

การพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู

ปริญญานิพนธ์
ของ
ทรงชัย อักษรคิด

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2553

การพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู

ปริญญานิพนธ์
ของ
ทรงชัย อักษรคิด

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู

บทคัดย่อ
ของ
ทรงชัย อักษรคิด

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2553

ทรงชัย อักษรคิด. (2553). การพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์, รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ทิพย์คง

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู และศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้กับนักศึกษาครูในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการวิจัยมี 5 ขั้นตอน คือ 1) การสำรวจสภาพปัญหาและการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 2) การสร้างรูปแบบ 3) การสร้างเครื่องมือตามรูปแบบที่กำหนด 4) การทดลองใช้และการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบ และ 5) การประเมินผลลัพธ์และการปรับปรุงรูปแบบ

รูปแบบที่สร้างขึ้นประกอบด้วยการดำเนินการกิจกรรม 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน โดยใช้กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (10 กิจกรรม ใช้ระยะเวลารวม 30 ชั่วโมง) และระยะที่ 2 การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม โดยใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน (ใช้ระยะเวลา 3 เดือน)

รูปแบบในระยะที่ 1 ดำเนินการทดลองกับนักศึกษาครูที่อาสาสมัครจำนวน 12 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรี หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) ชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพศึกษาศาสตร์ (ปฏิบัติการสอน) อยู่ในโรงเรียน ในปีการศึกษา 2552 เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ รูปแบบในระยะที่ 2 ใช้นักศึกษาครู 4 คนที่ผ่านกิจกรรมในระยะที่ 1 เป็นนักศึกษาครูที่ฝึกสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเดียวกันในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 80 คน ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2552 กิจกรรมเป็นไปตามกระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการวางแผนและปฏิบัติการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การวิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยข้อมูลเชิงปริมาณในระยะที่ 1 ได้จากคะแนนเก็บระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรม และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในระยะที่ 2 ได้จากแบบประเมินความสามารถในการวางแผนและปฏิบัติการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพในระยะที่ 1 ได้จากการสังเกตและนำ

ผลจากการปฏิบัติกิจกรรมมาตุร่อยรอยพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ในระยะที่ 2 ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการสอนในชั้นเรียน แผนการสอน และวิธีทัศน์บันทึกการสอนมาตุร่อยรอยพฤติกรรมการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาครูได้ โดย

- 1) นักศึกษา 9 คน จาก 12 คน ผ่านเกณฑ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (อยู่ในระดับยอดเยี่ยม 1 คน และระดับมาก 8 คน)
- 2) นักศึกษา 7 คน จาก 12 คน ผ่านเกณฑ์ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ทั้งเจ็ดคนอยู่ในระดับมาก)
- 3) นักศึกษาทั้งสี่คนผ่านเกณฑ์ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (อยู่ในระดับยอดเยี่ยม)
- 4) นักศึกษา 3 คน จาก 4 คน ผ่านเกณฑ์ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (อยู่ในระดับยอดเยี่ยม 1 คน และระดับมาก 2 คน ทั้งนี้ นักศึกษาที่ไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คนนั้น พบว่า โดยภาพรวมมีความสามารถอยู่ในระดับมาก แต่มีบางตัวชี้วัดที่ไม่ผ่านเกณฑ์)

THE DEVELOPMENT OF A MODEL TO ENHANCE TEACHING ABILITY ON
MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND PROBLEM POSING
FOR PRESERVICE TEACHERS

AN ABSTRACT
BY
SONGCHAI UGSONKID

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Doctor of Education Degree in Mathematics Education
at Srinakharinwirot University
May 2010

Songchai Ugsonkid. (2010). *The Development of a Model to Enhance Teaching Ability on Mathematical Problem Solving and Problem Posing for Preservice Teachers*. Dissertation, Ed.D. (Mathematics Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr.Piyavadee Wongyai, Asst. Prof. Dr.Supotch Chaiyasang, Assoc. Prof. Dr.Siriporn Thipkong.

The purpose of this study was to develop a model to enhance teaching ability on mathematical problem solving and problem posing for preservice teachers and then examine the effectiveness of this model on the abilities of mathematical problem solving, mathematical problem posing, teaching preparation, and teaching performance. This study was conducted in 5 stages as follows: 1) investigating of the actual conditions and reviewing research reference for developing the model; 2) constructing the model; 3) developing research instruments; 4) acting out the model and finding out the effectiveness; and 5) evaluating and improving the model.

The model consisted of 2 phases. Phase 1: preparing the preservice teachers by conducting the activities to enhance teaching ability on mathematical problem solving and problem posing (10 activities, 30 hours). Phase 2: field practice teaching based on 'Lesson Study' (covering 3 months).

Phase 1 of the model was used with 12 volunteers of the fifth year preservice teachers in the teaching mathematics program of Kasetsart University, during their field experience in school in the academic year 2009 for determining the effectiveness of the model on mathematical problem solving and problem posing abilities. Phase 2 of the model was used with 4 preservice teachers trained in phase 1, who had field practice teaching in the same school. The teaching was done with 2 classes (80 students) of the eighth grade of Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development in the second semester of academic year 2009. The activities were based on 'Lesson Study' for determining the effectiveness of the model in teaching preparation and teaching performance abilities. Both quantitative and qualitative data were used to determine the effectiveness of the model. The quantitative data was gathered from preservice teachers' tasks and tests scores on mathematical problem solving and problem posing in phase 1 and from evaluation forms of teaching preparation and teaching performance in phase 2. The qualitative data was gathered from the observations on the preservice teachers doing their work in phase 1 and classroom observations, lesson plans, teaching VDO in phase 2.

The results revealed that the model was effective and enhance teaching ability on mathematical problem solving and problem posing for preservice teachers as follows:

1) There were 9 from 12 of the preservice teachers passed the criteria of mathematical problem solving ability (1 passed at the highest level, 8 passed at the high level).

2) There were 7 from 12 of the preservice teachers passed the criteria of mathematical problem posing ability (all 7 passed at the high level).

3) All 4 preservice teachers passed at the highest level of teaching preparation ability.

4) Three out of 4 preservice teachers passed the criteria of teaching performance ability (1 passed at the highest level, 2 passed at the high level, the one who did not passed the criteria had high ability in most items with only a few item did not meet the criteria).

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู

ของ
ทรงชัย อักษรคิด

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุฎบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2553

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่)

..... ประธาน
(ศาสตราจารย์ ยุพิน พิพิธกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ทิพย์คง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ทิพย์คง)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมัลย์)

ปริญญานิพนธ์ที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย
งบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2553
ระดับปริญญาเอก
ประจำปีการศึกษา 2552

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้โดยความอนุเคราะห์และความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา คอยช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง ท่านอาจารย์ได้คอยชี้แนะให้เห็นประเด็นสำคัญ คอยแนะนำให้ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น ตลอดจนช่วยอ่านงานได้อย่างละเอียด ทุ่มเทเอาใจใส่ลูกศิษย์ ติดตามและให้กำลังใจในการทำงานอย่างสม่ำเสมอ ตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้ข้อสังเกต และเสนอแนะมุมมองที่ดีและเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเล่มนี้เป็นอย่างมาก ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ทิพย์คง ที่คอยแนะนำ ช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยอย่างใกล้ชิด กำลังใจจากท่านเป็นพรที่มีค่าสูงสุดในการทำงานของผู้วิจัย บางครั้งผู้วิจัยรู้สึกท้อต่ออุปสรรคปัญหา และภาระต่างๆ แต่ทุกครั้งก็จะได้รับกำลังใจและความเมตตาจากท่าน ทำให้งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ยุพิน พิพิธกุล ประธานการสอบปากเปล่า และ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมัลย์ กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม ทั้งสองท่านได้ให้ข้อแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงงานวิจัยเล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบคุณคณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ทุกท่านที่ได้ช่วยให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ก่อนที่ผู้วิจัยจะได้ลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล ขอกราบขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรพรรณ ตันบรรจง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทรา อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญรื่น ปานประสงค์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัตนาพร ตันสิทธิแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบรูปแบบและแผนการจัดกิจกรรม พร้อมทั้งให้ข้อแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ขอกราบขอบคุณ อาจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ และอาจารย์วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ อาจารย์ นิเทศก์ของนิสิตที่ช่วยเหลืองานวิจัยมาโดยตลอด ขอกราบขอบคุณ อาจารย์ ดร.นพวรรณ จิมรอยลาภ ที่กรุณาสละเวลาตรวจแก้ไขบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

ขอขอบคุณนิสิตสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ทุกคนที่มีส่วนร่วมกับการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ นิสิตปริญญาเอกคณิตศาสตร์ศึกษา รวมถึงน้องๆ นิสิตปริญญาโท กศ.ม. คณิตศาสตร์ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้

กราบขอบพระคุณคุณพ่อปรีชา คุณแม่ประเทือง อักษรคิด ผู้ให้การเลี้ยงดูมาตั้งแต่เกิด ขอขอบคุณ คุณศิริสายนธ์ และน้องแพรวภาค อักษรคิด ผู้เป็นที่รักตั้งดวงใจที่คอยให้กำลังใจอยู่ไม่ห่าง ขอกราบขอบพระคุณครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้สั่งสอนอบรมศิษย์ให้มีวิชาความรู้ คุณงามความดีทั้งหลายที่เกิดจากผลงานวิจัยเล่มนี้ ขอมอบให้แก่ผู้มีอุปการะคุณทุกท่าน

ทรงชัย อักษรคิด

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามการวิจัย	4
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
นักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมาย	5
นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	6
ระยะเวลาในการนำรูปแบบไปทดลองใช้	6
ขอบเขตของปัญหาทางคณิตศาสตร์	6
ตัวแปรของการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
ข้อตกลงเบื้องต้น	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
ตอนที่ 1 : แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	13
แนวคิดทั่วไปของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา	13
แนวคิดเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา	24
แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา	35
ตอนที่ 2 : แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมสำคัญที่ใช้เสริมสร้างความสามารถทางการสอน	
การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู	41
การประเมินตนเอง (Self assessment)	41
การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems)	
ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง	
(Real-world problems)	44
การฝึกการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	45
การฝึกการรู้คิด (Metacognition)	47
การอภิปรายจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอน	48
การฝึกปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา	49
การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching)	50

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2 (ต่อ)		
	การเขียนแผนผังความคิด (Mind map).....	50
	ตอนที่ 3 : แนวคิดเกี่ยวกับ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ (Lesson study)	52
	ตอนที่ 4 : แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	57
3	วิธีดำเนินการวิจัย	63
	ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจสภาพปัญหาและการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน.....	65
	ขั้นตอนที่ 2 การสร้างรูปแบบ	73
	ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเครื่องมือตามรูปแบบที่กำหนด	77
	ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้และการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบ	79
	ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลลัพธ์และการปรับปรุงรูปแบบ	85
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	87
	ตอนที่ 1 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	87
	ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพของรูปแบบจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้.....	89
	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู.....	89
	ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู.....	94
	ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู.....	98
	ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู.....	101
	ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ผลการปฏิบัติตามรูปแบบและการปรับปรุงรูปแบบ.....	107
	การวิเคราะห์ผลการปฏิบัติตามรูปแบบ.....	107
	การปรับปรุงรูปแบบ.....	110
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	114
	สังเขปความมุ่งหมายและวิธีดำเนินการวิจัย.....	114
	สรุปผลการวิจัย.....	117
	อภิปรายผล.....	119

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ)	
ข้อเสนอแนะ	123
บรรณานุกรม	125
ภาคผนวก	132
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ.....	133
ภาคผนวก ข รูปแบบ (Model) และรายละเอียดของรูปแบบ.....	135
ภาคผนวก ค แบบประเมิน “รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอน การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง)”	160
ภาคผนวก ง กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู	166
ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	316
ภาคผนวก ฉ แบบประเมินความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	331
ภาคผนวก ช แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	333
ภาคผนวก ซ ข้อมูลดิบ	336
ประวัติย่อผู้วิจัย	341

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การแบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การแบ่งแบบต่างๆ	17
2 เทคนิคการตั้งปัญหาหรือการสร้างคำถามของวิเชียร ไชยบัง	21
3 การปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหา.....	29
4 ผลการศึกษาวิจัยของเครสโป (Crespo) ที่เปรียบเทียบวิธีการตั้งปัญหาระหว่าง ช่วงเริ่มต้นและช่วงหลังของการฝึกปฏิบัติการสอนของนักศึกษาครู	34
5 การแบ่งระดับความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ของปัญหา.....	40
6 การประเมินความสามารถทางการสอนคณิตศาสตร์ ของ สสวท.	61
7 รายละเอียดของการปรับปรุงรูปแบบฉบับร่างตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	75
8 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ	88
9 ผลการศึกษาศามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	89
10 ผลการตอบแบบสำรวจรายการของนักศึกษาครู เพื่อประเมินผลการปฏิบัติ การแก้ปัญหาและเจตคติต่อการแก้ปัญหของตนเองในใบกิจกรรมที่ 5-6	91
11 การวิเคราะห์ผลการตอบแบบสำรวจรายการของนักศึกษาครูในใบกิจกรรมที่ 5-6	91
12 ผลการตอบแบบประเมินการรู้คิดในใบกิจกรรมที่ 5-5	93
13 ผลการศึกษาศามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	95
14 ผลการศึกษาศามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (รายกลุ่ม)	98
15 ผลการศึกษาศามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู จำแนกเป็นรายบุคคล	102
16 รายละเอียดทั้งหมดของการปรับปรุงรูปแบบ	110

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบหลักสูตรคณิตศาสตร์ในประเทศไทย.....	14
2 การแบ่งประเภทของงานและปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาถึง โครงสร้างของปัญหา.....	19
3 แผนภูมิสายงานแสดงกระบวนการ/ขั้นตอนการแก้ปัญหา.....	27
4 รูปแบบ (Format) ของแผนการสอนสำหรับการแก้ปัญหา.....	31
5 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์สำหรับการแก้ปัญหา	37
6 การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการแก้ปัญหา	38
7 ขั้นตอนการวิเคราะห์งานการตั้งปัญหา.....	39
8 การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการตั้งปัญหา	41
9 แบบคำถามในการเขียนรายงานผลของชาร์ลส์ (Charles) เลสเตอร์ (Lester) และโอดาฟเฟอร์ (O'Daffer)	42
10 แบบสำรวจรายการในการแก้ปัญหาของมหาวิทยาลัยอินเดียนา (Indiana University)	43
11 ตัวอย่างการเขียนแผนผังความคิด (Mind map)	51
12 กระบวนการของ ‘การศึกษผ่านบทเรียน’ (Lesson study) ของบาบา (Baba)	54
13 กระบวนการของ ‘การศึกษผ่านบทเรียน’ (Lesson study) ของการวิจัยในครั้งนี้	56
14 กระบวนการของการวิจัยในครั้งนี้	64
15 การเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ของนักศึกษาครู	97

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมที่เราทำอยู่เป็นประจำก็คือการแก้ปัญหา ซึ่งมีทั้งปัญหาที่แก้ได้ง่าย และปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากจนเราไม่สามารถแก้ปัญหาได้ในทันทีทันใด ต้องอาศัยความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และเทคนิควิธีหลายอย่างในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าเรามีความรู้ เข้าใจ กระบวนการ มีเทคนิควิธีที่เหมาะสม ตลอดจนฝึกฝนประสบการณ์มามากพอ เราก็จะสามารถแก้ปัญหานั้นได้ดีและมีประสิทธิภาพ การแก้ปัญหาจึงเป็นกระบวนการที่ควรได้รับการเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เป็นทักษะในตัวเราทุกคน สำหรับนักเรียนแล้วการเรียนรู้การแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา นักการศึกษาคณิตศาสตร์ในหลายๆ ประเทศ เช่น ญี่ปุ่น สิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา และประเทศไทย ได้ให้ความสำคัญกับบทบาทของการแก้ปัญหาในหลักสูตรคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก แน่หน่อนว่าการแก้ปัญหาคือกระบวนการสำคัญที่ควรได้รับการเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เป็นทักษะติดตัวนักเรียน แต่นักคณิตศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงทั้งหลายต่างเห็นพ้องต้องกันมานานแล้วว่า การมองเห็นปัญหาหรือการตั้งปัญหาด้วยตนเองนั้น สำคัญยิ่งกว่าการแก้ปัญหาเสียอีก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2550ก: 131) ยกตัวอย่างเช่น ถ้า เซอร์ ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton, ช่วง ค.ศ.1643-1727) ทำเฉยเมยไม่คิดว่าการที่ลูกแอปเปิลตกลงบนพื้นดินนั้นเป็นปัญหาแล้ว ความรู้เรื่องแรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดของโลกก็อาจจะไม่เกิดขึ้น หรือถ้านักคณิตศาสตร์ในสมัยก่อนเลยไม่ได้สนใจว่าการพิสูจน์สัจพจน์ที่ 5 ของยุคลิดสามารถทำได้หรือไม่นั้นเป็นปัญหาแล้ว เรขาคณิตนอกแบบยุคลิด (Non-Euclidean Geometry) ก็อาจจะไม่เกิดขึ้น หรือถ้า เลออนฮาร์ด ออยเลอร์ (Leonhard Euler, ช่วง ค.ศ.1707-1783) เพิกเฉยต่อสถานการณ์ที่ว่าการเดินผ่านสะพานโคนิกส์เบิร์ก (Königsberg Bridges) ให้ครบทั้งเจ็ดสะพานโดยไม่ให้ซ้ำเส้นทางเดิมและกลับมายังจุดเริ่มต้นทำได้หรือไม่นั้นเป็นปัญหาแล้ว ความรู้เรื่องทฤษฎีข่ายงาน (Network theory) ก็อาจจะไม่เกิดขึ้น เป็นต้น

นักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านมองว่าการตั้งปัญหากับการแก้ปัญหาคือกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้งนี้โพลยา (Polya. 1954) ได้กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหานั้น การตั้งปัญหานั้นเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญและเป็นส่วนที่แยกออกจากกันไม่ได้จากการแก้ปัญหา ซึ่งอิงลิช (English. 1998) มีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันโดยเสนอว่า การตั้งปัญหานั้นมักจะมาคู่กันกับการแก้ปัญหายุ่

เสมอซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้งนี้การตั้งปัญหามีความหมายรวมถึงการสร้างปัญหาใหม่ ๆ ขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือเป็นการสร้างปัญหาโดยการปรับขยายเงื่อนไขของปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วก็ได้ นอกจากนี้บราวน์และวอลเทอร์ (Brown; & Walter. 2005: 1-3) มีแนวคิดว่าการตั้งปัญหาสัมพันธ์อย่างลึกซึ้งกับการแก้ปัญหาในสองลักษณะคือ 1) การแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่ดีซึ่งต้องใช้การระดมทักษะต่าง ๆ มากมายในการแก้ปัญหา มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้การตั้งปัญหาที่ดีขึ้นมาก่อน และ 2) เมื่อเราแก้ปัญหาค้นพบคำตอบแล้ว บางครั้งเราอาจจะยังไม่เข้าใจนัยสำคัญของสิ่งที่ได้ลงมือทำไปจนกว่าเราจะเริ่มสร้าง ขยาย และวิเคราะห์ปัญหาใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับปัญหาเดิม ทั้งนี้การตั้งปัญหาสามารถช่วยให้เราเข้าใจประเด็นเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น และยังช่วยให้เราค้นพบประเด็นความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มเติมขึ้นมามากได้

จากผลงานการวิจัยของนักการศึกษาคณิตศาสตร์พบว่าประสบการณ์ในการตั้งปัญหาของนักเรียนสามารถส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ รวมทั้งยังสร้างความตื่นตัวและก่อให้เกิดแรงกระตุ้นต่อการเรียนการสอนด้วย (English. 1998) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อิงลิชได้ยืนยันว่าการตั้งปัญหาช่วยพัฒนาการคิด ทักษะการแก้ปัญหา เจตคติและความมั่นใจในการทำคณิตศาสตร์ รวมทั้งยังช่วยขยายความเข้าใจที่กว้างขึ้นในแนวคิด (Concepts) ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ ไวติ่น (Whitin. 2004: 129) ยังกล่าวด้วยว่าการตั้งปัญหาเป็นการพัฒนาความคิดทางสติปัญญาและเป็นการสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระด้วยตัวของนักเรียนเอง ทั้งนี้เพราะการใช้ความคิดตั้งคำถามต่าง ๆ นั้นเกิดจากข้อความคาดการณ์หรือความสงสัยที่ผู้ตั้งปัญหาคิดสร้างขึ้นมามากมายทำทลายและสามารถขยายขอบเขตการสำรวจทางคณิตศาสตร์มากขึ้นได้

จะเห็นได้ว่าจากมุมมองของนักการศึกษาคณิตศาสตร์ทั้งหลายดังกล่าวข้างต้น การตั้งปัญหากับการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการตั้งปัญหาสามารถส่งเสริมการสร้างความคิดใหม่ ๆ จากประเด็นเนื้อหาที่มีอยู่ และขยายความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ออกไปได้

อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหายังนับว่าเป็นเรื่องใหม่ที่ครูคณิตศาสตร์ของไทยยังไม่คุ้นเคยและมีประสบการณ์น้อยในการจัดการเรียนการสอน จึงเกิดคำถามว่าเราจะสามารถช่วยเหลือครูคณิตศาสตร์ให้เกิดการพัฒนาความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาที่ดีได้อย่างไร อีกทั้งเราจะสามารถช่วยเหลือครูคณิตศาสตร์ให้มีความสามารถและมีความเชื่อมั่นในการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร ในการค้นหาคำตอบเพื่อตอบคำถามเหล่านี้ นักการศึกษาหลายท่านแนะนำว่าวิธีที่ดีที่สุดคือการเตรียมความพร้อมตั้งแต่ยังเป็นนักศึกษาครู โดย ทอมป์สัน ชาร์ลส์ เทพลิน และเชน (Thompson. 1985, Charles. 1988, Taplin; & Chan. 2001) กล่าวว่า การเปิดโปรแกรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาครูจะสามารถช่วยให้นักศึกษาครูกลายเป็นผู้แก้ปัญหาที่ดีและเป็นครูที่สอนการแก้ปัญหาได้ดีในอนาคต อีกทั้งบราวน์ และวอลเทอร์ (Brown; & Walter. 2005) ซึ่งท่านทั้งสองเป็นอาจารย์สอนรายวิชาการตั้งปัญหาให้แก่นักศึกษาครูคณิตศาสตร์มาหลายสิบปีใน

ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่านักศึกษาคูสามารถเรียนรู้และพัฒนาการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีด้วยตนเอง ซึ่งนักศึกษาคูจะรู้ซึ่งและเข้าใจได้ดีว่าการตั้งปัญหาต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไม่จำเป็นที่จะต้องอาศัยแต่เพียงการป้อนจากครูผู้สอนหรืออาศัยจากหนังสือตำราเรียนเท่านั้น ทั้งนี้ผู้เรียนสามารถจะเป็นผู้ตั้งปัญหาที่ตัวเองได้และแก้ปัญหาที่ตนสร้างขึ้นมาเองได้อย่างมีความหมาย นอกจากนี้สมาคมคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM) ได้แนะนำครูผู้สอนคณิตศาสตร์ไว้ด้วยว่า ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตั้งปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนดให้ และตั้งปัญหาใหม่จากการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขของปัญหาเดิมที่กำหนดให้ (NCTM. 1991) และครูผู้สอนควรถามผู้เรียนเป็นประจำเพื่อให้เกิดการตั้งปัญหาที่น่าสนใจจากสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์หรือไม่เกี่ยวข้องก็ได้ (NCTM. 2000)

ผู้วิจัยในฐานะเป็นอาจารย์ผู้สอนนักศึกษาคูคณิตศาสตร์อยู่ในมหาวิทยาลัยได้สำรวจสภาพปัญหาเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า นักศึกษาคูยังขาดความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังขาดประสบการณ์ในการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน และวิตกกังวลต่อการวางแผนการสอน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ พบว่า การจัดกิจกรรมให้ความรู้กับนักศึกษาคูเกี่ยวกับแนวคิดที่สำคัญในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนแนวคิดที่สำคัญทางการเรียนการสอน รวมถึงการจัดประสบการณ์ให้กับนักศึกษาคูในการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยใช้การติดตามช่วยเหลือและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดจากอาจารย์พี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ และเพื่อนนักศึกษาคู ตามหลักการและกระบวนการของ 'การศึกษาผ่านบทเรียน' (Lesson study) น่าจะสามารถช่วยเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาคูได้ โดย "ความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา" ในที่นี้แบ่งออกเป็น 2 ด้านหลัก ประกอบด้วย 1) ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องการสอน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคู และความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคู และ 2) ความสามารถเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคู และความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคู

ผู้วิจัยสนใจพัฒนารูปแบบ (Model) ที่ต้องอาศัยการจัดวางกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับนักศึกษาคูเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งรูปแบบดังกล่าว แบ่งระยะในการดำเนินกิจกรรมเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน (กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาคู) ประกอบด้วย 1) การสำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคู 2) การปรับพื้นฐานและเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคู และ 3) การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคู และระยะที่

2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study) เพื่อจัดประสบการณ์ให้กับนักศึกษาครูในการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนตามหลักการและกระบวนการของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ โดยให้นักศึกษาครูได้ตรวจสอบ การปฏิบัติการสอนของตนเองอย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนาไปสู่ครูผู้สอนที่มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต กระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ 1) นักศึกษาครูร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบในการปฏิบัติการสอน การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา 2) นักศึกษาครูร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียด 3) ตัวแทน นักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้ เพื่อนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิ เข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน 4) นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ 5) นักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุงแผน การสอน 6) ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว (ทดลองสอนกับ นักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม) เพื่อนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วม สังเกตการสอนในห้องเรียน 7) นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ นักศึกษาครูปรับปรุงแผนการสอน ให้สมบูรณ์ และ 8) นักศึกษาครูสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์สอนตามกระบวนการของการศึกษา ผ่านบทเรียน

ด้วยเหตุผลและความเป็นมาทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบเพื่อ เสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู พร้อมทั้งตรวจสอบว่ารูปแบบที่ได้มีลักษณะอย่างไร และประสิทธิผลของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นเป็นอย่างไร ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการเตรียมนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรีให้มีความสามารถในการ สอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรฝึกหัดครู คณิตศาสตร์ เป็นแนวทางในการอบรมครูประจำการเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการ แก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้าง ความสามารถทางการสอนในเรื่องอื่นๆ หรือในสาขาวิชาอื่นๆ สำหรับอาจารย์ผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้อง กับการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาต่อไป

คำถามการวิจัย

1. รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูควรมีลักษณะอย่างไร
2. ประสิทธิผลของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นเป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ

1. พัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู
2. ศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้ ในด้านต่อไปนี้
 - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
 - 2.2 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
 - 2.3 ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
 - 2.4 ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. ได้รูปแบบที่สามารถนำไปใช้ในการเตรียมนักศึกษาคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรีให้มีความสามารถในการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. เป็นแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรฝึกหัดครูคณิตศาสตร์
3. ได้รูปแบบที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการอบรมครูประจำการเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนในเรื่องอื่นๆ หรือในสาขาวิชาอื่นๆ สำหรับอาจารย์ผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

นักศึกษาคูกรุ่นเป้าหมาย

นักศึกษาคูกรุ่นเป้าหมายเป็นนักศึกษาครูที่ผู้วิจัยเลือกมาเพื่อทดลองใช้รูปแบบ ได้แก่ นักศึกษาคูคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรี หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) ชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพศึกษาศาสตร์ (ปฏิบัติการสอน) อยู่ในโรงเรียน ในปีการศึกษา 2552 ทั้งนี้มีรายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาคูดังนี้

1. การดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน (กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู) ใช้นักศึกษาครูที่อาสาสมัครเข้ามาจำนวน 12 คน โดยให้เป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2. การดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study) ใช้นักศึกษาครูจำนวน 4 คน ที่ผ่านกิจกรรมในระยะที่ 1 โดยให้เป็นกลุ่มนักศึกษาครูที่ฝึกสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเดียวกันและในระดับชั้นเดียวกันตามกระบวนการของ 'การศึกษาผ่านบทเรียน' (นักศึกษาครูที่ผ่านกิจกรรมในระยะที่ 1 ทั้งสิบสองคน เป็นผู้เลือกโรงเรียนและระดับชั้นที่จะฝึกสอนด้วยตนเอง) และเป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่กลุ่มนักศึกษาครูทั้งสี่คนใช้ในการทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนามของการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 2 ซึ่งได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนห้องเรียนละ 40 คน ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2552 ทั้งนี้เหตุผลที่ใช้นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 2 ห้องเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนห้องเรียนหนึ่งเป็นห้องเรียนสำหรับกลุ่มนักศึกษาครูใช้ทดลองสอนในครั้งแรก และนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งสำหรับกลุ่มนักศึกษาครูใช้ทดลองสอนซ้ำอีกครั้งหนึ่งเป็นครั้งที่สอง

ระยะเวลาในการนำรูปแบบไปทดลองใช้

1. การดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน (กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู) ใช้ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ในเดือนกันยายน 2552

2. การดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study) ใช้ระยะเวลา 3 เดือน ในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2552 และเดือนมกราคม 2553

ขอบเขตของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นปัญหาที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems)

ตัวแปรของการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระมี 1 ตัวแปร ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

2. ตัวแปรตาม มี 4 ตัวแปร ได้แก่

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2.2 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2.3 ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2.4 ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง สถานการณ์ที่มีข้อความเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องการให้ค้นหาคำตอบ โดยที่ผู้แก้ปัญหาไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้มาซึ่งคำตอบของคำถามจากสถานการณ์นั้นในทันทีทันใด

2. **การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ใช้ความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. **การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง กระบวนการในการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการวิจัยครั้งนี้กำหนดเป็น 2 แนวทาง คือ

1) การสร้างปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และ

2) การสร้างปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว

4. **ความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักศึกษาครูเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ด้านหลัก ประกอบด้วย

1) ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องที่สอน ได้แก่

1.1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

1.2) ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2) ความสามารถเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ได้แก่

2.1) ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2.2) ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู หมายถึง

ความสามารถในด้านการทำความเข้าใจปัญหา การเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม การแสดงเหตุผลและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจน ถูกต้อง ซึ่งประเมินจากการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยที่ 1 ทั้งจากคะแนนเก็บระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู จำนวน 2 ฉบับ (พิจารณาคะแนนเฉพาะส่วนที่เป็นการแก้ปัญหา) ทั้งนี้ได้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปrikแบบองค์รวมเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อยมากหรือไม่พยายาม ระดับ 2: น้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: มาก และระดับ 5: ยอดเยี่ยม

6. ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู หมายถึง

ความสามารถในการสร้างปัญหาให้เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย เป็นปัญหาปลายเปิด และเป็นปัญหาในชีวิตจริง ปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ทำทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประเมินจากการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยที่ 1 ทั้งจากคะแนนเก็บระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมเกี่ยวกับการตั้งปัญหา และจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู จำนวน 2 ฉบับ (พิจารณาคะแนนเฉพาะส่วนที่เป็นการตั้งปัญหา) ทั้งนี้ได้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปrikแบบองค์รวมเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อยมากหรือไม่พยายาม ระดับ 2: น้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: มาก และระดับ 5: ยอดเยี่ยม

7. ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู หมายถึง

ความสามารถของกลุ่มนักศึกษาครูในการออกแบบและเขียนแผนการสอนที่รอบคอบ ชัดเจน เรียงลำดับเนื้อหา กิจกรรม และแบ่งเวลาได้อย่างเหมาะสม ส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหาและตั้งปัญหาให้กับนักเรียน ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการสื่อสารความคิด กำหนดสื่อการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ กำหนดปัญหา งาน หรือกิจกรรมได้อย่างทำทายน่าสนใจ และกำหนดวิธีการวัดผลและประเมินผลได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยประเมินจากการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยที่ 2 จากแบบประเมินความสามารถในการวางแผน การสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อยมาก ระดับ 2: น้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: มาก และระดับ 5: ยอดเยี่ยม จำนวน 10 ตัวชี้วัด

8. ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู หมายถึง

ความสามารถของนักศึกษาครูในการสอนที่พิจารณาถึงการนำเข้าสู่บทเรียน วิธีสอน และกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหาและตั้งปัญหา เสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ทำทายและส่งเสริมให้นักเรียนคิดตั้งปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง เน้นการพัฒนาทางปัญญาและการวิจารณ์ที่สร้างสรรค์ กระตุ้นให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา ตั้งปัญหา แสดงความคิดเห็น สร้างคำถาม คาดเดาหรือนำเสนอแนวคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

จัดการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เหมาะสมกับเวลา ส่งเสริมให้เกิดการสื่อสารความคิด ใช้คำถามเพื่อสำรวจ ทำทนาย และพัฒนาแนวคิดของนักเรียน ใช้สื่อการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ และใช้การประเมินผลระหว่างปฏิบัติการสอนเพื่อปรับเปลี่ยนวิธีการสอนที่นำไปสู่ความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน โดยประเมินจากการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 2 จากแบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อยมาก ระดับ 2: น้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: มาก และระดับ 5: ยอดเยี่ยม จำนวน 20 ตัวชี้วัด

9. รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ในที่นี้เรียกอย่างย่อว่า ‘รูปแบบ’) หมายถึง แนวทางหรือกระบวนการในการเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยรูปแบบประกอบด้วยระยะในการดำเนินกิจกรรม 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน (กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู) ประกอบด้วย 1) การสำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู 2) การปรับพื้นฐานและเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และ 3) การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study) เพื่อจัดประสบการณ์ให้กับนักศึกษาครูในการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนตามหลักการและกระบวนการของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ โดยให้นักศึกษาครูได้ตรวจสอบการปฏิบัติการสอนของตนเองอย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนาไปสู่ครูผู้สอนที่มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต กระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ 1) นักศึกษาครูร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา 2) นักศึกษาครูร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียด 3) ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้ เพื่อนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน 4) นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ 5) นักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุงแผนการสอน 6) ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว (ทดลองสอนกับนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม) เพื่อนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน 7) นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ นักศึกษาครูปรับปรุงแผนการสอนให้สมบูรณ์ และ 8) นักศึกษาครูสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์สอนตามกระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน

10. การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง

กระบวนการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ (ฉบับร่าง) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนนำไปทดลองใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินโดยใช้แบบประเมินซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อย ระดับ 2: ค่อนข้างน้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: ค่อนข้างมาก และระดับ 5: มาก จำนวน 10 รายการ ซึ่งเกณฑ์การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยครั้งนี้ คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของผลการประเมินในแต่ละรายการโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งห้าคน ตั้งแต่ 3.51 (เหมาะสมค่อนข้างมาก) ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินในแต่ละรายการไม่เกิน 1.00 ถือว่ารูปแบบมีความเหมาะสมผ่านเกณฑ์

11. ประสิทธิภาพของรูปแบบ หมายถึง ผลจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้ ซึ่งพิจารณา

จาก 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู 2) ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู 3) ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และ 4) ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ทั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ความสามารถของนักศึกษาครูในแต่ละด้านไว้ดังนี้

1) ถ้านักศึกษาครู (รายบุคคล) ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป ถือว่านักศึกษาครูคนนั้นมีความสามารถผ่านเกณฑ์

2) ถ้านักศึกษาครู (รายบุคคล) ได้คะแนนความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป ถือว่านักศึกษาครูคนนั้นมีความสามารถผ่านเกณฑ์

3) ถ้านักศึกษาครู (รายกลุ่ม) ได้คะแนนความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัดอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินแต่ละครั้งในแต่ละตัวชี้วัดไม่เกิน 1.00 ถือว่านักศึกษาครูมีความสามารถผ่านเกณฑ์

4) ถ้านักศึกษาครู (รายบุคคล) ได้คะแนนความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัดอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินแต่ละครั้งในแต่ละตัวชี้วัดไม่เกิน 1.00 ถือว่านักศึกษาครูคนนั้นมีความสามารถผ่านเกณฑ์

ข้อตกลงเบื้องต้น

นักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมาย เป็นนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 (หลักสูตร 5 ปี) ซึ่งต้องทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโรงเรียนเป็นเวลา 1 ปีการศึกษา ได้ผ่านการเรียนและสอบผ่านในรายวิชาที่เป็นพื้นฐานต่อไปนี้แล้วในชั้นปีที่ 1 – 4 ได้แก่

- 1) หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์
(158221: Curriculum and Mathematics Instruction)
- 2) หลักและวิธีสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา
(158321: Principles and Methods of Teaching Mathematics at the Elementary and Secondary Levels)
- 3) การสร้างสื่อการสอนคณิตศาสตร์
(158331: Media Construction in Teaching Mathematics)
- 4) การวัดผลและประเมินผลทางคณิตศาสตร์
(158351: Measurement and Evaluation in Mathematics)
- 5) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
(158421: Mathematical Problem Solving)

ดังนั้นนักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมายจึงได้เรียนรู้และมีความรู้ความสามารถระดับหนึ่งแล้วในหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และหลักปฏิบัติทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู” ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัย โดยเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1: แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. แนวคิดทั่วไปของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
 - 1.1 ความสำคัญของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
 - 1.2 ลักษณะและประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 กระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
 - 1.4 เทคนิคการตั้งปัญหา
2. แนวคิดเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
 - 2.1 การสอนการแก้ปัญหา
 - 2.2 การสอนการตั้งปัญหา
3. แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
 - 3.1 การประเมินผลการแก้ปัญหา
 - 3.2 การประเมินผลการตั้งปัญหา

ตอนที่ 2: แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมสำคัญที่ใช้เสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู

1. การประเมินตนเอง (Self assessment)
2. การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems)
3. การฝึกการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4. การฝึกการรู้คิด (Metacognition)
5. การอภิปรายจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอน
6. การฝึกปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
7. การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching)
8. การเขียนแผนผังความคิด (Mind map)

ตอนที่ 3: แนวคิดเกี่ยวกับ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ (Lesson study)

ตอนที่ 4: แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

รายละเอียดในประเด็นที่กล่าวมามีดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

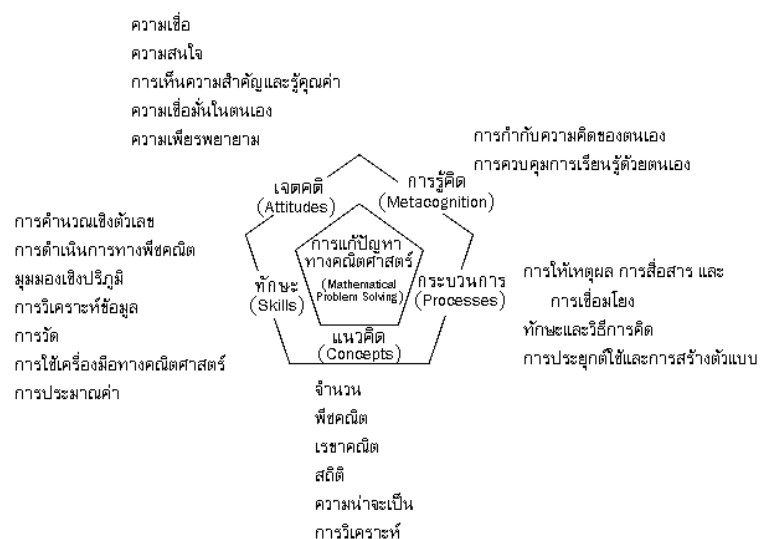
1. แนวคิดทั่วไปของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

1.1 ความสำคัญของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

“การแก้ปัญหาคควรเป็นจุดเน้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์และควรเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์รวมถึงเป็นส่วนที่บูรณาการกิจกรรมทั้งหมดทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาไม่ใช่เป็นหัวข้อเรื่องทางคณิตศาสตร์ที่แยกออกมา แต่ควรเป็นกระบวนการที่สอดแทรกอยู่ในหลักสูตรที่มีการจัดสภาพการเรียนรู้ให้นักเรียนได้รับทั้งแนวคิด (Concepts) และทักษะต่างๆ ทางคณิตศาสตร์” (NCTM. 1989: 23) ข้อความดังกล่าวข้างต้นอยู่ในหลักการและมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกาที่เน้นย้ำถึงบทบาทของการแก้ปัญหาในหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียน และมักสอดคล้องกับหลักการในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนแทบทุกประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วย โดยในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของไทยได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา (อยู่ในมาตรฐาน ค 6.1) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคนที่อยู่ในด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สาระที่ 6) (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 90-91)

ความสามารถในการแก้ปัญหาคือหัวใจของคณิตศาสตร์ ทั้งนี้หากเราพิจารณาถึงกรอบหลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศที่มีผลการทดสอบระดับนานาชาติของนักเรียนอยู่ในชั้นแนวหน้า เช่น ประเทศสิงคโปร์ ดังภาพประกอบ 1 (Ng Swee Fong. 2007: 17; อ้างอิงจาก Curriculum Planning and Development Division (CPDD). 2006. *Mathematics Syllabus-Primary 2007*. Singapore: Ministry of Education) จะพบว่าหลักสูตรคณิตศาสตร์ของสิงคโปร์มีเป้าหมายหลักที่เรียกว่าเป็นแกนกลาง (Core) ของหลักสูตรคือการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคของนักเรียนในสถานการณ์ที่หลากหลายซึ่งประกอบด้วยปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems)

จากภาพประกอบ 1 จะเห็นว่าหลักสูตรคณิตศาสตร์ของสิงคโปร์ให้ความสำคัญอย่างมากกับการแก้ปัญหาคทางคณิตศาสตร์โดยจัดไว้อยู่ใจกลางของกรอบหลักสูตร ซึ่งการแก้ปัญหาคจะประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สัมพันธ์กันทั้งห้าด้าน คือ 1) แนวคิด (Concepts) ซึ่งเป็นพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาคทางคณิตศาสตร์ 2) ทักษะ (Skills) โดยนักเรียนสามารถใช้ทักษะต่างๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อกันเพื่อการแก้ปัญหาค 3) กระบวนการ (Processes) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียนต่อการแก้ปัญหาค 4) การรู้คิด (Metacognition) ซึ่งเป็นความสามารถของนักเรียนในการกำกับความคิดและควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และ 5) เจตคติ (Attitudes) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ควรเกิดขึ้นในตัวนักเรียน



ภาพประกอบ 1 กรอบหลักสูตรคณิตศาสตร์ในประเทศสิงคโปร์

ที่มา: Ng Swee Fong. (2007). The Singapore Primary Mathematics Curriculum
In *Teaching Primary School Mathematics: A Resource Book*. Lee Peng Yee. p.17.

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายที่แตกต่างกันออกไปของคำว่า “การแก้ปัญหา” ในวิชาคณิตศาสตร์ แต่หลักใหญ่ใจความแล้วพบว่าสิ่งที่ตรงกันคือ การแก้ปัญหาก็เป็นวิธีการของการได้มาซึ่งคำตอบเมื่อต้องเผชิญกับปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็ต้องอาศัยแนวคิด ทักษะ และกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ออกมาใช้ในการแก้ปัญหา (Polya. 1980: 1, Krulik; & Rudnick. 1995: 3) ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาก็ควรควรหยิบยื่นให้กับนักเรียนควรประกอบด้วยทั้งการแก้ปัญหาหลายๆ ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาก็เหมือนกัน และการแก้ปัญหาก็เหมือนกันด้วยการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาก็หลายๆ ยุทธวิธีที่แตกต่างกัน การแก้ปัญหาก็ไม่ควรใช้วิธีเหมือนกับการให้ทำแบบฝึกหัดที่ทำซ้ำๆ ด้วยปัญหาประเภทเดิมๆ ที่ใช้วิธีการแก้แบบเดิมๆ เพียงแบบเดียว แต่ควรใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยสำหรับใช้ประเมินหรือสะท้อนความสามารถต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวนักเรียนผ่านวิธีการแก้ปัญหาก็หลากหลายและคำตอบต่างๆ ของนักเรียน (Foong Pui Yee. 2007: 54-55)

แน่นอนว่าการแก้ปัญหาก็เป็นกระบวนการสำคัญที่ควรได้รับการเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เป็นทักษะติดตัวนักเรียน แต่นักคณิตศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงทั้งหลายต่างเห็นพ้องต้องกันมานานแล้วว่า การมองเห็นปัญหาหรือการตั้งปัญหาด้วยตนเองนั้นสำคัญยิ่งกว่าการแก้ปัญหาก็เสียอีก (สสวท. 2550ก: 131) ยกตัวอย่างเช่น ถ้า เซอร์ ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton, ช่วง ค.ศ.1643-1727) ทำเฉยเมยไม่คิดว่าการที่ลูกแอปเปิลตกลงบนพื้นดินนั้นเป็นปัญหาแล้ว ความรู้เรื่องแรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดของโลกก็อาจจะไม่เกิดขึ้น หรือถ้านักคณิตศาสตร์ในสมัยก่อนเลยไม่ได้สนใจว่าการพิสูจน์สัจพจน์ที่ 5 ของยูคลิดสามารถทำได้หรือไม่นั้นเป็นปัญหาแล้ว เรขาคณิต

นอกแบบยูคลิด (Non-Euclidean Geometry) ก็อาจจะไม่เกิดขึ้น หรือถ้า เลออนฮาร์ด ออยเลอร์ (Leonhard Euler, ช่วง ค.ศ.1707-1783) เพิกเฉยต่อสถานการณ์ที่ว่าการเดินผ่านสะพานโคนิกส์เบิร์ก (Konigsberg Bridges) ให้ครบทั้งเจ็ดสะพานโดยไม่ให้ซ้ำเส้นทางเดิมและกลับมายังจุดเริ่มต้นทำได้หรือไม่ นั่นเป็นปัญหาแล้ว ความรู้เรื่องทฤษฎีข่ายงาน (Network theory) ก็อาจจะไม่เกิดขึ้น เป็นต้น

จากผลงานการวิจัยของนักการศึกษาคณิตศาสตร์พบว่าประสบการณ์ในการตั้งปัญหาของนักเรียนสามารถส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ รวมทั้งยังสร้างความตื่นตัวและก่อให้เกิดแรงกระตุ้นต่อการเรียนการสอนด้วย (English. 1998) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อิงลิชได้ยืนยันว่าการตั้งปัญหาช่วยพัฒนาการคิด ทักษะการแก้ปัญหา เจตคติและความมั่นใจในการทำคณิตศาสตร์ รวมทั้งยังช่วยขยายความเข้าใจที่กว้างขึ้นในแนวคิด (Concepts) ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ ไวติน (Whitin. 2004: 129) ยังกล่าวด้วยว่าการตั้งปัญหาอย่างอิสระด้วยตัวของนักเรียนเองเป็นการพัฒนาความคิดทางสติปัญญาและการสืบสวนสอบสวนโดยใช้ความคิดเพื่อถามคำถามต่างๆ อย่างมีหลักการและเหตุผล คำถามต่างๆ เหล่านั้นเป็นผลมาจากข้อความคาดการณ์ที่ผู้ตั้งปัญหาคิดสร้างขึ้นมา ซึ่งสามารถท้าทายความคิดและขยายขอบเขตการสำรวจทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

นักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านมองว่าการแก้ปัญหาเป็นการตั้งปัญหาเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้งนี้ โพลยา (Polya. 1954) ได้กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหานั้น การตั้งปัญหานั้นเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญและเป็นส่วนที่แยกออกจากกันไม่ได้จากการแก้ปัญหา สอดคล้องกับแนวคิดของอิงลิช (English. 1998) ที่เสนอความคิดเห็นว่าการแก้ปัญหานั้นมักจะมาคู่กันกับการตั้งปัญหา อยู่เสมอซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยการตั้งปัญหามีความหมายรวมถึงการสร้างปัญหาใหม่ๆ ขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือเป็นการสร้างปัญหาโดยการปรับขยายเงื่อนไขของปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วซึ่งปัญหาที่สร้างยังคงสัมพันธ์กับปัญหาเดิมอยู่ก็ได้ นอกจากนี้บราวน์ และวอลเทอร์ (Brown; & Walter. 2005: 1-3) มีแนวคิดว่าการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์อย่างลึกซึ้งกับการตั้งปัญหาในสองลักษณะคือ

1) การแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่ดีซึ่งต้องใช้การระดมทักษะต่างๆ มากมายในการแก้ปัญหา มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้การตั้งปัญหาที่ดีขึ้นมาก่อน

2) เมื่อเราแก้ปัญหาค้นพบคำตอบแล้วบางครั้งเราอาจจะยังไม่เข้าใจนัยสำคัญของสิ่งที่ได้ลงมือทำไปจนกว่าเราจะเริ่มสร้าง ขยาย และวิเคราะห์ปัญหาใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับปัญหาเดิม ทั้งนี้การตั้งปัญหาสามารถช่วยให้เราเข้าใจประเด็นเนื้อหาต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลงลึกมากขึ้น และยังช่วยให้เราค้นพบประเด็นความรู้ใหม่ๆ เพิ่มเติมขึ้นมาอีกด้วย

ผลการวิจัยเชิงสังเคราะห์ของซิลเวอร์ (Silver. 1994: 19-28) ในปี ค.ศ.1994 ที่แสดงถึงการผนวกกันระหว่างการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการสอนและการเรียนรู้ พบว่า การตั้งปัญหาสามารถช่วยปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ ซึ่งส่วนนี้ถือได้ว่าเราใช้การตั้งปัญหาเป็นยุทธวิธีการสอนแบบหนึ่งที่จะช่วยปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหของ

นักเรียน และในปี ค.ศ.1995 รุดนิตสกีและคณะ (Rudnitsky A.; et al. 1995) ได้ทำการวิจัยทดลองกับนักเรียนเกรด 3 และ 4 โดยให้นักเรียนเขียนปัญหาต่างๆ ในเรื่องการบวกและการลบด้วยตนเอง พบว่ามีการปรับปรุงที่ดีขึ้นเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนของกลุ่มทดลอง ซึ่งทำให้คิดว่าเด็กกำลังสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นและสามารถที่สร้างความรู้ใหม่ๆ ผ่านประสบการณ์ของตนเองและปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวได้

งานวิจัยทดลองกับนักเรียนอายุ 15 ปี ในปี ค.ศ.1985 ของเฟอร์กูสันและแฟร์เบิร์น (Ferguson; & Fairburn. 1985: 504-507) พบในทำนองเดียวกันว่ามีการปรับปรุงที่ดีขึ้นเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในกลุ่มทดลองหลังจากที่นักเรียนได้ผ่านการเรียนรู้โดยใช้การตั้งปัญหามาแล้วเป็นเวลากว่า 6 เดือน และจากการวิจัยทดลองในปี ค.ศ.1982 ของเวิร์ทซ์และคาห์น (Wirtz; & Kahn. 1982: 48-50) กับนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงเกรด 6 จากหลายๆ โรงเรียน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ใช้เพียงปัญหาต่างๆ จากหนังสือตำราเรียนเท่านั้น

กลุ่มที่ 2 ไม่ได้ใช้การเรียนการสอนทั้งหมดในการแก้ปัญหา

กลุ่มที่ 3 ใช้การเรียนการสอนแบบการตั้งปัญหา

เมื่อให้ทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบมาตรฐานกับนักเรียนทั้งสามกลุ่ม ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ 3 มีคะแนนที่ดีกว่าอีกสองกลุ่มอย่างเห็นได้ชัด

จากการวิจัยทดลองในปี ค.ศ.1999 ของดิกเคอร์สัน (Dickerson. 1999) โดยได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ของผลการเรียนการสอนทั้งหมดหาวิธี ที่จะปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาของนักเรียน ผลปรากฏว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การตั้งปัญหากับนักเรียนที่ได้รับการสอนที่ไม่ใช่การตั้งปัญหา ซึ่งสนับสนุนว่าการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาจะให้ผลที่ดีกว่า

