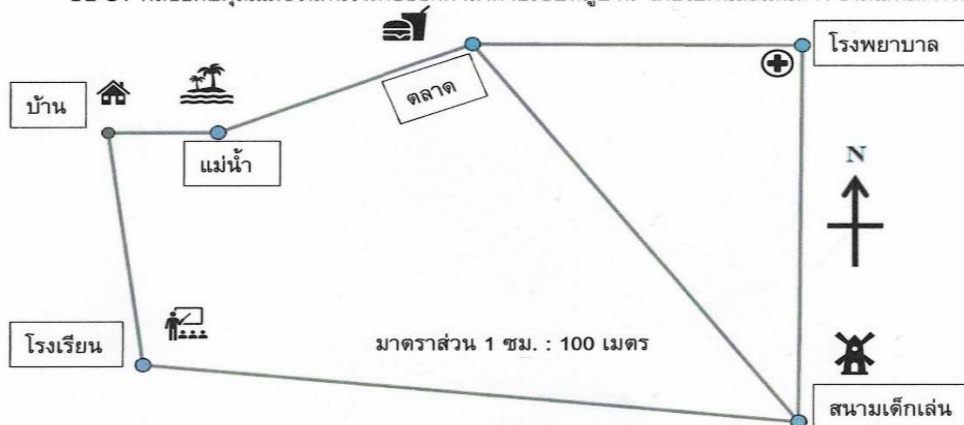
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของปอนต์  
ข้อ P1– P4

จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของริงกิต ข้อ P1– P4 ริงกิตรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมเพียงบางส่วน เช่น ริงกิตรู้ว่าถ้าต้องการหาความยาวของห้องเรียน จะเลือกใช้ตลับเมตรในการวัด แต่ถ้าต้องการวัดความสูงของโต๊ะกลมที่มีความสูงเกิน 2 เมตร จะเลือกใช้ไม้เมตรในการวัด ซึ่งไม่เหมาะสม และสามารถบอกหน่วยวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้อย่างเหมาะสม และรู้หน่วยวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ เช่น สามารถบอกหน่วยการวัด ความยาวของห้องเรียนเป็นหน่วยเมตรได้ จากการศึกษาพบว่า ริงกิตมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ P1– P4 ด้านการดำเนินการ ถูกต้องเพียงบางส่วน

ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์ ข้อ S1

จากข้อ S1 ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว

ข้อ S1 พลอยกับคุณแม่ชวนกันวิ่งเพื่อออกกำลังกายรอบหมู่บ้าน โดยไปคนละเส้นทาง ซึ่งมีแผนที่ ดังนี้



พลอยกับคุณแม่ออกจากบ้านพร้อมกันและกลับมาถึงพร้อมกัน บทสนทนาของคุณแม่และพลอยคุยกัน ดังนี้

คุณแม่ : แม่วิ่งรอบหมู่บ้านได้ 2 รอบ โดยผ่านทุกสถานที่ในหมู่บ้านของเรา

พลอย : หนูวิ่งได้ 2 รอบ โดยหนูไม่ได้ผ่านโรงพยาบาล

จงหาว่าคุณแม่วิ่งได้ระยะทางมากกว่าพลอยกี่เมตร ให้แสดงวิธีการคิดโดยละเอียด

$$\begin{aligned}
 & \text{คุณแม่} \text{ 1 รอบ} \quad 2 + 5 + 6 + 7.5 + 11.5 + 4.5 = 36.5 \\
 & 36.5 \times 100 = 3650 \text{ เมตร} \quad 2 \text{ รอบ} \quad 2 \times 3650 = 7300 \text{ เมตร} \\
 & \text{พลอย} \text{ 1 รอบ} \quad 2 + 5 + 9.5 + 11.5 + 4.5 = 32.5 \times 100 = 3250 \\
 & 2 \text{ รอบ} \text{ เท่ากัน} \quad 3250 \times 2 = 6500 \text{ เมตร} \\
 & \therefore 7300 - 6500 = 800 \text{ เมตร}
 \end{aligned}$$

ภาพประกอบ 19 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์ ข้อ S1

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า ปอนด์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น ปอนด์เลือกใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางตามแผนที่ และสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น ปอนด์นำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้เพียงบางส่วน จากการศึกษาพบว่า ปอนด์มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ S1 ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ถูกต้องเพียงบางส่วน

## บทสัมภาษณ์ของปอนด์

โจทย์ :	ข้อ S1 ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว
ผู้วิจัย :	จากข้อ S1 นักเรียนเห็นโจทย์แล้ว จะต้องทำอะไรก่อน
ปอนด์ :	วัดระยะทางบนแผนที่ค่ะ
ผู้วิจัย :	โจทย์ให้เงื่อนไขอะไรมาบ้าง
ปอนด์ :	แม่วิ่ง 2 รอบผ่านทุกสถานที่ พलयิง 2 รอบ โดยไม่ผ่านโรงพยาบาล
ผู้วิจัย :	หาระยะทางบนแผนที่แล้วทำยังไงต่อเอ่ย
ปอนด์ :	รวมระยะทางของแม่ และพलयิงก่อนค่ะ
ผู้วิจัย :	แล้วทำยังไงต่อครับ
ปอนด์ :	(คิดประมาณ 3 วินาที) นำระยะทางที่คุณแม่วิ่งได้ ลบระยะทางของพलयิงค่ะ

ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของปอนด์  
ข้อ S1

จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของจริงกิต ข้อ S1 จริงกิตสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น จริงกิตนำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้เพียงบางส่วน จริงกิตสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น จริงกิตสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ จากการศึกษาพบว่า จริงกิตมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ S1 ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ถูกต้องเพียงบางส่วน

### นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กลุ่ม APO

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว จัดอยู่ในระดับ APO มีจำนวน 2 คน ได้แก่ วอน และรุปี ลักษณะการวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ APO มีรายละเอียดดังนี้





เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า ฐปีสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ฐปีสามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น และบอกคำตอบได้ถูกต้อง และสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาวกับสิ่งของที่วัดได้ เช่น ฐปีสามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้ จากการศึกษาพบว่า ฐปีมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัดความยาว ข้อ O2 ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ถูกต้องครบถ้วน

