

## มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุวิชาเอกคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

### Pre-Service Mathematics Teachers' Conception In The Context of Lesson Study and Open Approach

สุทธารัตน์ บุญเลิศ<sup>1</sup>  
Suttharat Boonlerts<sup>1</sup>

<sup>1</sup>อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

#### บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุวิชาเอกคณิตศาสตร์ ดำเนินการวิจัยเป็นสองระยะ โดยระยะที่หนึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุวิชาเอกคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาปีการศึกษา 2557 ภาคปลาย โดยใช้แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับนักศึกษา ชั้นปีที่ 4 จำนวน 121 คน แล้ววิเคราะห์ผลการทำแบบทดสอบ จึงเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยมาเป็นกรณีศึกษาจำนวน 3 คน ที่ได้คะแนนทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับปรับปรุง พร้อมทั้งสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยใน ระยะที่สองซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูใน ชั้นปีที่ 5 วิชาเอกคณิตศาสตร์ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2558 ภาคต้น ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้อบรมเชิงปฏิบัติ ก่อนไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู และนำการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดไปใช้ระหว่างการปฏิบัติการ สอน ผู้วิจัยทำการบันทึกวีดิทัศน์การเรียนการสอนของกรณีศึกษา ถอดเทป และวิเคราะห์โพโรทอคอลการเรียน การสอน ประกอบบันทึกภาคสนาม บันทึกการสัมภาษณ์ และเอกสารแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัย 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1: พบว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุวิชาเอกคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 4 จากคะแนน ทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 10 ข้อๆ ละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 พบว่า คะแนนสูงสุดเท่ากับ 6.5 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1 คะแนนเฉลี่ย 3.35 ผู้ที่ได้คะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยมีจำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 52.89 ผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมีจำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 47.11 เมื่อแปลความหมายค่าคะแนนโดยใช้ เกณฑ์ 4 ระดับ พบว่า นักศึกษาร้อยละ 83.47 มีผลคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง และ ร้อยละ 16.53 มีผลคะแนนอยู่ในระดับปานกลาง

ระยะที่ 2: พบว่า 1) นักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษามีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องใน เรื่องเศษส่วน ตัวเศษ ตัวส่วน การบวกเศษส่วน การหาร และช่วงเวลา 2) มโนทัศน์ของนักศึกษาครูที่ใช้วิธีการ แบบเปิดพบในขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ผ่านการออกแบบสถานการณ์ปัญหา และสื่อ ส่วนในขั้นการ เรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน นักศึกษาครูไม่ได้แสดงมโนทัศน์ออกมาผ่านภาษาหรือท่าทาง เพียงแต่เดินสังเกต แนวคิดนักเรียนขณะทำกิจกรรม ต่อมาในขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ นักศึกษาครูไม่แสดง มโนทัศน์ของตนเองอย่างชัดเจน แต่มีบทบาทตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายแนวคิด และกล่าวเน้น

<sup>1</sup> Corresponding author Tel. : 077-913-360

E-mail address: suttharat.boon@sru.ac.th

แนวคิดแต่ละกลุ่มอีกครั้ง และแสดงบทบาทเป็นผู้อภิปราย โดยไม่ได้ตัดสินแนวคิดใด และในขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดนักเรียน นักศึกษาครูแสดงมโนทัศน์ของตนเองโดยสรุปความหมาย หลักการ ลักษณะสำคัญร่วมกับนักเรียน

**คำสำคัญ:** นักศึกษาครุคณิตศาสตร์, มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

### Abstract

The study of pre-service mathematics teachers' perception had been conducted in two phases. In the first phase, it was aimed to analyze mathematical concept of the 4<sup>th</sup> year student pre-service mathematics teachers who were studying in the final semester of year 2014. Those 121 students from the 4<sup>th</sup> year had completed mathematical concept survey and the obtained data was later analyzed. Three samples, whose expressed mathematical concept testing score in improvement level, were selected to be case study. They were also willingly to participate in the second phase of research, which similarly aimed to analyze mathematical concept of mathematics teacher professional trainees, who were pre-service mathematics teachers studying the 5<sup>th</sup> year in the first semester 2015. Research participants had been joined in workshop training before being trained in teacher professional experience. They utilized lesson study and open approach during their teaching. Researcher recorded videotape how participants had been teaching, transcribed, and analyzed instructional protocol, together to record field operation, interview, and prepare documents of learning plan. The results of these two phases were as following;

The 1<sup>st</sup> phase: it found the 4<sup>th</sup> year pre-service mathematics teachers' conception, considered by fully score 10 points from 10 items mathematical concept testing as 1 point per item, that the highest score was 6.5 and the lowest indicated 1 point. The average score was 3.35 points. There were 64 participants shown higher than the average, calculating into 52.89%, while 57 persons earned scores lower than the average points or calculating into 47.11%. There were 83.47% participants shown improvement level, while 16.53% persons earned medium level.