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษาครูก่อนออกไปปฏิบัติการสอน โดยปรับพื้นฐานและเสริมสร้างให้นักศึกษาครูมีความรู้และเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหากับการตั้งปัญหา ผู้วิจัยได้สอดแทรกความรู้เพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจความหมาย ความสัมพันธ์ คุณค่า และเห็นประโยชน์ของการแก้ปัญหากับการตั้งปัญหาจากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระยที่ 1

1.2 ลักษณะและประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านได้ชี้ให้เห็นความแตกต่างของงานทางคณิตศาสตร์ระหว่างปัญหาที่แท้จริง (Real problem-solving tasks) กับปัญหาที่คุ้นเคย (Routine problem sums) โดยให้ความหมายของปัญหาที่คุ้นเคยว่าเป็นปัญหาในระดับต่ำซึ่งมีไว้เพื่อฝึกฝนแค่ในชั้นความรู้ความจำเป็นหลัก หรือถ้าพิจารณาในเชิงกระบวนการก็เป็นแบบฝึกหัดที่ต้องการขั้นตอนวิธีแก้แบบตรงไปตรงมาก็ได้คำตอบ แต่สำหรับปัญหาที่แท้จริงนั้น เป็นปัญหาที่ต้องการกระบวนการทางสติปัญญาในขั้นสูงกว่าซึ่งมีลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้ (Foong Pui Yee. 2007: 55)

- 1) เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนและไม่ใช้การคิดตามขั้นตอนวิธี (Non-algorithm thinking)
- 2) เป็นปัญหาที่เน้นการวิเคราะห์งานและใช้ยุทธวิธีต่างๆ อย่างเป็นกระบวนการ
- 3) เป็นปัญหาที่ส่งเสริมการสำรวจแนวคิด (Concepts) กระบวนการ หรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์
- 4) เป็นปัญหาเชิงสถานการณ์ที่ท้าทาย น่าสนใจ และกระตุ้นเร้าให้เกิดความพยายามที่จะค้นหาคำตอบ

ผู้วิจัยได้ศึกษาการแบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การแบ่งแบบต่างๆ ซึ่งพบว่านักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้แบ่งประเภทไว้ สรุปได้ดังตาราง 1 ต่อไปนี้

ตาราง 1 การแบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การแบ่งแบบต่างๆ

เกณฑ์การแบ่งประเภทของปัญหา	ประเภทของปัญหา	ลักษณะของปัญหา
❶ เมื่อพิจารณาจาก "ผู้แก้ปัญหา" เป็นหลัก แบ่งได้เป็น 2 ประเภท (Reys; et al. 2004: 115-117)	1) ปัญหาที่คุ้นเคย (Routine problems)	พบเห็นได้บ่อยๆ ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไป ปัญหาเกี่ยวข้องกับกระบวนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเป็นเรื่องราว เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างของปัญหาไม่ซับซ้อนมากนัก และคล้ายกับตัวอย่างหรือปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์ในการแก้มาแล้ว
	2) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems)	มีโครงสร้างซับซ้อน และเป็นปัญหาแปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหามustใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการต่างๆ และประสบการณ์หลายอย่างประมวลเข้าด้วยกันเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา
❷ เมื่อพิจารณาจาก "จุดมุ่งหมายของปัญหา" แบ่งได้เป็น 2 ประเภท (Polya. 1957: 23-29)	1) ปัญหาให้ค้นหา (Problems to find an answer)	ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ วิธีการ หรือคำอธิบายให้เหตุผล
	2) ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to prove)	เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ
❸ เมื่อพิจารณาจาก "ลักษณะเฉพาะของปัญหา" แบ่งได้เป็น 6 ประเภท	1) ปัญหาขั้นตอนเดียว (One-step problems)	เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามustแปลงสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การคูณ หรือการหาร ปัญหาประเภทนี้มักพบในการเรียนการสอนตามปกติ ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้ในปัญหาลักษณะเดียวนี้คือการเลือกการดำเนินการ (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 11)

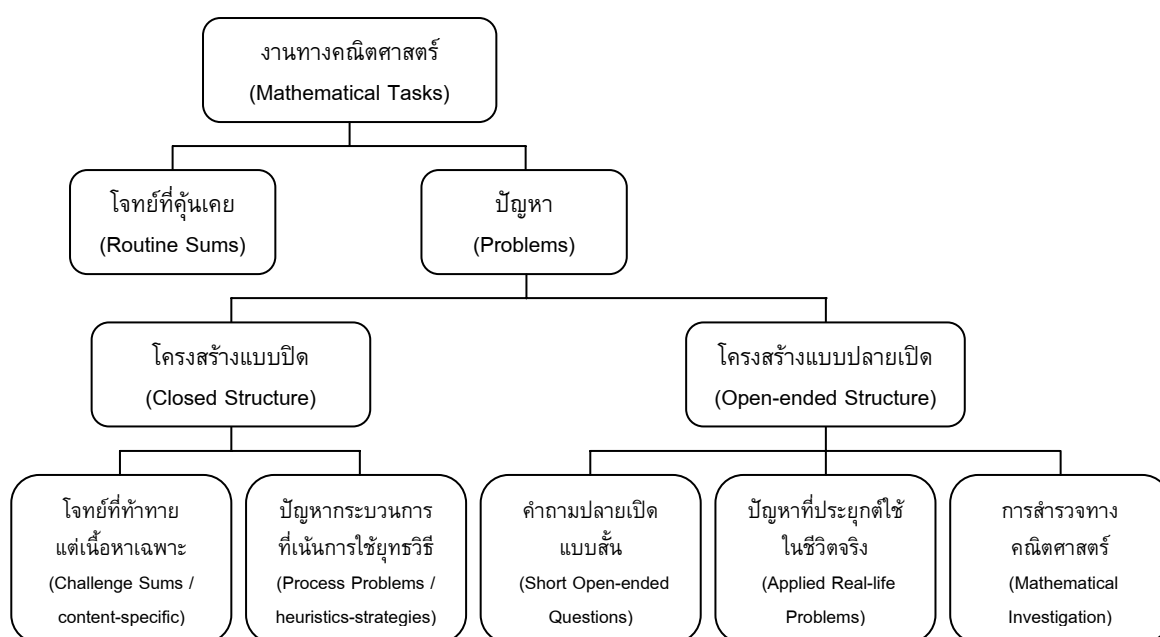
ตาราง 1 (ต่อ)

เกณฑ์การแบ่งประเภทของปัญหา	ประเภทของปัญหา	ลักษณะของปัญหา
	2) ปัญหาหลายขั้นตอน (Multiple-step problems)	เป็นปัญหาที่มีความแตกต่างกับปัญหาขั้นตอนเดียวตรงที่จำนวนของการดำเนินการที่จำเป็นในการหาคำตอบมีมากกว่าหนึ่งตัว ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้ในปัญหาหลายขั้นตอนคือการเลือกการดำเนินการ (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 12)
	3) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems)	เป็นปัญหาที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบเปิดกว้าง หรือมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบได้หลายวิธี เรามักพบปัญหาปลายเปิดได้โดยทั่วไปในการสอนในชั้นเรียนตามปกติเมื่อผู้สอนใช้ถามนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความหลากหลายของวิธีการหรือแนวทางเข้าสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด (NCTM. 1989: 210)
	4) ปัญหากระบวนการ (Process problems)	เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์โดยการเลือกการดำเนินการได้ทันที แต่จะต้องใช้กระบวนการต่างๆ ช่วย เช่น การทำปัญหาให้ง่ายลง การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ การเขียนภาพหรือแผนภาพ การเขียนตัวแบบหรือกราฟแทนปัญหา เป็นต้น การแก้ปัญหามีประเภทนี้ต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ เช่น การประมาณคำตอบ การเดาและตรวจสอบ การสร้างตาราง การค้นหาแบบรูป การทำย้อนกลับ เป็นต้น ซึ่งปัญหากระบวนการปัญหาหนึ่งอาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหได้หลายแบบ (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 12)
	5) ปัญหาเชิงประยุกต์ (Applied problems) หรือ ปัญหาเชิงสถานการณ์ (Situational problems) หรือ ปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems)	เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามustใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งต้องใช้วิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูลทั้งที่กำหนดในปัญหาและอยู่นอกปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล เป็นต้น ปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่สามารถทำให้ผู้แก้ปัญหามองเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ได้ (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 13)

ตาราง 1 (ต่อ)

เกณฑ์การแบ่งประเภทของปัญหา	ประเภทของปัญหา	ลักษณะของปัญหา
	6) ปัญหาปริศนา (Puzzle problems)	มีลักษณะเป็นปัญหาที่ซ่อนสมมติฐานบางอย่างไว้หรือมีลักษณะเป็นลูกเล่นหรือกลอุบาย ซึ่งสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้โดยไม่จำเป็นต้องเน้นไปที่เนื้อหาคณิตศาสตร์เสมอไป บ่อยครั้งที่คำตอบต่างๆ ของปัญหาปริศนาต้องการให้นักเรียนมีมุมมองที่แตกต่างออกไปจากปัญหาแบบอื่นๆ โดยทั่วไป (Billstein; Libeskind; & Lott. 1997: 36)

นอกจากนี้ ฟุง เปย ยี (Foong Pui Yee. 2007: 56) ได้จัดแบ่งประเภทของงานและปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาถึงโครงสร้างของปัญหา มีลักษณะดังภาพประกอบ 2 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 การแบ่งประเภทของงานและปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาถึงโครงสร้างของปัญหา

ที่มา: Foong Pui Yee. (2007). Problem Solving in Mathematics. In *Teaching Primary School Mathematics: A Resource Book*. Lee Peng Yee. p.56.

จากภาพประกอบ 2 พบว่างานทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ “โจทย์ที่คุ้นเคย” (ในหนังสือเรียน) และ “ปัญหา” ทั้งนี้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่รวมเอาแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนที่ใช้เพื่อฝึกฝนตามขั้นตอนวิธีหรือฝึกทักษะอย่างเช่นในโจทย์ฝึกการคำนวณหรือในโจทย์ปัญหาหนึ่งหรือสองขั้นตอน ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งออกได้อีก 2 กลุ่ม คือ 1) ปัญหาที่มีโครงสร้างแบบปิด ซึ่งเป็นปัญหาที่มีคำตอบหรือวิธีการหาคำตอบที่แน่นอนชัดเจน ได้แก่ โจทย์ที่ทำหายแต่เนื้อหาเฉพาะ และปัญหากระบวนการที่เน้นการใช้ยุทธวิธี และ 2) ปัญหาที่มีโครงสร้างแบบปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหาที่มีคำตอบเปิดกว้างหรือมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบได้หลายวิธี ได้แก่ คำถามปลายเปิดแบบสั้น ปัญหาที่ประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง และการสำรวจทางคณิตศาสตร์

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการปรับปรุงพื้นฐานและเสริมสร้างให้นักศึกษาคูมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะและประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักศึกษาคูเข้าใจความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ มองเห็นลักษณะของปัญหาประเภทต่างๆ และลักษณะปัญหาที่ดีที่เจาะลึกแนวคิดของนักเรียน แปลกใหม่ เป็นปัญหาที่ดึงดูดความสนใจ ทำลายความสามารถของนักเรียน เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสถานการณ์จริง และใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย โดยใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems) จากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระบะที่ 1

1.3 กระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหาในที่นี้เปรียบเสมือนหลักการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างกว้างๆ ที่ใช้ได้กับแทบทุกปัญหา ส่วนยุทธวิธีการแก้ปัญหาคือเทคนิคพิเศษเฉพาะที่อาจนำไปใช้ได้กับบางประเภทของปัญหาตามความเหมาะสม

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ และนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya. 1957: 5-6) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญสี่ขั้นตอนที่เรียกว่ากระบวนการแก้ปัญหสี่ขั้นตอนของโพลยา ได้แก่

ขั้นที่ 1 : ทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 : วางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 : ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 : ตรวจสอบผล

สิ่งหนึ่งที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องกระทำเมื่อเผชิญกับปัญหาคือการเลือกและใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ในการแก้ปัญหานี้ๆ นอกจากผู้แก้ปัญหจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาคือแล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหา ถ้าผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับยุทธวิธีการแก้ปัญหต่างๆ ที่เหมาะสมและหลากหลายแล้ว ผู้แก้ปัญหาก็จะสามารถคัดเลือกยุทธวิธีเหล่านั้นมาปรับใช้ได้ทันที โดยไม่ต้องเสียเวลาลองผิดลองถูกมากนัก ยุทธวิธีการแก้ปัญหาคือเป็นเครื่องมือที่สำคัญและ

สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีที่พบได้บ่อยในคณิตศาสตร์ (Billstein; Libeskind; & Lott. 1997, Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 10) มีดังนี้

- 1) ลงมือปฏิบัติจริง
- 2) ใช้แผนภาพ/วาดตัวแบบ
- 3) แบ่งเป็นปัญหาย่อย/ทำปัญหาให้ง่ายลง
- 4) ค้นหาแบบรูป
- 5) แจกแจงรายการอย่างเป็นระบบ/สร้างตาราง
- 6) เดาและตรวจสอบ/ลองผิดลองถูก
- 7) ทำย้อนกลับ
- 8) เขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์/ใช้ตัวแปร
- 9) เปลี่ยนมุมมอง/นึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการปรับพื้นฐานและเสริมสร้างให้นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการลงมือแก้ปัญหาจากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระยที่ 1

1.4 เทคนิคการตั้งปัญหา

วิเชียร ไชยบัง (2551: 151-153) ครูใหญ่โรงเรียนลำปลายมาศพัฒนา จ.บุรีรัมย์ ได้กล่าวถึงเทคนิคการตั้งปัญหาหรือการสร้างคำถามที่เรียกว่า ‘คำถามกุญแจคิด’ (Key question) สำหรับใช้ฝึกทักษะการคิดของนักเรียน ซึ่งใช้ได้กับทุกๆ กลุ่มสาระการเรียนรู้ไว้ 13 เทคนิค ดังตาราง 2 ต่อไปนี้

ตาราง 2 เทคนิคการตั้งปัญหาหรือการสร้างคำถามของวิเชียร ไชยบัง

ชื่อเทคนิค	ตัวอย่าง
1. ให้คิดกลับ	- ห้าสิบอย่างที่เราไม่เห็นในแม่น้ำ - ยี่สิบอย่างที่แปรงสีพื้นทำไม่ได้แน่ๆ - หาวิธีอื่นที่แก้โจทย์นี้
2. ถ้า...แล้ว	- จะเป็นอย่างไรถ้าแม่น้ำหยุดไหล - จะเป็นอย่างไรถ้าไม่ใช้แปรงสีพื้น
3. หาข้อเสีย	- ข้อเสียของการมีรถยนต์ส่วนตัว - ข้อเสียของการใช้แปรงสีพื้น
4. หาสิ่งที่ร่วมกันหรือสัมพันธ์กัน	- แม่น้ำกับมนุษย์สัมพันธ์กันอย่างไร - จักรยานกับแปรงสีพื้นสัมพันธ์กันอย่างไร
5. จับคู่ตัวอักษรกับเรื่องราว	- ก. ไก่ ถึง ฮ. นกฮูก ควรจะคู่กับคำหรือวลีใดในแม่น้ำ เช่น ก กากของเสีย, ข ขยะ, ค คดเคี้ยว, ง งดงาม ฯลฯ

ตาราง 2 (ต่อ)

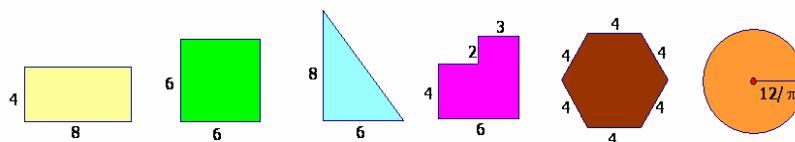
ชื่อเทคนิค	ตัวอย่าง
6. ต่อ ตัด เติม	- ต่อ ถ้าต่อกระเบาะของรถบรรทุกให้ยาวกว่านี้จะดีหรือไม่ดีอย่างไร - ตัด ให้ออกแบบเครื่องใช้ไฟฟ้าไร้สาย - เติม ถ้าใส่ล้อเล็กๆ ไว้กับแปรงสีฟันจะเป็นอย่างไร
7. สร้างทางเลือก	- มีวิธีดูแลรักษาแม่น้ำให้คงอยู่อย่างยาวนานได้อย่างไรบ้าง - เดินทางไปกรุงเทพฯ ได้อย่างไรบ้าง
8. ให้นึกภาพหรือทำนาย	- ให้นึกว่าอะไรต่างไปถ้าไม่มีแม่น้ำเจ้าพระยา - แปรงสีฟันในอนาคตจะเป็นอย่างไร
9. ประโยชน์ด้านอื่น	- ขยะขวดน้ำอัดลมพลาสติกเปล่าทำอะไรได้บ้าง - แปรงสีฟันทำอะไรได้บ้าง
10. นำขึ้นหรือไร้สาระ	- บ้านที่ไม่มีโครงสร้างจะเป็นอย่างไรหรือจะอย่างไร - เราจะทำให้ฝนตกได้ตามที่เราต้องการได้อย่างไร
11. หาคำถาม	- คำตอบคือ 'พลังงานทางเลือก' คำถามคืออะไร 5 คำถาม - คำตอบคือ 'แม่น้ำ' จะตั้งคำถามอย่างไร
12. สู้การแปลความหมาย	- ให้เหตุผลว่าทำไมตื่นขึ้นมาตอนเช้าจึงไม่เห็นทุกอย่างเป็นสีดำ - กินเค้กแล้วทำไมจึงมีรสหวาน
13. เห็น คิด ค้น	นำบางสิ่งให้เด็กดูและป้อนคำถาม - เห็นอะไร (ใช้ทักษะการสังเกต) - คิดว่ามันคืออะไร และทำไมจึงคิดว่ามันเป็นเช่นนั้น (Metacognition) - ค้นหาคำตอบได้อย่างไรหรือจากที่ใด