#### บทสัมภาษณ์ของฐปี

- โจทย์ :** ข้อ O2 ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวเส้น 2 เส้น โดยใช้ไม้บรรทัดหักดังภาพนักเรียนจะมีวิธีการวัดอย่างไร
- ผู้วิจัย :** ข้อ O2 โจทย์ให้อะไรมาบ้างจ๊ะ
- ฐปี :** ไม้บรรทัดหักครับ
- ผู้วิจัย :** แล้วให้อะไรมาอีก
- ฐปี :** เส้น 2 เส้น ครับ
- ผู้วิจัย :** เส้น 2 เส้นเป็นยังไง
- ฐปี :** เส้นที่ 1 สั้นกว่าไม้บรรทัด
- ผู้วิจัย :** แล้วเส้นที่ 2 ละ
- ฐปี :** ยาวกว่าไม้บรรทัดครับ
- ผู้วิจัย :** เส้นที่ 1 จะวัด โดยใช้ไม้บรรทัดหักนี้ได้ไหม
- ฐปี :** ได้ครับ
- ผู้วิจัย :** ไหนลองบอกสิว่าจะใช้วิธีการวัดเส้นที่ 1 ยังไง
- ฐปี :** เอาเส้นไปทาบกับไม้บรรทัดที่เลข 7 แล้วดูว่าความยาวที่จุดปลายเส้นอยู่ที่เลขอะไร
- ผู้วิจัย :** แล้วทำยังไงต่อครับ
- ฐปี :** นำจุดปลายลบจุดแรก จะเป็นความยาวของเส้นครับ

ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของฐปี ข้อ O2

จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของวอน ข้อ P6 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น วอนสามารถเอาไม้บรรทัดไปวัดกับเส้น แต่บอกคำตอบได้ไม่ถูกต้อง วอนไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องมือวัดความยาว

กับสิ่งของที่จับวัดได้ เช่น วอนไม่สามารถใช้เส้น 2 เส้นวัดกับไม้บรรทัดที่โจทย์กำหนดให้ จาก การศึกษาพบว่า วอนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ O2 ด้านการดำเนินการ ถูกต้องเพียงบางส่วน

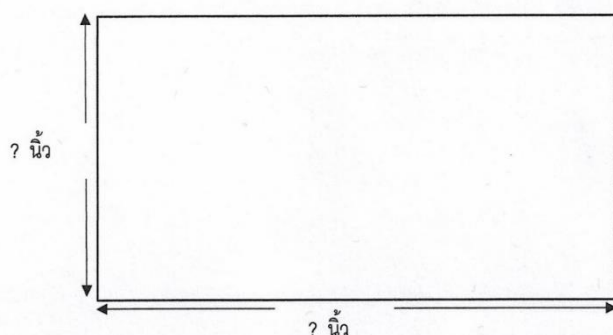
ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของรูป ข้อ O4

ข้อ O4 นักเรียนใช้สนามสำหรับข้อนี้ที่พียงมีความยาวแต่ละด้าน ดังภาพที่ 1 ต้องการแบ่งสนามข้อนี้

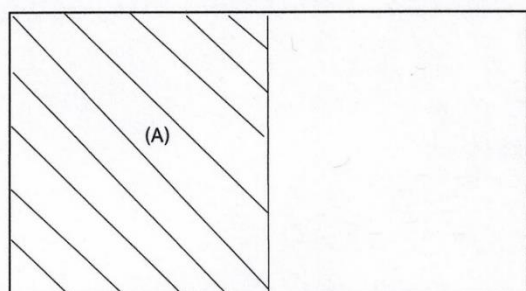
กีฬาออกเป็นสองส่วนที่เท่ากันสำหรับนักเรียนชายและนักเรียนหญิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังภาพที่ 2 (2) ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากัน โดยใช้วิธีการ แบ่งแตกต่างจากภาพที่ 2 และภาพที่ 3

และภาพที่ 3 จงหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และบริเวณ B

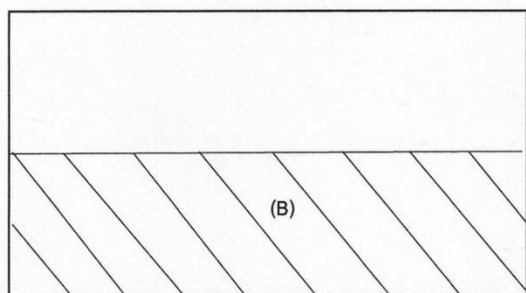
(มาตราส่วน 1 นิ้ว : 5 หลา)



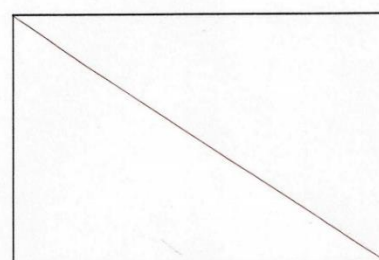
(ภาพที่ 1)



(ภาพที่ 2)

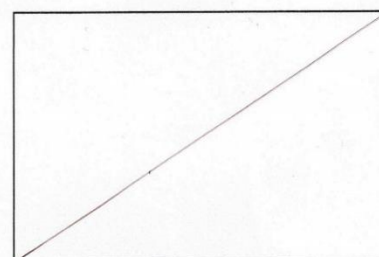


(ภาพที่ 3)

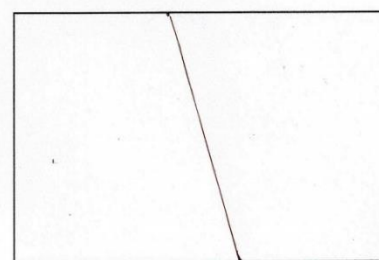


4

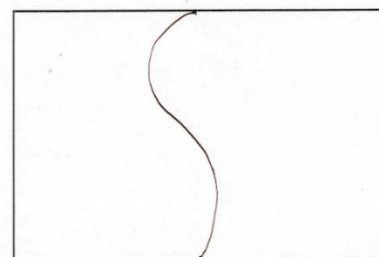
(ภาพที่ 4)



(ภาพที่ 5)



(ภาพที่ 6)



(ภาพที่ 7)

(1) ความยาวรอบรูปของบริเวณ A = ..... 40 ..... หลา และบริเวณ B = ..... 50 ..... หลา

ภาพประกอบ 23 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของรูป ข้อ O4



เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า รูปปีสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รูปปีสามารถใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ และหาความยาวรอบรูปบริเวณ A และ B ได้ และรูปปีสามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ ทั้ง 4 รูป ที่แตกต่างกันตามที่โจทย์กำหนดมาให้ และสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รูปปีสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และ B ได้ จากการศึกษาพบว่า รูปปีมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ O4 ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ถูกต้องครบถ้วน

บทสัมภาษณ์ของรูปปี

- โจทย์ :** ข้อ O4 (1) จงหาความยาวรอบรูปบริเวณ A และ B และ (2) ให้นักเรียนแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่เท่ากัน ที่แตกต่างจากภาพที่ 2 และ 3
- ผู้วิจัย :** จากข้อ O4 ชั้นแรกนักเรียนต้องทำอะไรก่อนครับ
- รูปปี :** วัดความยาวของสนามก่อนครับ
- ผู้วิจัย :** แล้วทำยังไงต่อเอ่ย
- รูปปี :** เปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้ว ให้เป็นหลา
- ผู้วิจัย :** ความยาวรอบรูปบริเวณ A และ B นักเรียนได้คำตอบเท่าไรครับ
- รูปปี :** ความยาวรอบรูปบริเวณ A= 40 หลา และ B= 50 หลา ครับ

ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของรูปปี ข้อ O4

จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของวอน ข้อ O4 วอนสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น วอนสามารถใช้ไม้บรรทัดในการวัดความยาวของสนามได้ และหาความยาวรอบรูปบริเวณ A และ B ได้ และวอนสามารถแบ่งสนามออกเป็นสองส่วนที่มีความยาวรอบรูปที่บริเวณทั้งสองส่วนเท่ากันได้ ทั้ง 4 รูป ที่แตกต่างกันตามที่โจทย์กำหนดมาให้ และสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน

เช่น วอนสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนจากนิ้วเป็นหลา และหาความยาวรอบรูปของบริเวณ A และ B ได้ จากการศึกษาพบว่า วอนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ O4 ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ถูกต้องครบถ้วน

### นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กลุ่ม APOS

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว จัดอยู่ในระดับ APOS มีจำนวน 1 คน ได้แก่ เรียล ลักษณะการวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ APOS มีรายละเอียดดังนี้

ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเรียล ข้อ A12

ข้อ A12 ให้นักเรียนใช้เหรียญกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ พร้อมบอกหน่วยตามที่กำหนดให้

(1)

ภาพสมุดกว้าง...เหรียญ

ภาพสมุดยาว.4.เหรียญ

(เหรียญ 1 เหรียญกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร)

สมุดมีความกว้าง.....5.....2.....เซนติเมตร

สมุดมีความยาว.....7.5.....8.....เซนติเมตร

(2)

ภาพกรรไกรกว้าง.2.คลิปหนีบกระดาษ

ภาพกรรไกรยาว.....5.....คลิปหนีบกระดาษ

ความยาวของกรรไกร

ความกว้างของกรรไกร

(คลิปหนีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณ 1 นิ้ว)

กรรไกรมีความกว้าง.....2.....1.....นิ้ว

กรรไกรมีความยาว.....5.....1.....นิ้ว

4

ภาพประกอบ 25 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรียล ข้อ A12

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า เรียบสามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น เรียบสามารถนำรูปคลิปปหนีบกระดาษที่กำหนดให้วัดความกว้างและความยาวของกรรไกรได้ แต่ไม่สามารถใช้รูปเหรียญที่กำหนดให้มาวัดความกว้างและความยาวของสมุดได้จากการศึกษาพบว่า เรียบมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ A12 ด้านการดำเนินการ ถูกต้องเพียงบางส่วน

บทสัมภาษณ์ของเรียบ

**โจทย์ :** ข้อ A12 ให้นักเรียนใช้เหรียญกระดาษ และคลิปปหนีบกระดาษที่ครูแจกให้ วัดความยาวของภาพ หรือบอกหน่วยตามที่กำหนดให้

**ผู้วิจัย :** จากข้อ A12 ข้อ (2) คลิปปหนีบกระดาษ 1 อัน ยาวประมาณกี่นิ้วครับ

**เรียบ :** ประมาณ 1 นิ้ว ค่ะ

**ผู้วิจัย :** แล้วนักเรียนจะเอาคลิปปหนีบกระดาษมาทำอะไร

**เรียบ :** มาวัดความกว้างและความยาวของกรรไกรค่ะ

**ผู้วิจัย :** วางคลิปปหนีบกระดาษไว้ที่ไหนบ้างครับ

**เรียบ :** วางตรงนี้ (นักเรียนชี้ตามแนวนอน)

**ผู้วิจัย :** แล้ววางตรงไหนอีก

**เรียบ :** ตรงนี้ค่ะ (นักเรียนชี้ตามแนวตั้ง)

**ผู้วิจัย :** ตกลงว่าภาพกรรไกรกว้างเท่ากับคลิปปหนีบกระดาษกี่อันครับ

**เรียบ :** 2 อันค่ะ

**ผู้วิจัย :** แล้วภาพกรรไกรยาวเท่ากับคลิปปหนีบกระดาษกี่อันครับ

**เรียบ :** 5 อันค่ะ

**ผู้วิจัย :** สรุปแล้ว ภาพกรรไกรมีความกว้างและความยาวกี่นิ้วเอ่ย

**เรียบ :** (อืม...เจียบประมาณ 3 วินาที) กว้าง 2 นิ้ว ยาว 5 นิ้วค่ะ

ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรียบ  
ข้อ A12

ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเรีล ข้อ P5

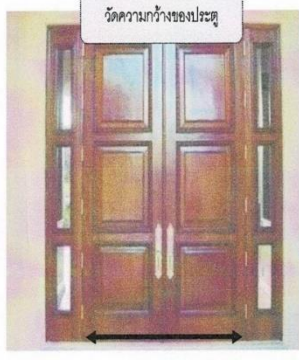


จากข้อ P5 - P7 ให้นักเรียนคาดคะเนความยาวของสิ่งที่กำหนดให้

ข้อ P5 ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้ กับความยาวที่คาดคะเนได้

(1)

สิ่งของที่จะวัด	ความยาวที่คาดคะเนได้
 <p>วัดความกว้างของเหรียญ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 เซนติเมตร</li> <li>5 เมตร</li> </ul>
 <p>วัดระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>15 เมตร</li> <li>26 มิลลิเมตร</li> </ul>
 <p>วัดความกว้างของห้องเรียน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>122 กิโลเมตร</li> <li>2,700 กิโลเมตร</li> </ul>

(2)

สิ่งของที่จะวัด	ความยาวที่คาดคะเนได้
 <p>วัดความกว้างของประตู</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 ชั้น</li> <li>5 เหรียญ</li> </ul>
 <p>วัดความยาวของแปรงสีฟัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 ใบ</li> </ul>
 <p>วัดความกว้างของธนบัตร 100 บาท</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 ก้าวขา</li> <li>20 ก้าวขา</li> </ul>

ภาพประกอบ 27 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรีล ข้อ P5

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า ข้อ LP5(1) เร็ยลสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนความกว้างของเหรียญ ระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้ และสามารถคาดคะเนความกว้างของห้องเรียนได้ ข้อ LP5(2) เร็ยลสามารถคาดคะเนความยาวของสิ่งที่จะวัดที่ไม่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถคาดคะเนความกว้างของประตู ว่ามีขนาดประมาณ 3 ก้าวขา จากการศึกษาพบว่า เร็ยลมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ P5 ด้านการดำเนินการ ถูกต้องเพียงครบถ้วน