The 2<sup>nd</sup> phase: it found that; 1) the conception of pre-service mathematics teachers operating in educational institutes performed accurately in terms of fraction, numerator, denominator, adding fraction, dividing, and duration; 2) pre-service teachers' perception among ones employing open approach were shown in the stage raising open-ended question through problem situation design and media. While in the stage of pre-service mathematics teachers' self-learning, they did not express their conception through speech or gesture, but just walking around to observe students' conception during doing activity. Next in the stage of

class discussion and comparison, pre-service teachers also did not show their own conception explicitly, but they instead played roles by raising questions, asking students to explain the concept, and saying focused again on the concept from each group, as well as playing their roles as one of debater, without judgment on any particular concept. Finally of conclusion stage, it would be combined concepts from student and pre-service teachers expressed their conceptions through conclusion of the important meaning, principle, and characteristic together with the students.

**Keywords:** pre-service mathematics teacher, mathematical concept

### ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้สอนมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจจัดกิจกรรม และการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนของผู้สอน มโนทัศน์ในเนื้อหาใดๆ ที่ผู้สอนมีอยู่ มีผลอย่างมากต่อการวิเคราะห์ผู้เรียนการจัดการเรียนรู้ การตัดสินใจ และการแสดงออกของผู้สอน (Brophy, 1991; Thomson, 1992 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2557) แม้ว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้ในเนื้อหา เป็นความรู้ในสาระหลักจะสำคัญ แต่งานวิจัยหลายชิ้นเกี่ยวกับความรู้ของครูประจำการ (In-service teacher) หรือครูก่อนประจำการ (Pre-service teacher) ในหลายเนื้อหาสาระ ที่มีนักวิจัยหลายคนศึกษาความรู้ครู และนักศึกษาครูผู้สอนในระดับประถมศึกษาเกี่ยวกับเศษส่วน พบว่าครู และนักศึกษาครูประสบความสำเร็จที่คล้ายกันเช่นเดียวกับนักเรียนระดับอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนต้น ผลวิจัยชี้ให้เห็นว่าความรู้ครูผู้สอนในระดับประถมศึกษายังอ่อนในเรื่องเศษส่วน (Ball, 1988; Post et al., 1993; Post, Harel, Behr, & Lesh, 1988; Zhou, Peveryly, & Xin, 2006; Sowder, Bedzuk, & Sowder, 1993 cited in Park et al, 2012)

การพัฒนาวิชาชีพครูของญี่ปุ่นที่เรียกว่า “การศึกษาชั้นเรียน” เป็นนวัตกรรมที่ได้รับการพัฒนา และใช้ในประเทศญี่ปุ่นมาตั้งแต่เมื่อประมาณ 130 ปีที่แล้ว (Shimizu, 2006 อ้างถึงใน โมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2550) รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพนี้จะทำอย่างเป็นระบบเพื่อความเข้าใจที่ลึกซึ้งด้านเนื้อหาสาระ เพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับการสอน และความสามารถในการสังเกตการเรียนรู้ของผู้เรียน (Murata & Takahashi, 2002; Perry & Lewis, 2003; Stigler & Hiebert, 1999 cited in Eliplane, 2012)

ความสำเร็จของระบบการพัฒนาวิชาชีพครูแบบ Lesson Study มีปัจจัยดังนี้ 1) เป็นรูปแบบที่อยู่บนพื้นฐานการพัฒนาที่ต่อเนื่อง 2) เป็นรูปแบบที่คงไว้และรักษาเป้าหมายเพื่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นหลัก 3) เป็นรูปแบบที่เน้นการพัฒนาการสอนในบริบทของห้องเรียนที่ทำการสอนอยู่เป็นหลัก 4) เป็นรูปแบบที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของกลุ่มครู 5) ครูผู้เข้าร่วมในโครงการพัฒนาแบบ Lesson Study มองบทบาทตัวเองว่าเป็นผู้ที่มีส่วนสนับสนุนการพัฒนางอค์ความรู้ด้านการสอนและขณะเดียวกันก็ได้พัฒนาวิชาชีพด้านการสอนของตัวเอง (Lewis, 2002) บริบทที่มีอิทธิพลมากในการทำการศึกษาศึกษาชั้นเรียนให้สำเร็จ คือการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมในสาระสำคัญของการศึกษาชั้นเรียนซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้ คือ การตั้งเป้าหมายร่วม มาตรฐานและความพร้อมของทรัพยากร ความเข้าใจร่วมกันในบทเรียนคณิตศาสตร์ที่ดี (Problem-solving oriented lesson) และบทเรียนวิจัย (Eliplane, 2012) สำหรับบทเรียนคณิตศาสตร์ที่

ดีนั้นเป็นที่เข้าใจโดยทั่วไปแล้วของนักการศึกษาญี่ปุ่น ว่าเป็นวิธีการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา (Stigler & Hiebert, 1999 cited in Eliplane, 2012)

วิธีการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาเป็นผลผลิตหนึ่งจากการทำการศึกษาชั้นเรียนมาร้อยกว่าปี (Isoda & Nakamura, 2010) ในภาค ปฏิบัติมีวิธีการสอนเช่นนี้ตั้งแต่ก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 แต่เริ่มมีความชัดเจนขึ้นหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ดังปรากฏในเอกสารหลักสูตรระดับ ชาติของกระทรวงศึกษาธิการญี่ปุ่น ในช่วงปี ค.ศ.1960s วิธีการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาเป็นที่รู้จักในฐานะวิธีการสอนเพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ และถูกแนะนำให้ใช้เพื่อพัฒนาการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ อันจะนำไปสู่การสร้างบุคลิกลักษณะของมนุษย์ (Isoda, 2012)

ประเทศไทยได้นำเอาวิธีการแบบเปิดมาใช้แทนวิธีการที่เน้นการแก้ปัญหาเพราะช่วยแก้ปัญหาการปฏิบัติงานของครู และวิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการที่ดีมากต่อการเปลี่ยนความเชื่อเดิมของครู และดีต่อการจัดเตรียมวิถีคิดเด็ก (Isoda, 2010 อ้างถึงใน สุทธารัตน์ บุญเลิศ, 2556)

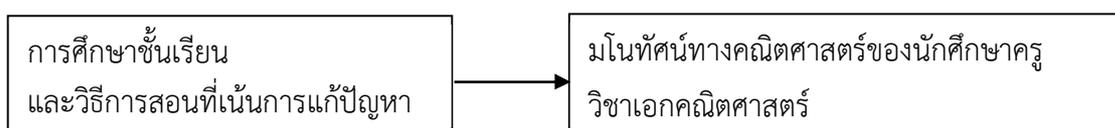
ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2557) ได้ใช้วิธีสอนที่เน้นการแก้ปัญหาในรูปแบบของวิธีการแบบเปิดในบริบทชั้นเรียนไทยมี 4 ขั้นตอนคือ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ 4) การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

สถาบันผลิตครูจะต้องมีกระบวนการผลิตนักศึกษาครูให้มีความพร้อมเข้าสู่โลกการทำงาน มีนวัตกรรมในการพัฒนาครู มีบริบทที่ส่งเสริมการพัฒนาวิชาชีพครู มีนวัตกรรมการเรียนการสอน มีตัวอย่างภาคปฏิบัติที่ดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูวิชาเอกคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์ห่มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุศึกษาที่ใช้ในวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ แบบทดสอบ แบบบันทึกภาคสนามการสังเกตการสอน บันทึกวีดิทัศน์การสอน บันทึกการสัมภาษณ์ แล้วใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ห่มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูวิชาเอกคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 4
2. เพื่อวิเคราะห์ห่มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพระดับชั้นปีที่ 5 วิชาเอกคณิตศาสตร์ ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

### กรอบแนวคิดการวิจัย



## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัยระยะแรก เป็นนักศึกษาครูสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 ในปีการศึกษา 2557 ภาคปลาย จำนวน 121 คน หลังจากวิเคราะห์ผลการวิจัยระยะแรก ผู้เข้าร่วมการวิจัยระยะที่สองเป็นนักศึกษา ชั้นปีที่ 5 ในปีการศึกษา 2558 ภาคต้น กรณีศึกษาจำนวน 3 คน ซึ่งได้ทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ในระยะแรก โดยพิจารณาจากคะแนนทดสอบมโนทัศน์ และการดำเนินการทั้งสองระยะผู้เข้าร่วมการวิจัยเข้าร่วมด้วยความสมัครใจ

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 2 ฉบับคือ แบบทดสอบแบบบันทึกภาคสนามการสังเกตการสอน ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แต่ละฉบับมีรายละเอียดดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาตอนต้น สร้างและพัฒนาแบบทดสอบโดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ร่างแบบทดสอบเป็นคำถามอัตนัยแบบเขียนตอบ และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา จำนวน 3 คน คือผู้เชี่ยวชาญด้านเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และด้านคณิตศาสตร์ จากนั้นนำไปทดลองใช้ และใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ฉบับที่ 2 แบบบันทึกภาคสนามการสังเกตการสอน ได้มาจากการสังเคราะห์จากเอกสารวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ผู้วิจัยได้สำรวจผู้ประสงค์เข้าร่วมการวิจัย แล้วขออนุญาตผู้เข้าร่วมวิจัยและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย 3 วิธีหลักคือ การใช้แบบทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การเก็บรวบรวมเอกสาร มีการใช้อุปกรณ์ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ วิทยุแท็บเล็ต กล้องถ่ายรูปช่วยในการรวบรวมข้อมูล

### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1 วิเคราะห์การทำแบบทดสอบแบบเขียนตอบจำนวน 10 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนนคือ ผู้ที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน วิธีการหรือเหตุผลถูกต้องแต่คำตอบคลาดเคลื่อนได้ 0.5 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ได้ตอบได้ 0 คะแนน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ผลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าร้อยละ (%) การวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2 ใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์โพทโทคอลที่ได้จากการถอดเทปวีดิทัศน์ การสังเกตการเรียนการสอน บันทึกภาคสนามการสังเกตการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กรอบแนวคิดวิธีการแบบเปิด และกรอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

### 5. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1 ประกอบด้วย มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ใช้ความหมายของมโนทัศน์วิเคราะห์การทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบเขียนตอบ

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2 ประกอบด้วย 1) กรอบแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิดใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ในชั้นเรียน แล้ววิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่พบในแต่ละชั้น แนวคิดวิธีการแบบเปิดในฐานะที่เป็นวิธีสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ การนำเสนอปัญหา

ปลายเปิด การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และ 2) กรอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ชื่อเรื่องที่สอน	มโนทัศน์ที่ใช้วิเคราะห์
เศษส่วน	นิพจน์ที่เขียนอยู่ในรูป $\frac{A}{B}$ โดยที่ A และ B เป็นนิพจน์ของจำนวน ซึ่ง B ไม่เท่ากับศูนย์
ตัวเศษ และตัวส่วน	ตัวส่วนแสดงจำนวนส่วนของปริมาณเดิม (เช่น 1m และ 1l) ที่ถูกแบ่งอย่างเท่าๆ กัน และตัวเศษแสดงปริมาณของส่วน
การบวกเศษส่วน	การบวกเศษส่วนต้องทำตัวส่วนของเศษส่วนที่นำมาบวกให้เท่ากัน
การหาร	การแบ่งออกหรือการเอาออกเท่าๆ กัน ซึ่งมี 2 แบบ คือการหารแบบหาจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่ม และการหารแบบหาจำนวนกลุ่ม
เวลา	ช่วงเวลาของเข็มนาฬิกาที่เดินไปหนึ่งช่องเรียกว่า หนึ่งนาที ช่วงเวลาของเข็มนาฬิกาที่เดินครบหนึ่งรอบคือ 60 นาที และ 60 นาที เรียกว่า หนึ่งชั่วโมง

#### ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูวิชาเอกคณิตศาสตร์ ระยะที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูวิชาเอกคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ ผู้ทำแบบทดสอบจำนวน 121 คน

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1 ผลการวิเคราะห์รายชื่อ ในข้อที่ 10 ทดสอบมโนทัศน์เกี่ยวกับเศษส่วน เศษเกิน โดยคำถาม คำตอบ จำนวนผู้ตอบ ร้อยละของผู้ที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเศษเกิน และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แสดงรายละเอียดดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ ข้อที่ 10.  $\frac{4}{4}$  เป็นเศษเกินใช่หรือไม่ อย่างไร

จำนวน	ร้อยละ	เหตุผล	คำตอบ
18	14.88	เป็นเศษเกิน เพราะเศษเกินมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน	ถูกต้อง
103	85.12	$\frac{4}{4} = 1$ เป็นจำนวนเต็ม ทหารลงตัวไม่เป็นเศษเกิน เพราะตัวเศษเท่ากับตัวส่วน ถ้าเป็นเศษเกินตัวเศษต้องมีค่ามากกว่าตัวส่วน เช่น $\frac{5}{4}$ , $\frac{6}{4}$ เศษเกินต้องเขียนให้อยู่ในรูปจำนวนคละได้ เศษเกินต้องหารไม่ลงตัว	คลาดเคลื่อน

จากผลการทำแบบทดสอบของนักศึกษาจำนวน 121 คน เรื่องมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในข้อที่ 10. ความหมายของเศษเกินปรากฏผลว่า นักศึกษาร้อยละ 85.12 มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ และร้อยละ 14.88 มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ที่พบนี้ เป็นความคลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ในลักษณะการบิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม (Movshovitz – Hadar, Zaslavsky, & Inbar, 1987 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคะนอง, 2557) เนื่องจาก เศษเกิน หมายถึง เศษส่วนสามัญ ที่มีค่าสัมบูรณ์ของตัวเศษ ไม่น้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของตัวส่วน (พจนานุกรมศัพท์คณิตศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2553) เมื่อพิจารณา  $\frac{4}{4}$  ค่าสัมบูรณ์ของตัวเศษ คือ 4 ไม่น้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของตัวส่วนคือ 4 ดังนั้นเศษส่วนนี้เป็นเศษเกิน