เทคนิคการตั้งปัญหาหรือการสร้างคำถามของวิเชียร ไชยบัง ดังตาราง 2 ดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงการสร้างสรรค์คำถามหรือปัญหาใหม่ๆ โดยเปลี่ยนมุมมองการคิดแบบเดิมๆ ออกไป

นักการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวว่าครูผู้สอนควรพยายามตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน ตั้งปัญหาที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน และดัดแปลงปัญหาปลายปิดหรือปัญหาที่คุ้นเคยให้เป็นปัญหาปลายเปิดหรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเพื่อฝึกการคิดและใช้ทักษะกระบวนการของนักเรียน ทั้งนี้ นักการศึกษา (Thomas Butts. 1980: 26-28, Brown; & Walter. 2005) ได้แนะนำเทคนิคการตั้งปัญหาสำหรับครูผู้สอนไว้บางประการ ได้แก่

1) การตั้งปัญหาแบบให้นักเรียนยกตัวอย่างจากเงื่อนไขที่กำหนดให้ เช่น ยกตัวอย่างของเศษส่วนแท้ที่มีค่ามากกว่า $\frac{3}{4}$ (คำตอบเช่น $\frac{4}{5}$) พหุนามที่มี 4 พจน์ และมีดีกรี 5 (คำตอบเช่น $2x^5 + 3x^3 - x + 1$) เหตุการณ์ที่มีความน่าจะเป็นเท่ากับ 1 (คำตอบเช่น ทอดลูกเต๋าหนึ่งลูกหนึ่งครั้งแล้วได้หน้าที่ยกมีแต้มน้อยกว่า 7) เป็นต้น

2) การตั้งปัญหาแบบให้ตัวอย่างปัญหาย่อยหลายๆ ปัญหา ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้สังเกตความสัมพันธ์ร่วมของแต่ละปัญหาย่อยๆ จนมองเห็นแบบรูป และนำ/ขยายไปสู่รูปทั่วไปได้ เช่น จงหาพื้นที่ของรูปต่างๆ ต่อไปนี้



นักเรียนมีข้อเสนอแนะอะไรหรือไม่ (เส้นรอบรูปของทุกรูปมีความยาวเท่ากัน แต่พื้นที่ของแต่ละรูปไม่เท่ากัน)

นักเรียนสังเกตเห็นอะไรหรือไม่ (รูปวงกลมมีพื้นที่มากที่สุด)

3) การตั้งปัญหาแบบใช้แนวทางตรงข้ามกับปัญหาที่คุ้นเคย เป็นการดัดแปลงปัญหาที่คุ้นเคยให้เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเพื่อฝึกการคิดและใช้ทักษะกระบวนการของนักเรียน พิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้

จงหารูปเรขาคณิตสามมิติ 3 รูปที่แต่ละรูปมีพื้นที่ผิวเท่ากับ 54 ตารางหน่วย (ดัดแปลงมาจากปัญหาที่คุ้นเคย คือ จงหาพื้นที่ผิวของลูกบาศก์ที่มีด้านยาวด้านละ 3 หน่วย)

จงเขียน 375 ในรูปผลบวกของจำนวนเต็มต่างๆ ที่เรียงกัน โดยเขียนให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (ดัดแปลงมาจากปัญหาที่คุ้นเคย คือ จงหาค่าของ $124 + 125 + 126$)

จงตั้งโจทย์ปัญหาการหารมาสัก 3 ปัญหาที่มีคำตอบแตกต่างกัน เพื่อแสดงถึงประโยค $38 \div 4 = \square$ โดยปัญหาข้อนี้ทำให้นักเรียนเห็นว่าคำตอบของปัญหาขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ปัญหาตามหลักความเป็นจริง ซึ่งนักเรียนต้องคิดวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ ยกตัวอย่างเช่น

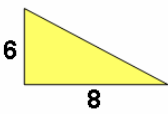
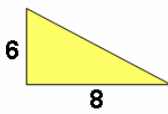
❶ ครูของโรงเรียนแห่งหนึ่งรวมทั้งหมด 38 คน ต้องการจะไปเที่ยวอุทยานด้วยกัน ถ้าหากจะไปด้วยรถเก๋ง ซึ่งรถเก๋งแต่ละคันนั่งได้ไม่เกิน 4 คน ต้องใช้รถทั้งหมดกี่คันจึงจะประหยัดที่สุด (10 คัน)

❷ สมชายซื้อลวดมาเส้นหนึ่งยาว 38 ฟุต เพื่อนำไปทำอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยต้องนำลวดมาตัดเป็นเส้นสั้นๆ ให้มีขนาดมาตรฐานเส้นละ 4 ฟุต สมชายจะได้ลวดเส้นสั้นๆ ขนาดมาตรฐานมากที่สุดกี่เส้น (9 เส้น)

❸ เอมีเงิน 38 บาท ต้องการแบ่งเงินให้น้อง 4 คน คนละเท่าๆ กัน จะต้องแบ่งเงินให้น้องคนละกี่บาท (9.50 บาท)

4) การตั้งปัญหาโดยการดัดแปลงปัญหาลายปิดให้เป็นปัญหาลายเปิด โจทย์ปัญหาที่เป็นแบบฝึกหัดซึ่งนักเรียนทำอยู่เป็นประจำที่เป็นปัญหาลายปิด ซึ่งมีคำตอบและวิธีการหาคำตอบอย่างเฉพาะเจาะจง สามารถพัฒนาปรับปรุงให้เป็นงานที่มีกระบวนการและท้าทายยิ่งขึ้นกว่าเดิมโดยปรับเปลี่ยนขยายให้เป็นปัญหาลายเปิด โดยมีวิธีการ เช่น ตัดเงื่อนไขบางประการออกไป การย้าย

คำถาม การเพิ่มข้อมูลที่ไม่จำเป็นเข้าไปในปัญหา เป็นต้น (NCTM. 1989: 210) พิจารณาตัวอย่างปัญหาในตารางต่อไปนี้

ปัญหาปลายปิด	ปัญหาปลายเปิด
• $3 \times 4 = \square$ • มีตุ๊กตา 12 ตัว จัดใส่ถุงถุงละ 3 ตัว จะจัดได้กี่ถุง • จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากต่อไปนี้ 	• จงหาจำนวนสองจำนวนที่คูณกันได้ 12 • มีตุ๊กตา 12 ตัว จัดใส่ถุงถุงละเท่าๆ กัน จะจัดได้กี่วิธี อย่างไรบ้าง • จงสร้างรูปสามเหลี่ยมรูปอื่นๆ ให้มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมข้างล่างนี้ 

5) การตั้งปัญหาโดยการปรับเปลี่ยนมุมมองหรือเงื่อนไข (What-if-not) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ บราวน์และวอลเทอร์ (Brown; & Walter. 2005) ได้แนะนำไว้ที่สามารถนำไปใช้ตั้งปัญหาได้ทั้งปัญหาที่เกิดจากการขยายปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว หรือใช้ได้กับปัญหาที่สร้างสรรค์ขึ้นมาใหม่ก็ได้ โดยมีขั้นตอนการตั้งปัญหา 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 เลือกประเด็นเริ่มต้นเพื่อให้ได้มาซึ่งปัญหา

ขั้นที่ 2 เขียนสมบัติหรือข้อสังเกตที่เราเห็นมาหลายๆ ข้อจากประเด็นเริ่มต้นที่เลือกมาในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 เขียนประโยคในลักษณะ อะไรจะเกิดขึ้น ถ้าไม่เป็นไปตามสมบัติหรือข้อสังเกตต่างๆ ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 จากขั้นที่ 3 ให้ถามคำถามหรือตั้งปัญหาออกไป

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ปัญหา

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการปรับพื้นฐานและเสริมสร้างให้นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการตั้งปัญหาเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการลงมือตั้งปัญหาจากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระยที่ 1

2. แนวคิดเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหและการตั้งปัญหา

2.1 การสอนการแก้ปัญห

นักการศึกษาหลายท่าน (Charles; & Lester. 1982: 10-12, Baroody. 1993: 2-8, Krulik; & Rudnick. 1993: 10-11) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหสำหรับนักเรียน โดยองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะในการแก้ปัญห ความสามารถในการคิดคำนวณและให้เหตุผล แรงขับ ความยืดหยุ่น ความรู้พื้นฐาน ระดับสติปัญญา

การอบรมเลี้ยงดู และวิธีสอนของผู้สอน นอกจากนี้แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนควรพิจารณาจากกระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา (Polya. 1980, Charles; et al. 2008, Wilson; et al. 1993, Krulik; & Rudnick. 1995) ได้แก่ การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน และการพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล

การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของการสอนการแก้ปัญหา ทั้งนี้ชาร์ลส์และคณะ (Charles; et al. 2008: 7-11) ได้แนะนำว่า ในการสอนการแก้ปัญหา ผู้สอนควรกำหนดจุดมุ่งหมายที่สำคัญเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผลการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

- 1) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน
- 2) เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการเลือกและใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา
- 3) เพื่อพัฒนาเจตคติและความเชื่อที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา
- 4) เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหา
- 5) เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการติดตามประเมินการแก้ปัญหของตนเอง
- 6) เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาภายใต้การเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 7) เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง

จุดมุ่งหมายในข้อ 7) ข้างต้นนี้ดูเหมือนว่าจะเป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการแก้ปัญหา นั่นคือต้องการได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามการสอนและการประเมินผลการแก้ปัญหาก็จะต้องไม่เน้นที่จุดมุ่งหมายเพียงเพื่อค้นหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียวแต่จะต้องให้ความสำคัญกับจุดมุ่งหมายทั้งเจ็ดประการนี้อย่างเท่าเทียมกัน

แนวทางการสอนการแก้ปัญหามีการพิจารณาได้ 2 แนวทาง ได้แก่ แนวทางที่หนึ่ง คือ “การสอนกระบวนการแก้ปัญหา” (Holmes. 1995: 38-42) ประกอบด้วย การสอนทำความเข้าใจปัญหา การสอนวางแผนแก้ปัญหา การสอนดำเนินการตามแผน และการสอนตรวจสอบผล และแนวทางที่สอง คือ “การสอนยุทธวิธีการแก้ปัญหา” (Kennedy. 1984: 82-83, Moses. 1990: 80-91, Sternberg. 1999: 42) ซึ่งผู้สอนจะต้องตระหนักถึงประเด็นต่อไปนี้

1) ยุทธวิธีแก้ปัญหาทั้งหลายสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาอย่างหลากหลาย ไม่มีปัญหาใดที่ดีที่สุดในการประยุกต์ใช้แต่ละยุทธวิธี

2) ยุทธวิธีหนึ่งๆ สามารถจะนำไปใช้ในแนวทางที่แตกต่างกันกับปัญหาที่แตกต่างกันได้ ปัญหาหนึ่งๆ ควรสนับสนุนให้แก้ด้วยวิธีการหลายๆ วิธี ไม่จำเป็นว่าต้องใช้ยุทธวิธีที่เฉพาะเจาะจงในการแก้ปัญหา การส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้วิธีคิดแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเป็นการเพิ่มความน่าสนใจและเพิ่มสำคัญของกระบวนการคิด เพราะแม้ว่านักเรียนจะทราบคำตอบของปัญหาแล้วก็ยังมีสิ่งที่จะต้องกระตือรือร้นที่จะแสวงหาต่อไปได้ซึ่งก็คือวิธีการหาคำตอบอย่างอื่นๆ

3) เมื่อกำหนดปัญหามาให้ นักเรียนต้องค้นหายุทธวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา บางครั้งนักเรียนอาจต้องการสร้างยุทธวิธีของตนเองขึ้นมาเอง บางทีก็เลือกจากยุทธวิธีที่เคย

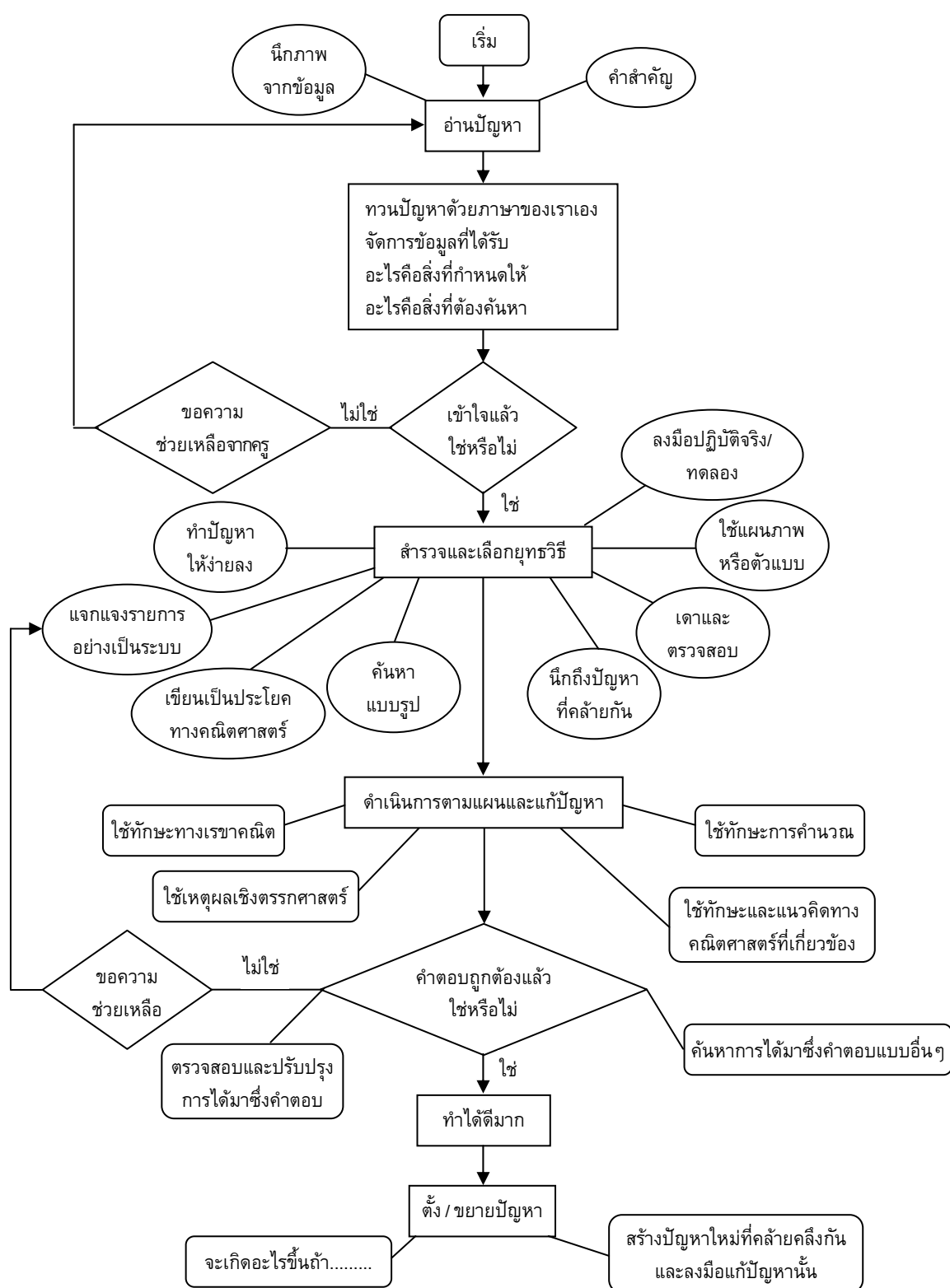
เรียนรู้มาก่อนแล้ว ปัญหาบางปัญหาก็ไม่ปรากฏชัดว่าจะใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา นักเรียนจำเป็นต้องสร้างยุทธวิธีขึ้นมาเอง ปัญหาในลักษณะนี้ต้องการความคิดยืดหยุ่นซึ่งเป็นประเภทหนึ่งในความคิดสร้างสรรค์

4) นักเรียนแต่ละคนไม่จำเป็นที่จะต้องบรรลุผลในระดับเดียวกันในการใช้ยุทธวิธีแต่ละอย่าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นฐานของความรู้ ประสบการณ์ และมุมมองในการแก้ปัญหา

5) กระบวนการเลือกและใช้ยุทธวิธีมีความสำคัญพอๆ กับความถูกต้องของคำตอบของปัญหา นักเรียนควรจะได้มีโอกาสในการเลือกและใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

6) นักเรียนทุกคนต้องการโอกาสที่เหมาะสมในการเรียนรู้และใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญห การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหของนักเรียนแต่ละคนภายใต้การดูแลของผู้สอนเป็นที่ได้รับความสนใจจากนักเรียนคนอื่นๆ วิธีการสื่อสารของนักเรียนวัยเดียวกันจะเป็นที่เข้าใจระหว่างกันได้ดี

นักเรียนควรเห็นตัวอย่างการใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการปฏิบัติการแก้ปัญหา ซึ่งครูผู้สอนสามารถยกตัวอย่างกระบวนการ/ขั้นตอนการแก้ปัญหาดังแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการอย่างเป็นระบบตามแผนภูมิสายงานดังภาพประกอบ 3 ได้ (Foong Pui Yee. 2007: 80)



ภาพประกอบ 3 แผนภูมิสายงานแสดงกระบวนการ/ขั้นตอนการแก้ปัญหา

ที่มา: Foong Pui Yee. (2007). Problem Solving in Mathematics. In *Teaching Primary School Mathematics: A Resource Book*. Lee Peng Yee. p.80.