#### บทสัมภาษณ์ของเร็ยล

- โจทย์ :** ข้อ P5 ให้นักเรียนจับคู่ภาพที่กำหนดให้กับความยาวที่คาดคะเนได้
- ผู้วิจัย :** จากข้อ P5(1) นักเรียนคาดคะเนความกว้างของเหรียญ 10 บาท ในภาพว่ามีความกว้างประมาณเท่าไรครับ
- เร็ยล :** ประมาณ 26 มิลลิเมตร
- ผู้วิจัย :** นักเรียนแน่ใจไหมว่าคาดคะเนถูกต้อง
- เร็ยล :** แน่ใจค่ะ
- ผู้วิจัย :** แล้วระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ นักเรียนคาดคะเนระยะทางได้เท่าไร
- เร็ยล :** ประมาณ 122 กิโลเมตร ค่ะ
- ผู้วิจัย :** แล้วความกว้างของห้องเรียนละครับ
- เร็ยล :** 15 เมตร ค่ะ
- ผู้วิจัย :** จากข้อ P5(2) นักเรียนคาดคะเนความกว้างของประตู ในภาพว่ามีความกว้างประมาณเท่าไรครับ
- เร็ยล :** ประมาณ 3 ก้าวขา ค่ะ
- ผู้วิจัย :** แล้วความยาวของแปรงลบกระดานละ นักเรียนคาดคะเนได้เท่าไร
- เร็ยล :** ประมาณคลิปปหนีบกระดาษ 4 อัน ค่ะ
- ผู้วิจัย :** แล้วความกว้างของธนบัตร 100 บาท ละ นักเรียนคาดคะเนได้เท่าไร
- เร็ยล :** ประมาณเหรียญ 5 เหรียญ ค่ะ

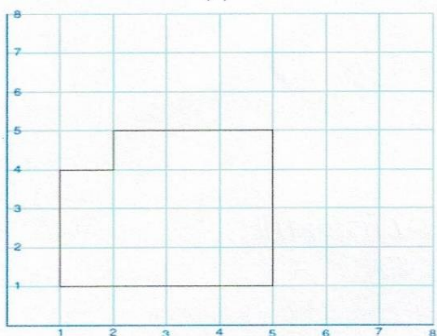
ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเร็ยล  
ข้อ P5



ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเรีล ข้อ O3

ข้อ O3 กำหนดให้แต่ละช่องยาว 1 หน่วย นักเรียนมีวิธีการหาความยาวรอบรูปนี้อย่างไร จงอธิบาย

(1)



ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....16.....หน่วย

จงแสดงวิธีคิด...แต่จ: 5x5 สี่เหลี่ยมยาว 1 หน่วย

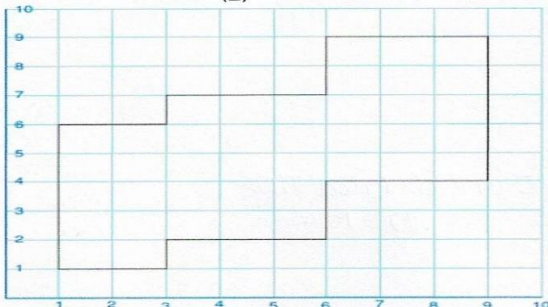
ทำให้หน้าได้โดยการหาคะแนนแต่จ: 1

หน้ารวมกัน จ: 3+3+4+4+1+1

= 16 หน่วย

3

(2)



ความยาวรอบรูปเท่ากับ.....32.....หน่วย

จงแสดงวิธีคิด...แต่จ: 5x5 สี่เหลี่ยมยาว 1 หน่วย

ทำให้หน้าตามยาวรอบรูปได้โดยนับตาม

แต่จ: 1 หน้ารวมกัน จ: 5+5+3+3+3

+ 3+2+2+1+1+2+2 = 32 หน่วย

3

ภาพประกอบ 29 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรีล ข้อ O3

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า เรีลสามารถวัดความยาวเส้นรอบรูปของสิ่งที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เรีลสามารถหาความยาวเส้นรอบรูปที่โจทย์กำหนดมาให้ 2 รูปได้ถูกต้องคือ 16 และ 32 หน่วย จากการศึกษาพบว่า เรีลมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ O3 ด้านการดำเนินการ ถูกต้องครบถ้วน

## บทสัมภาษณ์ของเรีล

โจทย์ : ข้อ O3 กำหนดให้แต่ละช่องยาว 1 หน่วย นักเรียนมีวิธีการหาความยาวรอบรูปอย่างไร จงอธิบาย

ผู้วิจัย : จากข้อ O3 นักเรียนมีวิธีการหาความยาวรอบรูปอย่างไร

เรีล : แต่ละช่องมีความยาว 1 หน่วย หาความยาวแต่ละด้าน แล้วนำมารวมกันค่ะ

ผู้วิจัย : ข้อ O3(1) และข้อ O3(2) ความยาวรอบรูปเป็นเท่าไร

เรีล : 16 หน่วย กับ 32 หน่วย ค่ะ

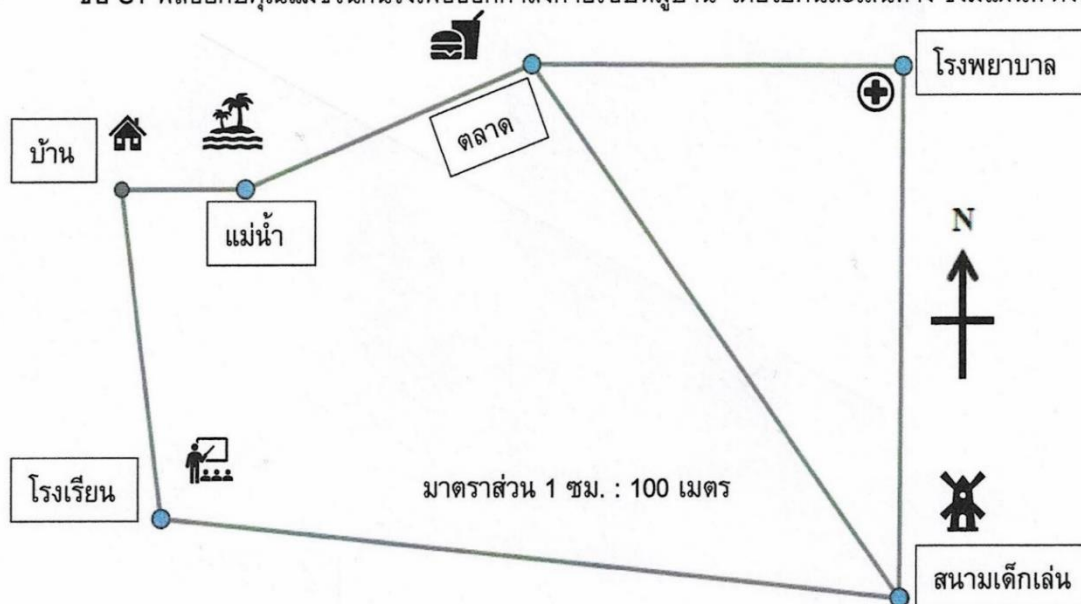
ภาพประกอบ 30 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรีล  
ข้อ O3



ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของเรีล ข้อ S1

จากข้อ S1 ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว

ข้อ S1 พลอยกับคุณแม่ชวนกันวิ่งเพื่อออกกำลังกายรอบหมู่บ้าน โดยไปคนละเส้นทาง ซึ่งมีแผนที่ ดังนี้



พลอยกับคุณแม่ออกจากบ้านพร้อมกันและกลับมาถึงพร้อมกัน บทสนทนาของคุณแม่และพลอยคุยกัน ดังนี้

คุณแม่ : แม่วิ่งรอบหมู่บ้านได้ 2 รอบ โดยผ่านทุกสถานที่ในหมู่บ้านของเรา

พลอย : หนูวิ่งได้ 2 รอบ โดยหนูไม่ได้ผ่านโรงพยาบาล

จงหาว่าคุณแม่วิ่งได้ระยะทางมากกว่าพลอยกี่เมตร ให้แสดงวิธีการคิดโดยละเอียด

1) คุณแม่วิ่งผ่านทุกสถานที่โดยวิ่งรอบหมู่บ้าน 1 รอบ

$$= 4.5 + 11.5 + 9.5 + 9.5 + 4.5 + 2 = 38.5 \text{ กม.} = 3850 \text{ เมตร}$$

$$\text{วิ่ง 2 รอบ} = 7,100 \text{ เมตร}$$

2) พลอยวิ่งรอบหมู่บ้าน 1 รอบ โดยไม่ผ่านโรงพยาบาล

$$= 4.5 + 11.5 + 9.5 + 4.5 + 2 = 32 \text{ กม.} = 3,200 \text{ เมตร}$$

$$\text{โดยวิ่ง 2 รอบ} = 6,400 \text{ เมตร}$$

$$\text{คุณแม่วิ่งมากกว่าพลอย } 7,100 - 6,400 = 700 \text{ เมตร}$$

ภาพประกอบ 31 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรีล ข้อ S1



เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า เรียบรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องมือวัดความยาว กับสิ่งของที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสม เช่น เรียบเลือกใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางตามแผนที่ สามารถวัดความยาวของสิ่งที่จะวัดได้ เช่น เรียบนำไม้บรรทัดวัดขนาดระยะทางตามแผนที่ แล้วบอกความยาวเป็นเซนติเมตรได้ถูกต้องครบถ้วน และสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาวที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้อง เช่น เรียบสามารถเปลี่ยนมาตราส่วนเซนติเมตรให้เป็นเมตรได้ จากการศึกษพบว่า เรียบมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ข้อ S1 ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ถูกต้องครบถ้วน

บทสัมภาษณ์ของเรียบ

**โจทย์ :** ข้อ S1 ให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว

**ผู้วิจัย :** จากข้อ S1 นักเรียนเห็นโจทย์แล้ว จะต้องทำอะไรก่อน

**เรียบ :** นำไม้บรรทัดมาวัดระยะทางบนแผนที่ค่ะ

**ผู้วิจัย :** โจทย์ให้เงื่อนไขอะไรมาบ้าง

**เรียบ :** แมววิ่ง 2 รอบผ่านทุกสถานที่ พลอยวิ่ง 2 รอบ โดยไม่ผ่านโรงพยาบาล

**ผู้วิจัย :** เมื่อนำไม้บรรทัดมาวัดระยะทางแล้ว จะต้องทำยังไงต่อ

**เรียบ :** นำความยาวทั้งหมดมารวมกัน เป็นหน่วยเซนติเมตร

**ผู้วิจัย :** แล้วทำยังไงต่อครับ

**เรียบ :** คำนวณระยะทางของแม่ และพลอยค่ะ นำระยะทางที่คุณแม่วิ่งได้  
ลบระยะทางของพลอยค่ะ

**ผู้วิจัย :** โจทย์ให้ตอบเป็นหน่วยอะไรนะครับ

**เรียบ :** เมตรค่ะ

ภาพประกอบ 32 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การวัดความยาว ของเรียบ  
ข้อ S1



ภาคผนวก จ  
การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง

## ภาคผนวก จ

## การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง

การวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยผู้วิเคราะห์ 3 คน ได้แก่ ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 คน โดยพิจารณาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มตามระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

## นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม A

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง จัดอยู่ในระดับ A มีจำนวน 3 คน ได้แก่ ดอลลาร์ ยูโร และเปโซ ลักษณะการวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ A มีรายละเอียดดังนี้

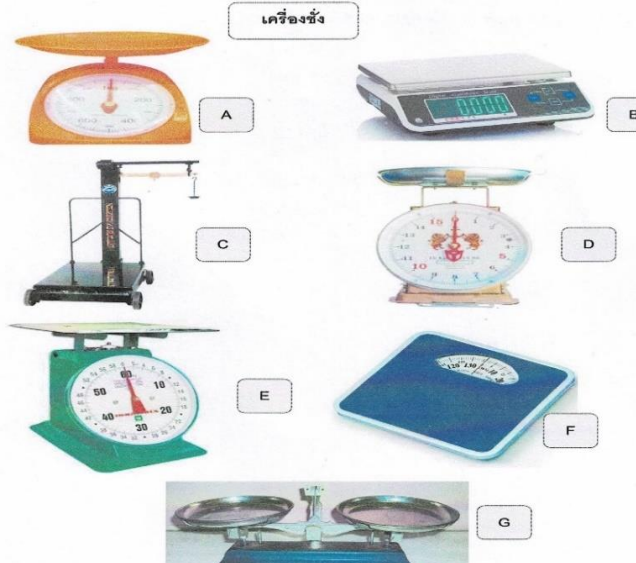
ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของยูโร ข้อ A1- A4

## คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามตามที่กำหนดให้ต่อไปนี้

จากข้อ A1 – A4 ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้ตั้งรูป โดยเติมตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ตรงตามชื่อเครื่องชั่งให้ถูกต้อง

เครื่องชั่ง



ข้อ A1 ..... F / เครื่องชั่งน้ำหนักตัว ..... E / เครื่องชั่งสปริงแบบ 60 กิโลกรัม

ข้อ A2 ..... H / เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม ..... B / เครื่องชั่งดิจิตอล

ข้อ A3 ..... C / เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน ..... G / เครื่องชั่งสองแขน

ข้อ A4 ..... D / เครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม

ภาพประกอบ 32 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของยูโร ข้อ A1- A4

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า ยูโรสามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อยูโรเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน และเครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม ยูโรสามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน จากการศึกษาพบว่า ยูโรมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ข้อ A1- A4 ด้านเนื้อหา ถูกต้องครบถ้วน

บทสัมภาษณ์ของยูโร

**โจทย์ :** จากข้อ A1– A4 ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้

**ผู้วิจัย :** จากข้อ A1– A4 โจทย์ให้นักเรียนทำอะไรจะ

**ยูโร :** โจทย์ให้บอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้

**ผู้วิจัย :** จากข้อ A1– A4 โจทย์ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดให้นักเรียนรู้จักเครื่องมือชั่งน้ำหนักในภาพที่รูปจะ