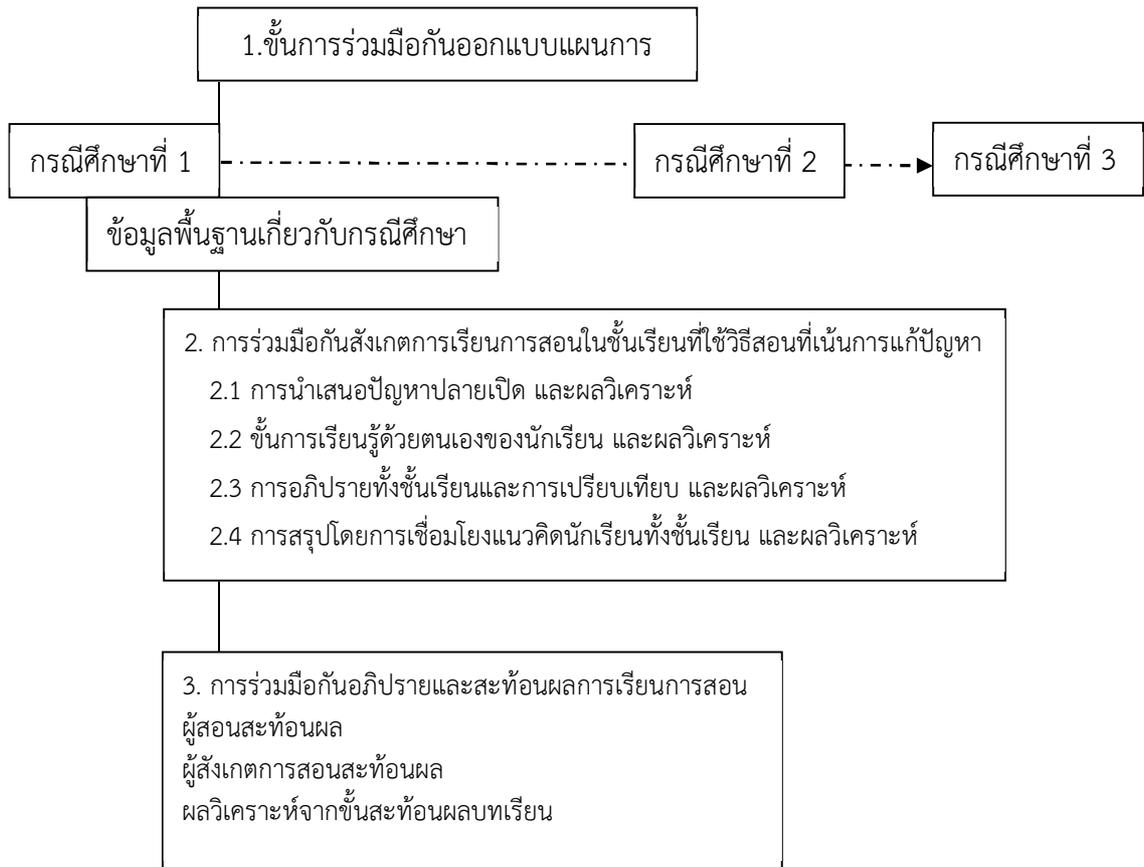
สำหรับคำถามอื่นในแบบทดสอบเป็นคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ด้านจำนวน และการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และการวิเคราะห์ภาพรวม ผลคะแนนทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 10 ข้อๆ ละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 พบว่า คะแนนสูงสุดเท่ากับ 6.5 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1 คะแนนเฉลี่ย 3.35 ผู้ที่ได้คะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยมีจำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 52.89 ผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมีจำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 47.11 เมื่อแปลความหมายค่าคะแนนโดยใช้เกณฑ์ 4 ระดับ พบว่า นักศึกษาร้อยละ 83.47 มีผลคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับปรับปรุง และร้อยละ 16.53 มีผลคะแนนอยู่ในระดับปานกลาง

ผลการทำแบบทดสอบของผู้เข้าร่วมวิจัยซึ่งเป็นกรณีศึกษาสามคนได้คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากการวิจัยระยะแรกอยู่ในระดับคุณภาพปรับปรุง โดย กรณีศึกษาที่ 1 มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความหมายการคูณ อัตราส่วน การเขียนปริมาณแทนเวลา การวัดปริมาตร การหารของเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นศูนย์ ตำแหน่งกับค่าของมัธยฐาน เส้นตรงกับความยาว จำนวนอตรรกยะ เศษเกิน กรณีศึกษาที่ 2 มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความหมายการคูณ อัตราส่วน การเขียนปริมาณแทนเวลา การคาดคะเนและการหาค่าประมาณ ตำแหน่งกับค่าของมัธยฐาน เส้นตรงกับความยาว จำนวนอตรรกยะ เศษเกิน และกรณีศึกษาที่ 3 มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความหมายการคูณ อัตราส่วน การเขียนปริมาณแทนเวลา การคาดคะเนและการหาค่าประมาณ เส้นตรงกับความยาว จำนวนอตรรกยะ และเศษเกิน

## ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูวิชาเอกคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2

การวิจัยระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ชั้นปีที่ 5 วิชาเอกคณิตศาสตร์ ที่ได้ผลการทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง และสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยฯ จำนวน 3 คน ทั้งหมดมีประสบการณ์เกี่ยวกับนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน และวิธีแบบเปิด โดยเรียนรู้จากรายวิชาคณิตสำหรับครูการศึกษาชั้นพื้นฐาน 1 และ 2 รวมถึงวิชาทักษะการจัดการจัดการเรียนรู้ ได้ฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค เข้าร่วมกิจกรรมศึกษาดูงานโรงเรียนต้นแบบการใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ฝึกอบรมก่อนไปปฏิบัติการสอน และได้รับคำปรึกษาแนะนำระหว่างปฏิบัติการสอน การวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2 มีโครงสร้าง การวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้