วิธีการสอนการแก้ปัญหาในชั้นเรียนควรแตกต่างจากบทเรียนคณิตศาสตร์ตามปกติทั่วไป ซึ่งบทเรียนคณิตศาสตร์โดยทั่วไปมักเน้นเป้าหมายของการเรียนการสอนคือเพื่อให้นักเรียนได้รับแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์หรือทักษะต่างๆ จากรูปแบบการอธิบายกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน ทั้งนี้ บางครั้งบทเรียนการแก้ปัญหาอาจพิจารณาว่าเป็นบทเรียนที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจนนักและยากที่จะวัดได้ว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่กำหนดให้ได้ในระดับใด การศึกษาวิจัยของเลสเตอร์ (Lester. 1983) ชี้ให้เห็นว่ามีความจำเป็นที่ต้องสร้างโปรแกรมที่เป็นระบบที่จะปรับปรุงการใช้กระบวนการและขั้นตอนการแก้ปัญหานักเรียนด้วยการวางแผนหลักสูตรและสื่อการเรียนรู้ที่ดี เลสเตอร์ พบว่า บทเรียนการแก้ปัญหาก็จะประสบความสำเร็จมักประกอบด้วยระยะของการสอน 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1: ระยะการนำเสนอปัญหา เป็นระยะที่ครูผู้สอนนำเสนอปัญหาและตอบคำถามต่างๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนกระจ่างและเข้าใจในปัญหา

ระยะที่ 2: ระยะของความพยายามหาวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบ เป็นระยะที่นักเรียนได้สำรวจการใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมและครูผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานด้วยกัน ตั้งคำถามต่างๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียน หรือให้การไปหรือคำแนะนำแก่นักเรียนในกรณีทางเลือกสุดท้าย หากนักเรียนคิดแก้ไม่ได้จริงๆ

ระยะที่ 3: ระยะอภิปรายถึงวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบ เป็นระยะที่ครูผู้สอนเลือกตัวแทนนักเรียนให้แสดงวิธีการคิดของตนเอง โดยผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนตรวจทานงานของตนและมุ่งไปสู่คำตอบในรูปทั่วไปที่สามารถเป็นไปได้

จากการวิจัยของเลสเตอร์ (Lester. 1983) พบว่าครูหลายคนบอกว่าระยะที่ 3 เป็นระยะที่ยากที่สุดที่จะบรรลุจุดมุ่งหมาย แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหานักเรียนอยู่ในระดับที่ดีขึ้น และความสามารถในการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมของนักเรียนก็อยู่ในระดับที่ดีขึ้นเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการคิดผ่านการจัดการเรียนรู้ ได้ทำงานเกี่ยวกับปัญหากระบวนการที่ไม่คุ้นเคย จนกระทั่งถึงโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน และเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาต่างๆ เจตคติของครูผู้สอนมุ่งไปที่ความสำคัญของการแก้ปัญหาและความสามารถในการสอนการแก้ปัญหาซึ่งก็พบว่าอยู่ในระดับที่ดีขึ้น

ชาร์ลส์และเลสเตอร์ (Charles; & Lester. 1984) ได้เสนอแนะตัวอย่างสำหรับครูผู้สอนในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหา โดยได้แนะนำข้อปฏิบัติการสอนไว้ 10 ข้อ จากช่วงระยะเวลาการสอน 3 ระยะเวลาสำหรับแต่ละบทเรียน ได้แก่ 1) ระยะก่อนแก้ปัญหา 2) ระยะระหว่างแก้ปัญหา และ 3) ระยะหลังแก้ปัญหา ดังตาราง 3 ต่อไปนี้

ตาราง 3 การปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหา

ข้อปฏิบัติที่	ช่วงระยะเวลา/กิจกรรม	จุดมุ่งหมาย
	❶ ระยะก่อนแก้ปัญหา [อภิปรายทั้งชั้นเรียน]	
1	อ่านปัญหาให้กับนักเรียนทั้งชั้นเรียนหรือให้นักเรียนอ่านปัญหา แล้วอภิปรายคำต่างๆ หรือวลีต่างๆ ที่นักเรียนอาจไม่เข้าใจ	เพื่อแสดงความสำคัญของการอ่านปัญหาอย่างระมัดระวัง และมุ่งไปที่คำต่างๆ ที่ต้องตีความเป็นพิเศษทางคณิตศาสตร์
2	ใช้การอภิปรายทั้งชั้นเรียนโดยให้นักเรียนเข้าใจแผนภูมิสายงานแสดงกระบวนการ/ขั้นตอนการแก้ปัญหา (ดังภาพประกอบ 3) - นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเรื่องราวในปัญหาด้วยภาษาของตนเองได้หรือไม่ - ตัดสินใจได้ไหมว่าอะไรคือสิ่งที่นักเรียนต้องการค้นหา - จงหาข้อมูลที่มีความสำคัญ	เพื่อมุ่งไปยังข้อมูลที่มีความสำคัญในปัญหา และเพิ่มความกระจำซัดในแต่ละส่วนของปัญหา
3	ใช้การอภิปรายทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบ - ยุทธวิธีไหนสามารถทำให้นักเรียนพยายามแก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถวาดรูปภาพสำหรับปัญหานี้ได้หรือไม่	เพื่อล้างความคิดต่างๆ สำหรับแนวทางที่เป็นไปได้ที่จะแก้ปัญหา
	❷ ระยะระหว่างแก้ปัญหา [รายบุคคลหรือกลุ่มย่อย]	
4	สังเกตและใช้คำถามกับนักเรียนเพื่อกำหนดหรือแบ่งแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเมื่อนักเรียนกำลังแก้ปัญหา	เพื่อวินิจฉัยจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
5	ให้คำแนะนำหรือคำบอกไปเท่าที่จำเป็น - ตรวจสอบแผนภูมิสายงานแสดงกระบวนการ/ขั้นตอนการแก้ปัญหาเพื่อมองว่ามียุทธวิธีอะไรบ้างหรือไม่ที่จะช่วยให้การแก้ปัญหารุดหน้ามากขึ้น	เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจอุปสรรคในการแก้ปัญหา ทั้งนี้การให้คำแนะนำหรือคำบอกไปควรใช้อย่างระมัดระวังและไม่ควรบอกวิธีการออกไปตรงๆ
6	ให้ส่วนขยายเมื่อจำเป็น - จะเกิดอะไรขึ้นถ้า..... - นักเรียนสามารถสร้างอีกปัญหาหนึ่งให้คล้ายกันกับปัญหาเดิมได้หรือไม่	เพื่อท้าทายนักเรียนที่ทำได้สำเร็จก่อนให้สร้างหรือขยายไปสู่ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน

ตาราง 3 (ต่อ)

ข้อปฏิบัติที่	ช่วงระยะเวลา/กิจกรรม	จุดมุ่งหมาย
7	เรียกนักเรียนที่ได้วิธีการซึ่งนำไปสู่คำตอบแล้วให้ตอบปัญหา - นักเรียนได้ใช้ข้อมูลที่สำคัญทั้งหมดหรือไม่ - คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่	เพื่อต้องการให้นักเรียนตรวจทานงานของตนเอง
๓ ระยะหลังแก้ปัญหา [อภิปรายทั้งชั้นเรียน]		
8	แสดงและอภิปรายวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบโดยใช้แผนภูมิสายงานแสดงกระบวนการ/ขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นฐานของการอภิปราย	เพื่อแสดงและตั้งข้อยุทธวิธีที่แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้มาที่ใช้แล้วประสบผลสำเร็จในการหาคำตอบ
9	ถ้าเป็นไปได้ ให้โยงความสัมพันธ์ของปัญหาที่แก้ไปแล้วกับปัญหาต่างๆ ก่อนหน้านั้น แล้วอภิปรายหรือแก้ปัญหาที่ได้จากการขยายปัญหานั้น	เพื่อสาธิตให้เห็นว่ายุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบต่างๆ ไม่ได้จำเพาะเจาะจงกับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง และช่วยให้นักเรียนระลึกถึงสถานการณ์แบบต่างๆ ที่ใช้ยุทธวิธีเฉพาะที่อาจจะเป็นประโยชน์
10	ถ้าช่วงเวลาและลักษณะปัญหามีความเหมาะสมแล้ว ให้อภิปรายถึงจุดเด่นที่มีความเป็นพิเศษของปัญหา เช่น รูปภาพที่สร้างจากข้อความปัญหา เป็นต้น	เพื่อแสดงถึงจุดเด่นที่มีความเป็นพิเศษของปัญหาที่ส่งผลต่อความคิดต่างๆ ของนักเรียน

จากตาราง 3 พบว่าระยะแรกซึ่งเรียกว่า “ระยะก่อนแก้ปัญหา” เป็นช่วงเวลากระตุ้นความสนใจในตัวปัญหาและให้เกิดการอภิปรายทั้งชั้นเรียน ซึ่งเปรียบเหมือนระยะนำเสนอปัญหานั้นเอง ระยะที่สองเรียกว่า “ระยะระหว่างแก้ปัญหา” เป็นระยะที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย และระยะสุดท้ายเรียกว่า “ระยะหลังแก้ปัญหา” เป็นระยะของการอภิปรายถึงวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบโดยใช้การอภิปรายทั้งชั้นเรียนอีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้เมื่อใกล้จะหมดเวลาที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหา ครูผู้สอนควรให้นักเรียนอย่างน้อยสองคนเขียนแสดงวิธีการคิดหาคำตอบบนกระดานโดยเลือกนักเรียนที่ใช้ยุทธวิธีที่แตกต่างกันในการหาคำตอบ การปฏิบัติการสอนดังกล่าวเหมาะที่จะนำไปใช้สำหรับปัญหาประเภทกระบวนการที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อนมากกว่าปัญหาที่คุ้นเคยที่อยู่ในหนังสือเรียนทั่วไป ระยะเวลาที่เพียงพอสำหรับข้อปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาทั้ง 10 ข้อในตารางนั้นควรใช้ระยะเวลาประมาณ 20 – 25 นาที

ฟง เปย ยี (Foong Pui Yee. 2007: 81) ได้เสนอรูปแบบ (Format) ของแผนการสอนสำหรับการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับข้อปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาทั้ง 10 ข้อข้างต้น แสดงได้ดังภาพประกอบ 4 ต่อไปนี้

ปัญหา

ปฏิบัติการสอน : ระยะก่อนแก้ปัญหา

1. อ่านปัญหาให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนหรือให้นักเรียนอ่านปัญหา
2. ใช้การอภิปรายทั้งชั้นเรียน และเพิ่มเติมข้อเสนอแนะพิเศษต่างๆ หรือคำถามต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาข้างล่างนี้
 - ก.
 - ข.
 - ค.
3. ใช้การอภิปรายทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบที่พอเป็นไปได้

ปฏิบัติการสอน : ระยะระหว่างแก้ปัญหา

4. สังเกตและใช้คำถามกับนักเรียนเพื่อจำแนกว่านักเรียนกำลังแก้ปัญหาอยู่ในขั้นตอน/กระบวนการตรงไหน

.....
5. ให้คำแนะนำหรือบอกใบ้เท่าที่จำเป็น เพิ่มเติมคำแนะนำหรือคำบอกใบ้ตรงข้างล่างนี้
 - ก.
 - ข.
 - ค.
6. ให้ส่วนขยายเมื่อจำเป็น เพิ่มเติมคำถามพิเศษต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาตรงข้างล่างนี้
 - ก.
 - ข.
 - ค.
7. สำหรับนักเรียนที่ได้วิธีการซึ่งนำไปสู่คำตอบแล้วให้เรียกตอบปัญหา

.....

ปฏิบัติการสอน : ระยะหลังแก้ปัญหา

8. อภิปรายถึงวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบและยุทธวิธีที่ใช้ เพิ่มเติมคำแนะนำเกี่ยวกับปัญหาตรงข้างล่างนี้
 - ก.
 - ข.
- [แทรกวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบตรงนี้]

บทสรุป / ข้อเสนอแนะ

9. ถ้าเป็นไปได้ให้โยงความสัมพันธ์ของปัญหาที่แก้ไปแล้วกับปัญหาต่างๆ ก่อนหน้านั้น แล้วอภิปรายหรือแก้ปัญหาที่ได้จากการขยาย
10. ถ้าช่วงเวลาและลักษณะปัญหาเหมาะสมแล้ว อภิปรายถึงจุดเด่นที่มีความเป็นพิเศษของปัญหาเพิ่มเติมคำแนะนำพิเศษเกี่ยวกับปัญหาตรงข้างล่างนี้
 - ก.
 - ข.

ภาพประกอบ 4 รูปแบบ (Format) ของแผนการสอนสำหรับการแก้ปัญหา

ที่มา: Foong Pui Yee. (2007). Problem Solving in Mathematics. In *Teaching Primary School Mathematics: A Resource Book*. Lee Peng Yee. p.81.

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาให้กับ นักศึกษาครู เพื่อให้ นักศึกษาครูมีความรู้ มีแนวคิด มองเห็นหลักการสอนและวิธีการสอนการแก้ปัญหา ที่เหมาะสมในชั้นเรียน จากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 1

2.2 การสอนการตั้งปัญหา

มอส์ (Moses) และคณะ (Reys, Robert E.; et al. 2004: 122-123) ได้แนะนำหลักการ ที่ครูผู้สอนสามารถช่วยให้นักเรียนเรียนรู้การตั้งปัญหาได้ มีหลักการ 4 ข้อดังต่อไปนี้

1) มุ่งความสนใจของนักเรียนไปที่ข้อมูลประเภทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทั้งนี้ข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอาจเป็นไปได้ 3 แบบ ได้แก่

- 1.1) ข้อมูลที่ให้นักเรียนโดยตรง (สิ่งที่รู้แล้ว)
- 1.2) ข้อมูลที่มุ่งหมายให้นักเรียนค้นหา (สิ่งที่ยังไม่รู้)
- 1.3) ข้อมูลที่ให้แบบจำกัดที่สัมพันธ์กับคำตอบ

โดยส่งเสริมให้นักเรียนถามคำถาม “จะเกิดอะไรขึ้นถ้า...” (“What if” questions) เช่น จะเกิดอะไรขึ้น ถ้านักเรียนเปลี่ยนข้อมูลที่นักเรียนรู้แล้วให้เป็นแบบอื่นๆ หรือจะเกิดอะไรขึ้นถ้านักเรียนสลับกัน ระหว่างข้อมูลที่นักเรียนรู้แล้วกับข้อมูลที่ยังไม่รู้ หรือจะเกิดอะไรขึ้นถ้านักเรียนเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ ให้มาแบบจำกัด เป็นต้น

2) เริ่มจากหัวข้อเรื่องหรือแนวคิด (Concepts) ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนคุ้นเคย

3) ส่งเสริมให้นักเรียนใช้สิ่งที่คลุมเครือ (สิ่งที่นักเรียนไม่แน่ใจหรือที่ต้องการอยากรู้) ขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาไปยังการสร้างคำถามหรือปัญหาใหม่

4) สอนความคิดเกี่ยวกับขอบเขต (Domain) ให้กับนักเรียน โดยขอบเขตในที่นี้อาจ เป็นขอบเขตของจำนวนที่ปรากฏในปัญหา โดยครูผู้สอนฝึกให้นักเรียนใช้วิธีการขยายหรือจำกัด ขอบเขตของปัญหา ยกตัวอย่างเช่น ปัญหา “จงหาจำนวนสามจำนวนที่มีผลคูณเท่ากับ 24” ทั้งนี้ คำตอบมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับพิจารณาขอบเขตของจำนวน เช่น ถ้าขอบเขตเป็นจำนวน นับ หรือเป็นเพียงจำนวนคู่บวก หรือเป็นจำนวนเต็มทั้งหมด (ทั้งจำนวนบวกและลบ) หรือขอบเขต อาจเป็นเศษส่วนหรือทศนิยมก็ได้ เป็นต้น

ครูมีบทบาทสำคัญในการสร้างสภาพห้องเรียนให้แวดล้อมไปด้วยการคิดเชิงลึกเกี่ยวกับ ปัญหาและส่งเสริมวิธีการเปลี่ยนแปลงหรือสร้างปัญหาต่างๆ ขึ้นมาใหม่ ครูสามารถเป็นตัวแบบที่ดี ของการตั้งปัญหาให้กับนักเรียนได้โดยใช้การถามคำถาม “จะเกิดอะไรขึ้นถ้า...” บ่อยๆ ขณะทำการ อภิปรายเกี่ยวกับปัญหากับนักเรียนและจากการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างข้อคาดการณ์

กิจกรรมการตั้งปัญหาที่ดีอีกวิธีหนึ่งคือการให้นักเรียนเขียนปัญหาของตนเองขึ้นมาเอง (ที่ไม่ใช่การปรับเปลี่ยนหรือขยายจากปัญหาที่ได้แก้มาแล้ว) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ดีหลังจากที่นักเรียน ได้ผ่านประสบการณ์การตั้งปัญหาแบบปรับเปลี่ยนหรือขยายจากปัญหาที่ได้แก้มาแล้ว ขณะที่ครูผู้สอน ให้นักเรียนตั้งปัญหาขึ้นมาเองนั้นมีประเด็นที่มีความสำคัญมากสำหรับครู คือ การกำหนดเป้าหมาย หรือควบคุมทิศทางการตั้งปัญหาของนักเรียนให้ชัดเจน อีกอย่างหนึ่งคืองานที่มอบหมายให้นักเรียน