**ยูโร :** รู้จักทั้งหมดค่ะ

**ผู้วิจัย :** เครื่องมือชั่งน้ำหนักข้อ A1 ตอบเครื่องมือชั่งน้ำหนักข้อใดบ้างจะ

**ยูโร :** เครื่องชั่งน้ำหนักตัวเป็น F ค่ะ เครื่องชั่งสปริงแบบ 60 กิโลกรัม เป็น E

**ผู้วิจัย :** ข้อ A2 ละครับ

**ยูโร :** เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม ตอบ A และเครื่องชั่งดิจิตอล ตอบ B ค่ะ

**ผู้วิจัย :** ข้อ A3 ต่อเลยนะ

**ยูโร :** (คะ...อืม) เครื่องแบบตุ้มเลื่อน ตอบ C และเครื่องชั่งสองแขน ตอบ G ค่ะ

**ผู้วิจัย :** แล้วข้อ A4 ละครับ

**ยูโร :** เครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม ตอบ D ค่ะ

ภาพประกอบ 33 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของยูโร ข้อ A1- A4

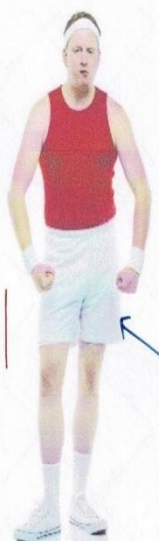
จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของดอลลาร์ และเปโซ ข้อ A1- A4 ดอลลาร์ และเปโซ สามารถบอกชื่อเครื่องชั่งน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เมื่อเห็นภาพของเครื่องชั่งน้ำหนักตัว เครื่องชั่งแบบสปริง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่งสปริงแบบเข็ม เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งแบบตุ้มเลื่อน เครื่องชั่งสองแขน และเครื่องชั่งสปริงแบบ 15 กิโลกรัม ดอลลาร์ และเปโซ

สามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน จากการศึกษาพบว่า ดอลลาร์ และเปโซ มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา ถูกต้องครบถ้วน

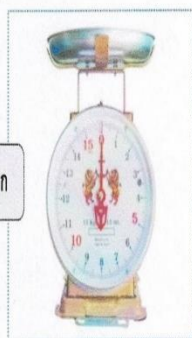
ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของดอลลาร์ ข้อ A5- A8

จากข้อ A5-A8 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักสิ่งของตามที่ระบุดังภาพ


**ข้อ A5**




ก



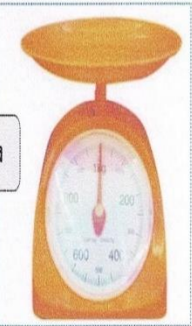
ข



ค



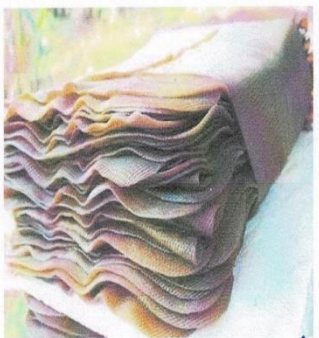
ง




ถ้าต้องการชั่งน้ำหนักตัวของพ่อ

ถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้น


**ข้อ A6**



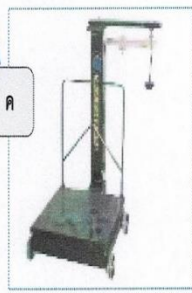
ก



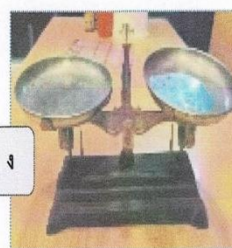
ข



ค



ง



ถ้าต้องการชั่งยางพาราแผ่น 20 กอง

ถ้าต้องการชั่งผักหรือผลไม้ 4 กิโลกรัม

ภาพประกอบ 34 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของดอลลาร์ ข้อ A5- A8



**ข้อ A7**



ถ้าต้องการซิงโสมและสมุนไพวจีน



ก



ข



ค



ง

**ข้อ A8**



ถ้าต้องการซิงข้าวสาร 20 กิโลกรัม



ก



ข



ค



ง



ถ้าต้องการซิงเนื้อพุดนมสด 2 กิโล



ถ้าต้องการซิงไก่สด 7 กิโลกรัม

ภาพประกอบ 35 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของคอลลาร์ ข้อ A5- A8

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า ดอลลาร์รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ดอลลาร์รู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นจะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสม จากการศึกษาพบว่า ดอลลาร์มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ข้อ A5– A8 ด้านเนื้อหา ถูกต้องครบถ้วน

บทสัมภาษณ์ของดอลลาร์

**โจทย์ :** จากข้อ A5– A8 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนัก  
สิ่งของตามที่ระบุดังภาพ

ผู้วิจัย : ข้อ A5 ถ้านักเรียนต้องการชั่งน้ำหนักตัวของพ่อ นักเรียนตอบข้อไหน

ดอลลาร์ : (อืม...) เครื่องชั่งน้ำหนักตัวสิครับ

ผู้วิจัย : แล้วเครื่องชั่งน้ำหนักตัว ตอบอะไรเอ่ย

ดอลลาร์ : (ชี้ไปที่ ข.) อันนี้ครับ

ผู้วิจัย : แล้วถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นล่ะครับ

ดอลลาร์ : อันนี้ครับ...(ชี้ไปที่ ค.) ผมเห็นที่ร้านทองเขาใช้

ผู้วิจัย : มาดูข้อ A6 ต่อดีกว่า หนูเคยเห็นเขาชั่งยางพาราไหม

ดอลลาร์ : เคยนะครับ...เขาใช้อันนี้ (ชี้ไปที่ ค.)

ผู้วิจัย : แล้วเคยเห็นแม่ค้าในตลาดชั่งผักไหม เขาใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบไหนเอ่ย

ดอลลาร์ : เขาใช้อันนี้ครับ (ชี้ไปที่ ข.)