ภาพที่ 1 โครงสร้างการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2

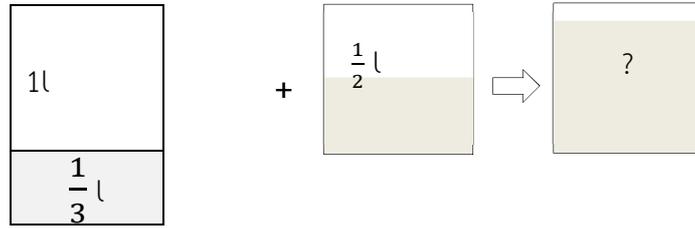
### ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับกรณีศึกษาที่ 1 นักศึกษาศาขาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 5 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต มีอุปนิสัย พูดน้อย มีความตั้งใจทำงาน ละเอียด รอบคอบ ได้คะแนนทดสอบโมโนทัศน์ในระดับปรับปรุง มีประสบการณ์เกี่ยวกับนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา ได้เรียนรู้จากรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับครูการศึกษาขั้นพื้นฐาน 1 และ 2 วิชาทักษะการจัดการเรียนรู้ ได้ฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค เข้าร่วมกิจกรรมศึกษาดูงานโรงเรียนต้นแบบการใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ได้รับการฝึกอบรมก่อนไปปฏิบัติการสอน และได้รับคำปรึกษาแนะนำระหว่างปฏิบัติการสอน

ในขั้นการร่วมมือกันออกแบบแผนการจัดการเรียนการสอน เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการศึกษาชั้นเรียน ผู้วิจัยได้ประสานนักศึกษาระณีศึกษาและนักศึกษาที่สมัครใจเข้าร่วม รวมจำนวน 10 คน เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจวิธีการแบบเปิดและการศึกษาชั้นเรียน กิจกรรมประกอบด้วย 1) การชี้แจงวัตถุประสงค์โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ และแผนดำเนินการวิจัย 2) การอบรมเชิงปฏิบัติการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด การศึกษาชั้นเรียน แนวคิดการใช้หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ในโครงการวิจัย เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 3) การอบรมเชิงปฏิบัติการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 4) นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ วิทยากรและอาจารย์นิเทศให้ข้อเสนอแนะ

ในขั้นการร่วมมือกันสังเกตการเรียนการสอน กรณีศึกษาที่ 1 จัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการบวกเศษส่วนที่ตัวส่วนไม่เท่ากัน ซึ่งผ่านการร่วมมือกันออกแบบแผนการจัดการเรียนการ

สอนกับทีมการศึกษาชั้นเรียน สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในคาบเรียนนี้คือ “มีนมปริมาณ  $\frac{1}{3}$  ลิตร และ  $\frac{1}{2}$  ลิตร อยู่ในภาชนะ 2 ใบ เมื่อเทนมจากภาชนะทั้งสองลงในภาชนะแบบเดียวกัน จะมีนมทั้งหมดกี่ลิตร”



ภาพที่ 2 โครงสร้างการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2

กรอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิเคราะห์การจัดการสอนในคาบเรียนนี้ได้แก่

- 1) เศษส่วน (fraction) หมายถึง นิพจน์ที่เขียนอยู่ในรูป  $\frac{A}{B}$  โดยที่ A และ B เป็นนิพจน์ของจำนวน ซึ่ง B ไม่เท่ากับศูนย์ เช่น  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$  และ  $\frac{5}{2}$
- 2) เศษส่วน ประกอบด้วยตัวเศษ (Numerator) และตัวส่วน (Denominator) ที่ตัวส่วนไม่เป็นศูนย์
- 3) ตัวเศษและตัวส่วน ตัวส่วนแสดงจำนวนส่วนของปริมาณเต็ม (เช่น 1m และ 1L) ที่ถูกแบ่งอย่างเท่าๆ กัน และตัวเศษแสดงปริมาณของส่วน
- 4) การบวกเศษส่วนต้องทำตัวส่วนของเศษส่วนที่นำมาบวกให้เท่ากัน

โปรโตคอลจากการถอดเทปวีดิทัศน์การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดนักเรียนทั้งชั้นเรียน

L:	76	ครู	เหมือนกัน มั่นใจใหม่ของตัวเองถูก นักเรียนส่วนมากใช้วิธีการทำส่วนให้เหมือนกัน แต่มีอีกวิธีหนึ่งคือ
L:	77	ครู	ใบแรกมีน้ำอยู่ $\frac{1}{2}$ ใบที่สองมีน้ำอยู่ $\frac{1}{3}$ เมื่อเปรียบเทียบกันดูแล้ว $\frac{1}{3}$ น้อยกว่า $\frac{1}{2}$ เท่าไร มีช่วงหนึ่ง แล้วเทน้ำลงในภาชนะใบหนึ่ง เท $\frac{1}{3}$ ลงไป น้ำมันจะอยู่ประมาณเท่านี้เห็นไหม แล้วเขาถามว่าที่อยู่ในนี้เป็นเศษส่วนเท่าไร เราก็ใช้วิธีการแบ่ง แบ่งอย่างไร ให้เท่ากัน ปริมาณเท่านี้หมด ทุกอัน ก็เลยแบ่งเป็นช่วงๆ ละเท่ากัน ได้ 6 ช่วง เสร็จแล้วเมื่อเราเทลงไปก็นับดู 1 2 3 4 5 ได้ 5 คือทั้งหมดเท่าไร ก็ส่วน
L:	78	นร.	6
L:	79	ครู	เพราะฉะนั้นตอบ
L:	80	นร.	$\frac{5}{6}$
L:	81	ครู	ไม่ต้องใช้วิธีการหา ค.ร.น. ก็ได้ถูกไหมคะ และถ้าเพื่อนกลุ่มที่ 1 ไม่ทำให้ส่วนเท่ากันก่อน คำตอบถูกไหม