ทำนี้อาจไม่มีอะไรมากกว่าแบบฝึกหัดที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ชั้นหนึ่ง (นักเรียนอาจเขียนเรื่องราวประหลาดๆ ออกมาซึ่งไม่เห็นว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ หรือตั้งปัญหาที่เข้าใจได้ว่าไม่มีคำตอบที่เป็นไปได้) ยกตัวอย่างเช่น ครูอาจมอบหมายให้นักเรียนเขียนโจทย์ปัญหาที่สัมพันธ์กับประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือรูปที่กำหนดให้ เช่น ให้เขียนโจทย์ปัญหาสำหรับ $250 \div 5 = 50$ หรือเขียนโจทย์ปัญหาสำหรับ $12 - 8 = 4$ หรือเขียนโจทย์ปัญหาการคูณสำหรับแผนภาพต้นไม้ (เช่น มีไอศกรีม 3 รส และมีขนมที่จะราดบนหน้าไอศกรีม 4 อย่าง) เป็นต้น ทั้งนี้ ฮิลด์แบรนต์และคณะ (Hildebrand; et al. 1999) ได้แนะนำว่าครูผู้สอนอาจใช้กิจกรรมบทบาทสมมุติโดยให้นักเรียนเป็นบรรณาธิการหรือผู้แต่งหนังสือที่รวบรวมปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กลุ่มเพื่อนนักเรียนช่วยกันแต่งขึ้นมาเองก็ได้

สถานการณ์หรือข้อมูลต่างๆ ที่มาจากบทความในหนังสือพิมพ์ โฆษณาในนิตยสาร ข้อมูลบันทึกที่สุดของโลก แผ่นพับนำเสนอสินค้าตามห้างสรรพสินค้า และข้อมูลอื่นๆ อีกมากมายสามารถนำมาใช้เป็นจุดเริ่มต้นเพื่อเข้าสู่กิจกรรมการตั้งปัญหากับนักเรียนได้ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือในการเรียนรู้ที่จะเขียนปัญหา กิจกรรมการตั้งปัญหายังสามารถบูรณาการกับศิลปะทางภาษาได้ดีอีกด้วย ครูผู้สอนสามารถให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการเขียนปัญหาซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ เช่น ใช้กลุ่มระดมสมองนำเสนอความคิดเห็นเตรียมพร้อมก่อนลงมือเขียนปัญหา จากนั้นแต่ละคนในกลุ่มลองเขียนปัญหาของตนเองแล้วนำเสนอปัญหาในกลุ่ม แล้วคัดเลือกหรือกลั่นกรองปัญหาที่ดีที่จะเป็นตัวแทนปัญหาของกลุ่ม สุดท้ายให้ตกแต่งและเผยแพร่ปัญหากับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ ทั้งนี้การนำเสนอหรือเผยแพร่ปัญหาอาจใช้วิธีการให้นักเรียนเขียนลงในกระดาษเปล่าแล้วเว้นที่ไว้สำหรับให้นักเรียนคนอื่นๆ เขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาลงไปได้ หรือใช้วิธีการให้นักเรียนเขียนลงบนบัตรคำ (ที่เป็นกระดาษแข็ง) แล้วติดไว้บนกระดานสำหรับใช้เป็นปัญหาชวนคิดสำหรับเพื่อนๆ นักเรียนคนอื่นๆ หรือครูให้นักเรียนเขียนลงไปในสมุดเพื่อสะสมเป็นคลังปัญหาประจำห้องเรียนก็ได้

จากการศึกษาวิจัยของเครสโป (Crespo. 2003) ที่ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการตั้งปัญหาให้กับนักเรียนในห้องเรียนขณะฝึกปฏิบัติการสอนของนักศึกษาครู ซึ่งเปรียบเทียบวิธีการตั้งปัญหาระหว่างช่วงเริ่มต้นของการฝึกปฏิบัติการสอนกับช่วงหลังของการฝึกปฏิบัติการสอน พบว่าวิธีการตั้งปัญหามีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น (พิจารณาได้ดังตาราง 4) ซึ่งเครสโปกล่าวว่าประสบการณ์ในการสอนตลอดจนการได้รับคำแนะนำที่ดีจากอาจารย์นิเทศก์การสอนทำให้นักศึกษาครูมีพัฒนาการในวิธีการตั้งปัญหาที่ดีขึ้น

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการตั้งปัญหาให้กับนักศึกษาครู เพื่อให้ นักศึกษาครูมีความรู้ มีแนวคิด มองเห็นหลักการสอนและวิธีการสอนการตั้งปัญหาที่เหมาะสมในชั้นเรียนจากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 1

ตาราง 4 ผลการศึกษาวิจัยของเครสโป (Crespo) ที่เปรียบเทียบวิธีการตั้งปัญหาระหว่างช่วงเริ่มต้น และช่วงหลังของการฝึกปฏิบัติการสอนของนักศึกษาครู

ช่วงเวลา	วิธีการตั้งปัญหา	ลักษณะ
ช่วงเริ่มต้นของ การฝึกปฏิบัติการสอน	• สร้างปัญหาให้ง่ายในการแก้	- ปรับเปลี่ยนเพียงเล็กน้อยในขอบเขตของปัญหาหรืองานทางคณิตศาสตร์เดิมของนักเรียน - ปัญหาที่ใช้ได้สอดคล้องกับคำใบ้หรือให้แนวทางที่นักเรียนสามารถนำไปใช้หาคำตอบได้อย่างง่ายดาย
	• ตั้งปัญหาที่คุ้นเคย	- ปัญหาที่ตั้งเป็นเรื่องราวที่แปลความได้อย่างรวดเร็วหรือเป็นแบบฝึกการคำนวณต่างๆ - ไม่มีการปรับเปลี่ยนไปจากปัญหาก่อนและคำถามต่างๆ ต้องการวัดเพียงความเร็วและความถูกต้องในการหาคำตอบของนักเรียน
	• ตั้งปัญหาที่ไม่ได้คิดไตร่ตรองให้ดี	- ปัญหาที่ตั้งขึ้นมาไม่ได้แก้หาคำตอบล่วงหน้ามาก่อน หรือไม่ได้วัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน - ปัญหาที่ตั้งขึ้นมาไม่ได้คำนึงถึงความเป็นไปได้ทางคณิตศาสตร์และขอบเขตของปัญหา
ช่วงหลังของ การฝึกปฏิบัติการสอน	• พยายามสร้างปัญหาที่ไม่คุ้นเคย	- ปัญหาลดความตรงไปตรงมาในการแก้ และเพิ่มปัญหาแบบหลายขั้นตอนและปลายเปิดมากขึ้น ต้องการวัดมากกว่าเพียงความเร็วและความถูกต้องในการหาคำตอบของนักเรียน - ปรับเปลี่ยนงานและขอบเขตของปัญหาเดิมให้มีลักษณะเปิดมากขึ้นกว่าเดิม
	• ตั้งปัญหาที่ท้าทายความคิดของนักเรียน	- ปัญหาลำดับไปสู่แนวคิดใหม่ๆ ให้นักเรียนได้คิดหรือท้าทายความเข้าใจของนักเรียน - ปัญหาถูกยกระดับขึ้นเพื่อนำไปสู่การคิดของนักเรียน
	• ตั้งปัญหาเพื่อต้องการเรียนรู้ความคิดของนักเรียน	- ปัญหาต้องการการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดต่างๆ ของนักเรียน - คำถามต่างๆ เชิญชวนให้นักเรียนแลกเปลี่ยนอธิบาย และสะท้อนการคิดซึ่งกันและกัน

3. แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

3.1 การประเมินผลการแก้ปัญหา

การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรยึดหลัก 4 ประการต่อไปนี้ (สสวท. 2550ก: 166-171)

- 1) การประเมินผลจะต้องมีข้อสอบที่มีลักษณะคำถามแบบเจาะลึกแนวคิด ยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน
- 2) การประเมินผลจะต้องใช้การสังเกตและการใช้คำถามควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน
- 3) การประเมินผลจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนเขียนบันทึกเพื่อสะท้อนกระบวนการคิดของตนเอง
- 4) การประเมินผลจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นระบบและชัดเจน

วิธีการประเมินผลการแก้ปัญหา มี 4 วิธีหลักๆ ได้แก่ 1) การสังเกตและการใช้คำถาม 2) การใช้การประเมินข้อมูลด้วยตัวของนักเรียนเอง 3) การใช้แบบทดสอบ และ 4) การให้คะแนนแบบรูบริก (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008) รายละเอียดของแต่ละวิธีมีดังนี้

1) การสังเกตและการใช้คำถาม (Observing and questioning)

การสังเกตและการใช้คำถามกับนักเรียนขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการแสดงออก เจตคติ และความเชื่อต่างๆ การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการและการใช้คำถามกับนักเรียนสามารถใช้ประเมินเมื่อนักเรียนทำงานเป็นรายบุคคล ในกลุ่มเล็ก หรือในขณะที่อภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน แต่ที่น่าจะมีประสิทธิภาพที่สุดระหว่างที่นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลหรือในกลุ่มเล็ก เนื่องจากว่าครูมีข้อจำกัดในด้านเวลาในการจดบันทึกขณะที่มีการอภิปรายทั้งชั้นเรียน เครื่องมือในการประเมินที่ครูต้องเตรียมไว้ล่วงหน้า เช่น แบบตรวจสอบรายการ หรือ มาตรฐานค่า เป็นต้น

2) การใช้การประเมินข้อมูลด้วยตัวของนักเรียนเอง (Using self-assessment data from students)

วิธีการใช้การประเมินข้อมูลเฉพาะตัวของนักเรียนจะมีคุณค่ามากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับความซื่อตรงที่นักเรียนรายงานหรือบันทึกออกมาถึงความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจ และความคิดของนักเรียนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่กำหนด เครื่องมือสำหรับประเมินวิธีนี้ คือ สมุดรายงานผล (Student reports) ที่นักเรียนต้องเขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาหลังจากที่แก้ปัญหาเสร็จแล้ว ทั้งนี้ครูสามารถใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับและอธิบายความคิดของนักเรียนขณะที่แก้ปัญหาได้ (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 24)

นักเรียนทำอะไร เมื่อแรกพบปัญหานักเรียนคิดถึงอะไร

นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเลยหรือไม่ ใช้ยุทธวิธีใด ผลเป็นอย่างไร มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ยุทธวิธีนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาได้คำตอบเลยหรือไม่

ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จ นักเรียนพยายามหาวิธีอื่นมาลองใช้อีกหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร

นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ นักเรียนรู้สึกอย่างไร

นักเรียนตรวจสอบคำตอบหรือไม่ ลองใช้วิธีการอื่นๆ บ้างหรือไม่ นักเรียนแน่ใจหรือไม่ว่าคำตอบที่หาได้ถูกต้อง

ความรู้สึกของนักเรียนโดยภาพรวมเป็นอย่างไรเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

3) การใช้แบบทดสอบ (Using tests)

แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหา ได้แก่ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple choice tests) และแบบทดสอบชนิดเติมหรืออธิบายคำตอบ (Completion tests) (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 36) โดยแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละข้อคำถามจะมีตัวเลือกหลายๆ ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกตอบตัวเลือกที่คิดว่าถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว ส่วนแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบเป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างไว้เพื่อให้นักเรียนเติมคำหรืออธิบายประโยคที่ถูกต้องลงในช่องว่าง

4) การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric scoring)

4.1) การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring)

การให้คะแนนแบบวิเคราะห์เป็นวิธีการประเมินที่กำหนดค่าของคะแนนโดยพิจารณาแยกแยะจากขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้น ขั้นตอนแรกของการพัฒนามาตราสั้นของการให้คะแนนของการวิเคราะห์ คือ การกำหนดขั้นตอนของการแก้ปัญหาซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้ประเมินสนใจ ขั้นตอนที่สอง คือ การกำหนดพิสัยของคะแนนที่เป็นไปได้สำหรับแต่ละขั้นตอน (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 30)

การให้คะแนนแบบวิเคราะห์เป็นการพิจารณาขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ไม่ใช่พิจารณาเพียงคำตอบเท่านั้น เป็นวิธีการกำหนดคุณค่างานของนักเรียนด้วยการให้คะแนนที่ชัดเจน ช่วยให้ครูรู้จักจุดอ่อนและจุดแข็งในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหานักเรียนได้ตรงประเด็น ได้ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับผลที่เกิดจากกิจกรรมการสอนที่หลากหลาย และมาตรฐานการให้คะแนนโดยการวิเคราะห์สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม ตัวอย่างการให้คะแนนแบบวิเคราะห์แสดงดังภาพประกอบ 5

ขั้นที่ 1 : ทำความเข้าใจปัญหา	3: เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง 2: เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง 1: เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหาเลย
ขั้นที่ 2 : วางแผนแก้ปัญหา	3: เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง 2: เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง 1: เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
ขั้นที่ 3 : ดำเนินการตามแผน	3: นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง 2: นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง 1: นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
ขั้นที่ 4 : ตรวจสอบผล	3: สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ 2: สรุปคำตอบได้ไม่สมบูรณ์ หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง 1: ไม่มีการสรุปคำตอบ

ภาพประกอบ 5 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์สำหรับการแก้ปัญหา

ที่มา: สสวท. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. หน้า 104-105.

4.2) การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring)

เป็นวิธีการให้คะแนนที่เน้นภาพรวมของคำตอบ แต่ไม่ใช่พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนมีความสัมพันธ์กับกระบวนการคิดแก้ปัญหาในมุมมองที่แตกต่างกับการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ โดยการให้คะแนนแบบองค์รวมจะไม่กำหนดคะแนนแยกแยะลงไปถึงประเด็นต่างๆ ของกระบวนการคิด แต่จะกำหนดน้ำหนักคะแนนสำหรับภาพรวมของคำตอบทั้งหมด (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 30)

การให้คะแนนแบบองค์รวมเปิดโอกาสให้มีการพิจารณาประเมินการเขียนของนักเรียนให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว เน้นการพิจารณากระบวนการที่ใช้โดยไม่ใช้พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น มีการจัดเตรียมเกณฑ์การให้คะแนนที่เฉพาะเจาะจงชัดเจนสำหรับงานเขียน และใช้คะแนนค่าเดียวซึ่งครอบคลุมภาพรวมของคำตอบในการแสดงผลงานการแก้ปัญหา ตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวมแสดงดังภาพประกอบ 6 ซึ่งปรับจากเกณฑ์ของปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544: 311) ต่อไปนี้

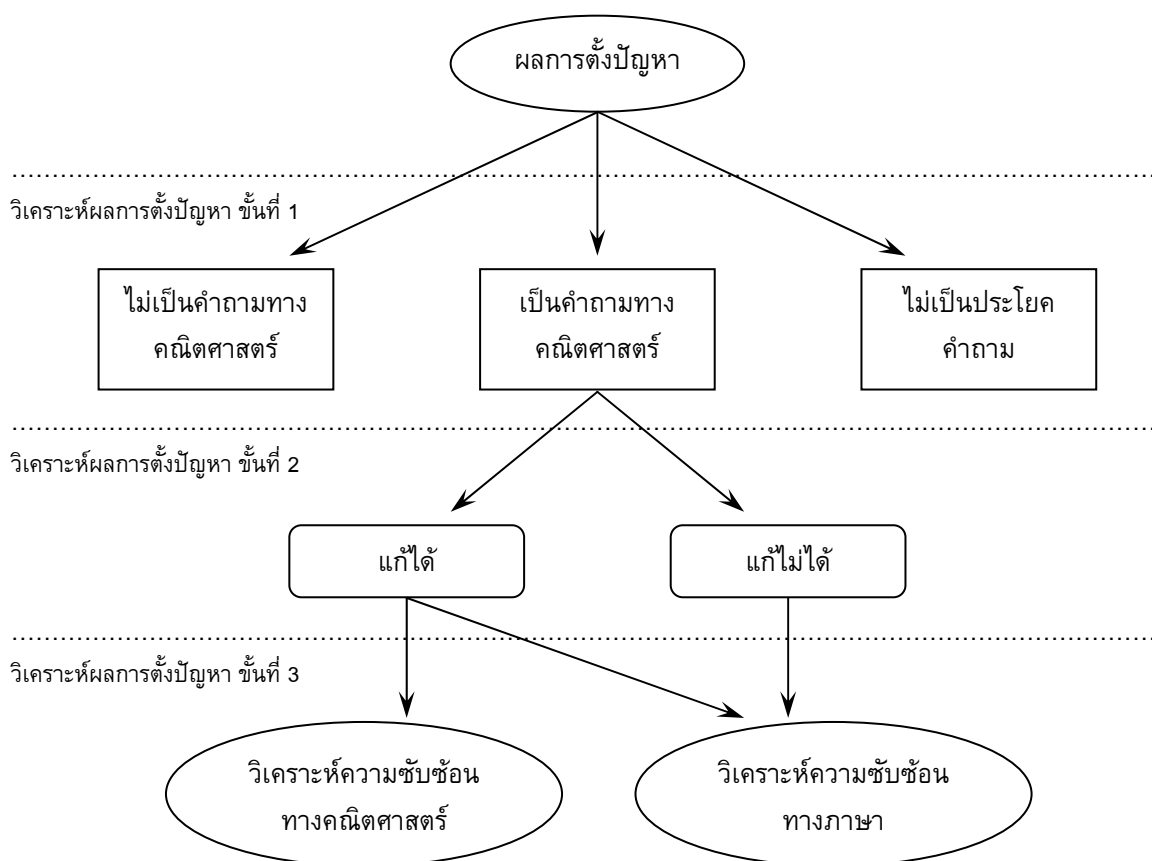
5 ยอดเยี่ยม	ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบของปัญหาถูกต้อง สมบูรณ์
4 มาก	- ดำเนินการตามยุทธวิธีแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไปโดยเงื่อนไขบางอย่างของปัญหา หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม หาคำตอบถูกต้อง แต่ดำเนินการตามยุทธวิธีได้ไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา
3 ปานกลาง	- ใช้ยุทธวิธีไม่เหมาะสมและได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือ - ใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือ - ใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบของปัญหาย่อยๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนด แต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา
2 น้อย	- แสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหาบางประการ และมีแนวทางที่จะไม่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - พยายามแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่ไม่เหมาะสมเพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหายุทธวิธีอื่น หรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่จะหาเป้าหมายย่อยๆ ของปัญหา แต่ไม่ดำเนินการต่อ
1 น้อยมาก หรือไม่พยายาม	ไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา คัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

ภาพประกอบ 6 การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการแก้ปัญหา

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการเตรียมความพร้อมทางด้านการประเมินผลการแก้ปัญหาให้กับนักศึกษาครูในกิจกรรมตามรูปแบบในระยาะที่ 1 เพื่อให้ นักศึกษาครูมีความรู้ มีแนวคิดมองเห็นวิธีการและหลักการให้คะแนนและประเมินผลการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในชั้นเรียน ก่อนออกไปปฏิบัติการสอนและประเมินผลการแก้ปัญหาภาคสนามต่อไป

3.2 การประเมินผลการตั้งปัญหา

การประเมินการตั้งปัญหาของนักเรียนอาจประเมินได้จากการวิเคราะห์งานการตั้งปัญหา ซึ่งซิลเวอร์และไช (Silver; & Cai. 1996: 526) ได้ศึกษาวิจัยและตรวจสอบการตั้งปัญหาของนักเรียนเป็นดังภาพประกอบ 7 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการวิเคราะห์งานการตั้งปัญหา

ที่มา: Silver; & Cai. (1996). An Analysis of Arithmetic Problem Posing by Middle School Students. In *Journal for Research in Mathematics Education*. p.526.