ภาพประกอบ 36 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของดอลลาร์ ข้อ A5– A8

จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของยูโร และเปโซ ข้อ A5– A8 ยูโร และเปโซ รู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสม และบอกการใช้งานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น รู้ว่าถ้าต้องการชั่งสร้อยคอทองคำ 1 เส้นจะเลือกใช้เครื่องชั่งดิจิตอลในการชั่ง และสามารถบอกการใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสมเพียงบางส่วน จากการศึกษาพบว่า ยูโร และเปโซ มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ข้อ A5– A8 ด้านเนื้อหา ถูกต้องเพียงบางส่วน



### นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กลุ่ม AP

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง จัดอยู่ในระดับ AP มีจำนวน 2 คน ได้แก่ รังกิต และปอนด์ ลักษณะการวิเคราะห์ห้ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ AP มีรายละเอียดดังนี้

ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของรังกิต ข้อ O2

ข้อ O2 ให้นักเรียนเติมน้ำหนักและหน่วยของน้ำหนักในช่อง  ให้น้ำหนักทั้งสองข้างเท่ากัน

1

2

3

4

5

6

ภาพประกอบ 37 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของรังกิต ข้อ O2

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า รังกิตสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิตสามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม และสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น รังกิตสามารถหาคำตอบของ  $1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}$  ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้ จากการศึกษาพบว่า รังกิตมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ข้อ O2 ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ถูกต้องครบถ้วน

บทสัมภาษณ์ของรังกิต

**โจทย์ :** ข้อ O2 ให้นักเรียนเติมน้ำหนักและหน่วยน้ำหนักลงในช่อง

**ผู้วิจัย :** ข้อ O2(1) จากโจทย์ที่ให้มานักเรียนต้องเติมน้ำหนักเท่าไร เพื่อให้ทั้งสองข้างเท่ากัน

**รังกิต :** 300 กรัม ครับ

**ผู้วิจัย :** แล้วข้อ O2(4) ละครับ เติมน้ำหนักเท่าไร

**รังกิต :** (อืม)...ข้างซ้ายมี 2,500 กรัม ข้างขวามี 4 กิโลกรัม ขาดอีก 1,500 กรัม ครับ

**ผู้วิจัย :** แล้วข้อ O2(6) ละครับ เติมน้ำหนักเท่าไร

**รังกิต :** ข้างซ้ายมี 1,500 กรัม ข้างขวามี 300 กรัม ขาดอีก 1,200 กรัม ครับ

ภาพประกอบ 38 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของรังกิต ข้อ O2

จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของปอนด์ ข้อ O2 ปอนด์สามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน และบอกหน่วยของน้ำหนักได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถบอกน้ำหนักที่หายไปบนตาชั่งได้ และบอกหน่วยเป็นกรัม และสามารถบอกความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น ปอนด์สามารถหาคำตอบของ  $1 \text{ kg.} + ? = 1,300 \text{ g}$  ตรงตามหน่วยที่โจทย์กำหนดให้ จากการศึกษาพบว่า ปอนด์มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ข้อ O2 ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ถูกต้องครบถ้วน

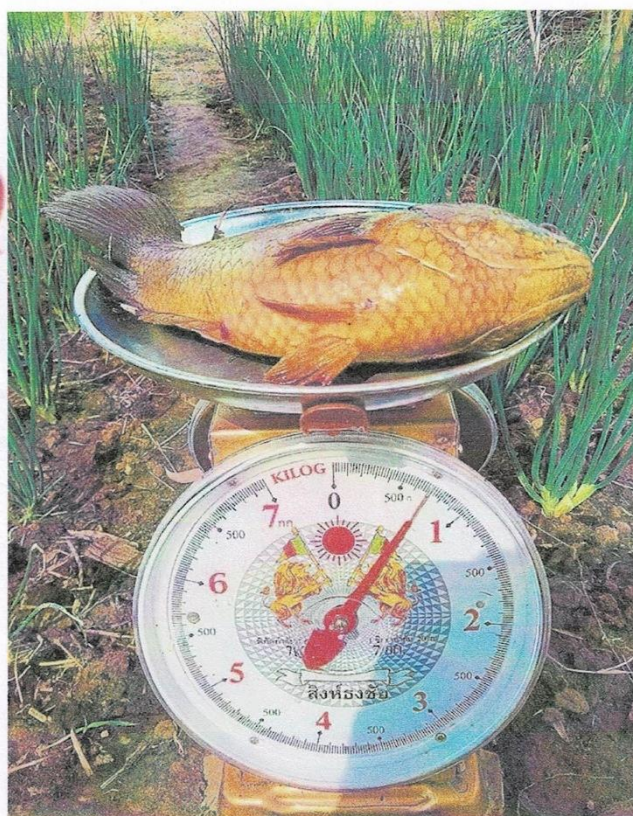
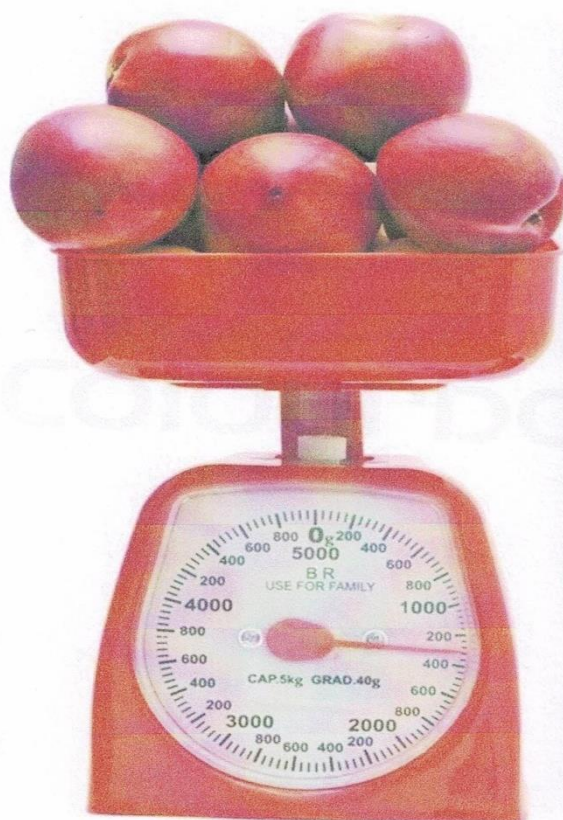
### นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กลุ่ม APO

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง จัดอยู่ในระดับ APO มีจำนวน 2 คน ได้แก่ วอน และรูปี ลักษณะการวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ APO มีรายละเอียดดังนี้

ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของรูปี ข้อ A9

จากข้อ A9 – A12 ให้นักเรียนบอกน้ำหนักจากสิ่งที่กำหนดให้

ข้อ A9



(1) ลูกแอปเปิลซึ่งน้ำหนักได้.....1300.....กรัม

(2) ปลาหมอบพันธุ์ซึ่งน้ำหนักได้.....700.....กรัม หรือ.....7.....ขีด

ภาพประกอบ 39 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของรูปี ข้อ A9

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า รุปีสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอพันธุ์ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ซีด จากการศึกษาพบว่า รุปีมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ข้อ A9 ด้านการดำเนินการ ถูกต้องครบถ้วน