L:	82	นร.	ไม่ถูก
L:	83	ครู	วิธีการทำที่ถูกต้องคือทำให้ส่วนเท่ากันแล้วมาบวกกัน เพราะฉะนั้นวิธีการที่ถูกคือ กลุ่ม 2 3 4 แต่ยังมีอีกวิธีการ อะคูในรูปนี้ $\frac{1}{3}$ เมื่อเทียบกับ $\frac{1}{2}$ มันอยู่ตรงนี้ แล้วเมื่อเทลงมาจะอยู่ตรงนี้ (ครูแสดงวิธีการแบ่งให้เท่าๆ กัน) เพราะฉะนั้น สรุปว่าการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ต้องทำอย่างไรก่อน
L:	84	นร.	ทำตัวส่วนให้เท่ากัน
L:	85	ครู	ทำตัวส่วนให้เท่ากันแล้ว
L:	86	นร.	นำมาบวกกัน
L:	87	ครู	นำตัวอะไรมาบวกกัน นำตัวเศษหรือตัวส่วนมาบวกกัน ใครว่าตัวเศษยกมือ
L:	88	นร.	ตัวเศษ
L:	89	ครู	ใช้ตัวเศษมาบวกกัน ส่วนตัวส่วนนั้นยังเท่าเดิม (ครูติดกระดาษชาร์ตสรุปวิธีการนักเรียนอ่านพร้อมกัน)
L:	90	นร.	เศษส่วนที่มีตัวส่วนต่างกันสามารถบวกกันได้...
			ในขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดนักเรียน พบมโนทัศน์เกี่ยวกับเศษส่วนของครูจากการร่วมสรุปกับนักเรียนโดยใช้ผลงานนักเรียน สื่อภาพ แก้วน้ำแสดงปริมาณน้ำแทนเศษส่วนที่กำหนด และกระดาษชาร์ต ประกอบการสรุปว่าเศษส่วนที่มีตัวส่วนต่างกันสามารถบวกกันได้ ถ้าเศษส่วนเหล่านั้นถูกเปลี่ยนเป็นเศษส่วนที่มีตัวส่วนเหมือนกัน ด้วยวิธีการแบ่งแก้วน้ำ แยกกระดาษเศษส่วน 1 ชิ้น เป็นส่วนเท่าๆ กันแล้วนับหรือวัด หรือใช้วิธีการหา ค.ร.น. หรือการนำตัวเลขมาคูณหรือหารทั้งตัวเศษและส่วนเพื่อให้ตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสองเท่ากัน

ผลจากวิเคราะห์โพโทคอลที่ได้จากการถอดเทปวีดิทัศน์การสังเกตการเรียนการสอน บันทึกภาคสนามการสังเกตการสอน บันทึกการสัมภาษณ์ และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กรอบแนวคิดวิธีการแบบเปิด และกรอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พบว่ากรณีศึกษาทั้งสามมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องในเนื้อหาที่เตรียมสอน กรณีศึกษาที่ 1 มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเรื่องเศษส่วน ตัวเศษ ตัวส่วน การบวกเศษส่วน กรณีศึกษาที่ 2 มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเรื่องการหาร และกรณีศึกษาที่ 3 มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเรื่องช่วงเวลา

และเมื่อวิเคราะห์ตามกรอบแนวคิดวิธีการแบบเปิด พบว่ามโนทัศน์ของนักศึกษาในขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด จะพบจากการออกแบบสถานการณ์ปัญหา และสื่อ ส่วนในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน นักศึกษาครูไม่ได้แสดงมโนทัศน์ออกมาผ่านภาษาหรือท่าทาง แต่จะเดินสังเกตแนวคิดนักเรียนขณะทำกิจกรรม ต่อมาในขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ นักศึกษาไม่แสดงมโนทัศน์ของตนเองอย่างชัดเจน นักศึกษามีบทบาทตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายแนวคิด และกล่าวเน้นแนวคิดแต่ละกลุ่มอีกครั้ง และแสดงบทบาทเป็นผู้อภิปราย โดยไม่ได้ตัดสินแนวคิดใด และในขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดนักเรียน นักศึกษาแสดงมโนทัศน์ของตนเองโดยสรุปร่วมกับแนวคิดนักเรียน

## อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุวิชาเอกคณิตศาสตร์ที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการสอนที่แบบเปิด ผู้วิจัยอภิปรายผลตามลำดับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. นักศึกษาส่วนใหญ่มีผลคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับปรับปรุง สอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นเกี่ยวกับความรู้ของครูประจำการ (In-service teacher) หรือครูก่อนประจำการ (Pre-service teacher) ในหลายเนื้อหาสาระ ตัวอย่างเช่นเนื้อหาเรื่องเศษส่วน มีนักวิจัยหลายคนศึกษาความรู้ครู และนักศึกษาครูผู้สอนในระดับประถมศึกษาเกี่ยวกับเศษส่วน พบว่าพวกเขาประสบความสำเร็จที่คล้ายกันกับนักเรียนระดับอนุบาลถึงมัธยมต้น (Ball, 1988; Post et al., 1993; Post, Harel, Behr, & Lesh, 1988; Zhou, Peveryly, & Xin, 2006; Sowder, Bedzuk, & Sowder, 1993 cited in Park et al, 2012)

2. ผลการวิเคราะห์หัตถ์ทัศน์การเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องในเนื้อหาที่เตรียมสอน ทั้งนี้เพราะการศึกษาชั้นเรียนมีขั้นตอนที่การร่วมกันสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยทำเป็นทีมงานร่วมพิจารณาสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จากหนังสือเรียนในโครงการวิจัย รวมทั้งร่วมกันพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้อย่างละเอียด โดยความร่วมมือจากทีม สอดคล้องกับบทมุล อินทร์ประสิทธิ์ (2552) ที่ว่าการศึกษาชั้นเรียนเป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับว่า สามารถช่วยให้ครูได้พัฒนาตนเองไปพร้อมๆ กับการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด เมื่อวิเคราะห์ตามขั้นการสอนพบว่าสอดคล้องกับแนวคิดของวิธีการแบบเปิดตามขั้นการสอน ทั้งด้านบทบาทครู บทบาทนักเรียนตามแนวทางของวิธีการสอนแบบเปิดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ในขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ ขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดนักเรียน (Inprasitha, 2011; Isoda, 2012)

## ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุวิชาเอกคณิตศาสตร์ที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ซึ่งถือว่าเป็นงานวิจัยหนึ่งที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการนิเทศนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ทั้งนี้จากผลการวิจัยบ่งชี้ว่านักศึกษาครุคณิตศาสตร์ที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับปรับปรุงก่อนไปฝึกปฏิบัติการสอน หลังจากการใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดนักศึกษาครุคณิตศาสตร์มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องในเรื่องที่สอน และใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ตามแนวคิดวิธีการแบบเปิด อันเป็นวิธีการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการปฏิรูปการศึกษา

ดังนั้นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ผู้บริหารสถานศึกษา ครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ หรือผู้ที่ทำหน้าที่ในสถาบันการฝึกหัดครูสามารถนำการศึกษาชั้นเรียน และวิธีการแบบเปิด ไปใช้ได้ประโยชน์ได้ตามแนวทางที่ได้วิจัย ซึ่งจากข้อค้นพบจากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นชัดเจนว่าการศึกษาชั้นเรียน และวิธีการแบบเปิดสามารถทำให้นักศึกษาครูปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง และสามารถออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้ดีขึ้นได้

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้ปีงบประมาณ พ.ศ.2558

## เอกสารอ้างอิง

- นฤมล อินทร์ประสิทธิ์. (2552). **การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study): นวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูและนักเรียน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2553). **พจนานุกรมศัพท์คณิตศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2557). **กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน**. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุทธารัตน์ บุญเลิศ. (2556). **การพัฒนาความคิดรวบยอดทางการคูณของนักเรียนภายใต้บริบทการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2557). **คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Elipane, L. E. (2012). "Integrating the essential elements of lesson study in pre-service mathematics teacher education." Doctoral Dissertation. Department of Science Education. University of Copenhagen.
- Gakkoh Toshoh. (2005). **Mathematics for Elementary School for third grade**. Tokyo: Gakkoh Toshoh.
- \_\_\_\_\_. (2005). **Mathematics for Elementary School for fourth grade**. Tokyo: Gakkoh Toshoh.
- Inprasitha, M., & Isoda, M. (บรรณาธิการ) (2009). **คำอธิบายการใช้หนังสือเรียนคณิตศาสตร์สำหรับระดับชั้นประถมศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 3**. ขอนแก่น: ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (ไม่ได้ตีพิมพ์).
- Isoda, M., & Katagiri, S. (2012). **Mathematical thinking: How to develop it in the classroom**. Singapore: World Scientific.
- Isoda, M., & Nakamura, T. (2010). **Technical Terms for Supporting Extension and Integration Sequences in Curriculum**. Mathematics Education Theories for Lesson Study: Problem Solving Approach and Curriculum through Extension and Integration (Special Issue (EARCOME5)). Tokyo: Bunshoudo Insatusho.
- Lewis, C.C. (2002). **Lesson Study: A Handbook of Teacher-Led Instructional Change**. Philadelphia: Research for Better Schools.
- Park, J., & Gucler, B., & McCrory, R. (2013). Teaching prospective teachers about fractions: historical and pedagogical perspectives. **Educational Studies in Mathematics**, 82, 455-479.

Tchoshanov, M.A. (2011). Relationship between teacher knowledge of concepts and connections, teaching practice, and student achievement in middle grades mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, **76**, 141-164.