บทสัมภาษณ์ของรุปี

โจทย์ :	ข้อ A9 ให้นักเรียนบอกน้ำหนักจากสิ่งที่กำหนดให้
ผู้วิจัย :	ข้อ A9(1) ลูกแอปเปิลในภาพชั่งน้ำหนักได้กี่กรัมครับ
รุปี :	1,300 กรัม
ผู้วิจัย :	ข้อ A9(2) แล้วยปลาหมอพันธุ์ละชั่งน้ำหนักได้กี่กรัมครับ
รุปี :	700 กรัม ครับ
ผู้วิจัย :	700 กรัม คิดเป็นกี่ซีดครับ
รุปี :	7 ซีด ครับ

ภาพประกอบ 40 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของรุปี ข้อ A9

จากผลการทดสอบงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของวอน ข้อ A9 วอนสามารถชั่งน้ำหนักของสิ่งที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น สามารถชั่งน้ำหนักปลาหมอพันธุ์ได้ถูกต้อง เป็น 700 กรัม 7 ซีด แต่ไม่สามารถชั่งลูกแอปเปิลได้ จากการศึกษาพบว่า วอนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ข้อ A9 ด้านการดำเนินการ ถูกต้องเพียงบางส่วน

### นักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กลุ่ม APOS

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง จัดอยู่ในระดับ APOS มีจำนวน 1 คน ได้แก่ เรียง ลักษณะการวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ด้านเนื้อหา ด้านการดำเนินการ และด้านความสัมพันธ์ ของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับ APOS มีรายละเอียดดังนี้



ตัวอย่างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ของเรีล ข้อ P1- P3

จากข้อ P1 – P4 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักสิ่งที่กำหนดให้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องชั่งนั้น

เครื่องชั่งน้ำหนัก



ข้อ P2 ถ้าแม่ค้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผล



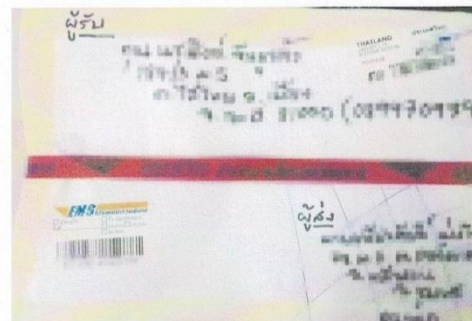
แม่ค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด... 1  
 เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้... เพราะชั่งมะม่วงน้ำหนักไม่ได้ 18 กิโลกรัม ชั่งพวกนี้ในเน็ตก็พอแล้ว  
 หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักมะม่วงคือ... กิโลกรัม (kg)

ข้อ P1 ถ้าพ่อค้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารหอมมะลิกระสอบนี้



พ่อค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด... 2  
 เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้... เพราะชั่งหนัก น้ำหนักได้ 50 กิโลกรัม... ชั่งจากผลัดเข้าไว้ชั่งในใจได้  
 หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักข้าวสารคือ... กิโลกรัม (kg)

ข้อ P3 ถ้าพนักงานไปรษณีย์ต้องการชั่งน้ำหนักจดหมายแบบด่วนพิเศษ (EMS)



พนักงานไปรษณีย์จะใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด... 3  
 เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องชั่งนี้... เพราะชั่งของชิ้นเล็กของที่มีน้ำหนักน้อยๆได้... และแขวนน้ำหนักให้ชัดเจน  
 หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักจดหมาย EMS คือ... กรัม (g)

ภาพประกอบ 41 แสดงการทำงานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของเรีล ข้อ P1- P3

เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า เรียลรู้หลักการในการเลือกใช้เครื่องชั่งกับสิ่งของที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน และบอกหน่วยการชั่งของสิ่งที่ต้องการจะชั่งได้เหมาะสมครบถ้วน เช่น เรียลรู้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารจะเลือกใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม และสามารถบอกหน่วยการชั่งเป็น “กิโลกรัม” และสามารถบอกความสัมพันธ์ของเครื่องชั่งกับสิ่งของที่จะชั่งที่เป็นแบบมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องครบถ้วน เช่น เรียลสามารถบอกได้ว่าถ้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักข้าวสารที่หนัก 49 กิโลกรัม ควรใช้เครื่องชั่งแบบ 60 กิโลกรัม เพราะสามารถชั่งของหนักได้ จากการศึกษาพบว่า เรียลมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ข้อ P1– P3 ด้านเนื้อหา และด้านความสัมพันธ์ ถูกต้องครบถ้วน

<b>โจทย์ :</b>	<b>ข้อ P1– P3 ให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือในการชั่งน้ำหนัก และบอกหน่วยการชั่งที่เหมาะสม พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกเครื่องชั่งนั้น</b>
<b>ผู้วิจัย :</b>	ข้อ P1 ถ้าพ่อค้าต้องการตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารในภาพ พ่อค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่งหมายเลขใด หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักข้าวสารคือ
<b>เรียล :</b>	หมายเลข 2 หน่วยกิโลกรัม ค่ะ
<b>ผู้วิจัย :</b>	ขอเหตุผลประกอบหน่อยครับ
<b>เรียล :</b>	ข้าวสารหนัก 49 กิโลกรัม ใช้เครื่องชั่งหมายเลข 2 รับน้ำหนักได้ถึง 60 กิโลกรัม ค่ะ
<b>ผู้วิจัย :</b>	ข้อ P2 ถ้าแม่ค้าต้องการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผล แม่ค้าจะเลือกใช้เครื่องชั่ง หมายเลขใด หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักมะม่วง 18 ผลคือ
<b>เรียล :</b>	หมายเลข 1 หน่วยกิโลกรัม ค่ะ
<b>ผู้วิจัย :</b>	ขอเหตุผลประกอบหน่อยครับ
<b>เรียล :</b>	เพราะเครื่องชั่งหมายเลข 1 สามารถรองรับน้ำหนักได้ถึง 15 กิโลกรัม
<b>ผู้วิจัย :</b>	ข้อ P3 ถ้าพนักงานไปรษณีย์ต้องการชั่งน้ำหนักจดหมาย EMS พนักงานจะเลือกใช้เครื่องชั่ง หมายเลขใด หน่วยการชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักจดหมาย EMS คือ
<b>เรียล :</b>	หมายเลข 5 หน่วยกรัม ค่ะ
<b>ผู้วิจัย :</b>	ขอเหตุผลประกอบหน่อยครับ
<b>เรียล :</b>	(อืม...เงียบประมาณ 3 วินาที) เพราะมันแสดงน้ำหนักชัดเจนค่ะ

ภาพประกอบ 42 ตัวอย่างการสัมภาษณ์งานปฏิบัติ (Task) เรื่อง การชั่ง ของเรียล ข้อ P1– P3

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ศุภกิจ ประชุมกาเหาะมาต
วัน เดือน ปี เกิด	2 ธันวาคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2444 มัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส พ.ศ. 2548 วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยทักษิณ พ.ศ. 2552 การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา : การสอนคณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2563 การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (คณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