สำหรับการวิเคราะห์ความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ (Mathematical complexity) จากปัญหาที่ตั้งขึ้นนั้น การศึกษาวิจัยของเควก มีก ลิน และลาย ไว เลง (Kwek Meek Lin; & Lye Wai Leng. 2007) ได้สร้างระดับความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

- 1) ความซับซ้อนระดับสูง (High complexity)
- 2) ความซับซ้อนระดับกลาง (Moderate complexity)
- 3) ความซับซ้อนระดับต่ำ (Low complexity)

ลักษณะและตัวชี้วัดระดับความซับซ้อนดังกล่าว พิจารณาได้จากตาราง 5 ต่อไปนี้

ตาราง 5 การแบ่งระดับความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ของปัญหา

ระดับ	ลักษณะ	ตัวชี้วัดบางประการ
ความซับซ้อนระดับสูง (High complexity)	ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนระดับสูง มีลักษณะสำคัญ ดังนี้ - ผู้แก้ปัญหามustใช้ทักษะขั้นสูงในเรื่องต่อไปนี้ คือ การให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ - การตอบปัญหาที่เป็นที่ยอมรับ ผู้แก้ปัญหามustอาศัยการคิดอย่างเป็นนามธรรมและลึกซึ้งมากขึ้น	สิ่งที่ผู้ตั้งปัญหาคาดว่าผู้แก้ปัญหามustปฏิบัติ เช่น - อธิบายถึงวิธีการนำเสนอที่แตกต่างที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา - ปฏิบัติโดยใช้กระบวนการหลายขั้นตอนและจุดที่ต้องตัดสินใจหลายจุด - ขยายไปสู่รูปทั่วไปของแบบรูป - แก้ปัญหามากกว่าหนึ่งวิธี - อธิบายและตัดสินใจเลือกแนวทางที่นำไปสู่คำตอบของปัญหาได้ - บรรยาย เปรียบเทียบ และบอกข้อแตกต่างของวิธีการต่างๆ ที่ทำให้ได้มาซึ่งคำตอบ - วิเคราะห์เงื่อนไขต่างๆ ที่อยู่ในคำตอบของปัญหา - ก่อให้เกิดการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์
ความซับซ้อนระดับกลาง (Moderate complexity)	ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนระดับกลาง มีลักษณะสำคัญ ดังนี้ - ต้องอาศัยความยืดหยุ่นทางความคิดและทางเลือกที่หลากหลายมากขึ้น - ใช้วิธีการที่มากกว่าที่เคยทำมา หรือต้องใช้วิธีการแบบหลายขั้นตอน - ผู้แก้ปัญหามustตัดสินใจว่าจะทำอะไรโดยใช้วิธีการที่ไม่เป็นทางการของการให้เหตุผลและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	สิ่งที่ผู้ตั้งปัญหาคาดว่าผู้แก้ปัญหามustปฏิบัติ เช่น - แสดงสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ที่มากกว่าหนึ่งแนวทาง - ก่อให้เกิดการตัดสินใจในขั้นตอนของกระบวนการให้ได้มาซึ่งคำตอบ - ตีความหมายของสิ่งที่นำเสนอ - แก้ปัญหามากกว่าหนึ่งขั้นตอน - ขยายแบบรูป - ใช้ข้อมูลจากกราฟ ตาราง หรือรูปภาพ และใช้สิ่งเหล่านี้ในการแก้ปัญหา - ตีความหมายในข้อก๊อปปายอย่างง่าย ๆ ไม่สลับซับซ้อน
ความซับซ้อนระดับต่ำ (Low complexity)	ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนระดับต่ำ มีลักษณะสำคัญ ดังนี้ - ส่วนใหญ่ผู้แก้ปัญหามustใช้เพียงความจำและเพียงทบทวนเกี่ยวกับแนวคิดต่างๆ ที่ได้ผ่านการเรียนรู้มาแล้ว - ผู้แก้ปัญหามustใช้วิธีการหรือกระบวนการที่ทำอยู่บ่อยๆ หรือปฏิบัติอยู่อย่างเคยชิน - ผู้แก้ปัญหามustแทบไม่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์	สิ่งที่ผู้ตั้งปัญหาคาดว่าผู้แก้ปัญหามustปฏิบัติ เช่น - ทบทวน ระลึกถึงข้อเท็จจริงหรือสมบัติที่เคยมารู้หรือจำได้ - คำนวณเกี่ยวกับผลบวก ผลต่าง ผลคูณ หรือผลหาร - ใช้วิธีการเฉพาะเจาะจง - แก้โจทย์ปัญหาเพียงขั้นตอนเดียว - ใช้ข้อมูลจากกราฟ ตาราง หรือรูปภาพ

ที่มา: Kwek Meek Lin; & Lye Wai Leng. (2007). *Using Problem-Posing as an Assessment Tool*. (Online).

แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการวิเคราะห์งานการตั้งปัญหาและการแบ่งระดับความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ของปัญหาดังกล่าวข้างต้น สามารถนำมาเขียนเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการตั้งปัญหาได้ดังภาพประกอบ 8 ซึ่งปรับจากเกณฑ์ของเควกและลาย (Kwek; & Lye. 2007: Online) ต่อไปนี้

5 ยอดเยี่ยม	• ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับสูง
4 มาก	• ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับกลาง
3 ปานกลาง	• ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับต่ำ
2 น้อย	• แสดงการตั้งปัญหาแต่ไม่เป็นคำถามหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นปัญหาที่เป็นไปไม่ได้/หาคำตอบไม่ได้เพราะเงื่อนไขไม่สมบูรณ์
1 น้อยมาก หรือไม่พยายาม	• ไม่แสดงการตั้งปัญหา (เสนอกระดาดเปล่า) หรือเพียงคัดลอกข้อมูลจากข้อมูลที่กำหนดให้

ภาพประกอบ 8 การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการตั้งปัญหา

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการเตรียมความพร้อมทางด้านการประเมินผลการตั้งปัญหาให้กับนักศึกษาครูในกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 1 เพื่อให้ นักศึกษาครูมีความรู้ มีแนวคิดมองเห็นวิธีการและหลักการให้คะแนนและประเมินผลการตั้งปัญหาที่เหมาะสมในชั้นเรียน ก่อนออกไปปฏิบัติการสอนและประเมินผลการตั้งปัญหาภาคสนามต่อไป

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมสำคัญที่ใช้เสริมสร้างความสามารถทางการสอน การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู

1. การประเมินตนเอง (Self assessment)

วิธีการหนึ่งซึ่งเป็นประโยชน์ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักและรับทราบถึงสภาพปัญหาในด้านการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง รวมถึงผู้สอนสามารถที่จะแก้ไขสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของผู้เรียนได้ตรงจุด ได้แก่ วิธีการประเมินตนเอง วิธีการนี้สามารถทำให้ผู้เรียนและผู้สอนรับรู้ถึงความรู้สึก ความเชื่อ ความสนใจ และรูปแบบการคิดต่างๆ ได้

เทคนิคที่สำคัญและสามารถนำมาใช้ให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองมี 2 เทคนิคด้วยกัน ได้แก่ (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 23-29) เทคนิคการให้ผู้เรียนเขียนรายงานผล (Student reports) และเทคนิคการให้ผู้เรียนทำแบบสำรวจรายการ (Inventories)

1.1 เทคนิคการให้ผู้เรียนเขียนรายงานผล

ชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอตาฟเฟอร์ (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 24) ได้สร้างแบบคำถามที่ให้ผู้เรียนเขียนตอบหลังจากทำการแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ดังภาพประกอบ 9 ต่อไปนี้

การเขียนรายงานผล : ประเด็นคำถาม

ให้นักเรียนตอบคำถามต่างๆ ต่อไปนี้เพื่อช่วยให้นักเรียนมองและคิดย้อนกลับไป
ภายหลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหาเสร็จสิ้นลงแล้ว

- ❶ นักเรียนทำอะไร เมื่อแรกพบปัญหานักเรียนคิดถึงอะไร
- ❷ นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเลยหรือไม่ ใช้ยุทธวิธีใด ผลเป็นอย่างไร มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ยุทธวิธีนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาได้คำตอบเลยหรือไม่
- ❸ ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จ นักเรียนพยายามหายุทธวิธีอื่นมาลองใช้อีกหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร
- ❹ นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ นักเรียนรู้สึกอย่างไร
- ❺ นักเรียนตรวจสอบคำตอบหรือไม่ ลองใช้วิธีการอื่นๆ บ้างหรือไม่ นักเรียนแน่ใจหรือไม่ว่าคำตอบที่หาได้ถูกต้อง
- ❻ ความรู้สึกของนักเรียนโดยภาพรวมเป็นอย่างไรเกี่ยวกับการแก้ปัญหานี้

ภาพประกอบ 9 แบบคำถามในการเขียนรายงานผลของชาร์ลส์ (Charles) เลสเตอร์ (Lester) และโอตาฟเฟอร์ (O'Daffer)

ที่มา: Charles, R.; Lester, F.; & O'Daffer, P. (2008). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. p.24.

1.2 เทคนิคการให้ผู้เรียนทำแบบสำรวจรายการ

แบบสำรวจรายการมีลักษณะคล้ายกับแบบประเมินรายการ (Checklists) เพื่อประเมินผลการปฏิบัติการแก้ปัญหาและเจตคติต่อการแก้ปัญหของตนเอง โดยเป็นแบบสำรวจที่ให้ผู้เรียนแสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นต่อประเด็นในแต่ละข้อคำถามว่าเป็น “จริง” หรือ “เท็จ” อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้โครงการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem-Solving Project) ของมหาวิทยาลัยอินเดียนา (Indiana University) ได้สร้างแบบสำรวจรายการในการแก้ปัญหา (Charles, R.; Lester, F.; & O'Daffer, P. 2008: 27) แสดงได้ดังภาพประกอบ 10 ต่อไปนี้

แบบสำรวจรายการในการแก้ปัญหา

หลังจากที่ได้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาแล้วหลายปัญหาแล้ว ให้ท่านเติมคำว่า “จริง” หรือ “เท็จ” อย่างใดอย่างหนึ่งในช่องว่างหน้าข้อความในแต่ละข้อ ตามความรู้สึกหรือความคิดเห็นของท่าน

การทำรายการแบบสำรวจในการแก้ปัญหานี้ไม่มีถูกไม่มีผิดแต่อย่างใด

_____ 1. ฉันจะรีบใส่คำตอบในทันทีเพื่อแสดงให้เห็นว่าฉันจบปัญหาแล้ว	_____ 2. ฉันไม่สนุกเลยในการพยายามที่จะแก้ปัญหา
_____ 3. ฉันจะพยายามแก้ปัญหาทุกปัญหา	_____ 4. เมื่อฉันไม่ได้คำตอบและไม่ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ฉันก็จะไม่ทำต่อ
_____ 5. ฉันชอบพยายามแก้ปัญหายากๆ	_____ 6. ฉันมีมันสมองในการคิดแก้ปัญหาไม่ดีกว่ากับนักเรียนคนอื่น ๆ
_____ 7. ฉันสามารถแก้ปัญหาได้เฉพาะปัญหาที่คนอื่น ๆ แก้ได้เท่านั้น	_____ 8. ฉันจะไม่หยุดแก้ปัญหาจนกว่าฉันจะค้นพบคำตอบ
_____ 9. ฉันแน่ใจว่าฉันสามารถแก้ปัญหาได้ทุกปัญหา	_____ 10. ฉันสามารถอดทนแก้ปัญหาได้ถึงแม้ว่าจะต้องใช้ระยะเวลานานๆ
_____ 11. ฉันแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนคนอื่น ๆ อีกหลายคน	_____ 12. ฉันต้องการใครสักคนมาช่วยฉันแก้ปัญหา
_____ 13. ฉันสามารถแก้ปัญหายากๆ ได้ทั้งหมด	_____ 14. มีบางปัญหาเหมือนกันที่ฉันไม่อยากลองแก้
_____ 15. ฉันไม่ชอบลองแก้ปัญหาที่ยากเกินจะเข้าใจ	_____ 16. ฉันจะเก็บปัญหาไปคิดจนกระทั่งค้นพบคำตอบ
_____ 17. ฉันชอบพยายามแก้ปัญหา	_____ 18. ฉันสามารถล้มเลิกปัญหาได้ทันที
_____ 19. ปัญหาส่วนใหญ่ยากเกินไปสำหรับฉันที่จะแก้ปัญหา	_____ 20. ฉันเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีคนหนึ่ง

ภาพประกอบ 10 แบบสำรวจรายการในการแก้ปัญหามหาวิทยาลัยอินเดียนา (Indiana University)

ที่มา: Charles, R.; Lester, F.; & O'Daffer, P. (2008). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. p.27.

แบบสำรวจรายการในการแก้ปัญหาในภาพประกอบ 10 ประกอบด้วยคำถาม 20 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มประเภทตามคุณลักษณะ ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มข้อความเกี่ยวกับความยินดีหรือเต็มใจ (Willingness) ที่จะทำกิจกรรมการแก้ปัญหา (ข้อ 2, 3, 5, 14, 15, 17)

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มข้อความเกี่ยวกับความเพียรพยายาม (Perseverance) ขณะทำการแก้ปัญหา (ข้อ 1, 4, 8, 10, 16, 18)

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มข้อความเกี่ยวกับความมั่นใจในตนเอง (Self-confidence) ในเรื่อง การแก้ปัญหา (ข้อ 6, 7, 9, 11, 12, 13, 19, 20)

โดยข้อความมีทั้งความรู้สึกในเชิงบวก (ข้อ 3, 5, 8-11, 13, 16, 17, 20) และเชิงลบ (ข้อ 1, 2, 4, 6, 7, 12, 14, 15, 18, 19) ปะปนกันไป ทั้งนี้การให้คะแนนได้กำหนดดังนี้ สำหรับข้อความ

ในแต่ละข้อที่เป็นเชิงลบ ถ้าตอบ “จริง” ให้ 0 คะแนน ถ้าตอบ “เท็จ” ให้ 1 คะแนน สำหรับข้อคำถามในแต่ละข้อที่เป็นเชิงบวก ถ้าตอบ “เท็จ” ให้ 0 คะแนน ถ้าตอบ “จริง” ให้ 1 คะแนน โดยผลการวิจัยจากโครงการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem-Solving Project) ของมหาวิทยาลัยอินเดียนา (Indiana University) เมื่อใช้แบบสำรวจรายการดังกล่าวกับนักเรียนเกรด 5 จำนวน 100 คน (Charles, R.; Lester, F.; & O'Daffer, P. 2008: 27) พบว่า คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.83 (จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน) ซึ่งเมื่อแบ่งพิจารณาตามคุณลักษณะทั้งสามกลุ่ม พบว่า คะแนนความยินดีหรือเต็มใจ (Willingness) ที่จะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเท่ากับ 4.34 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน) คะแนนความเพียรพยายาม (Perseverance) ขณะทำการแก้ปัญหาเท่ากับ 3.94 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน) และคะแนนความมั่นใจในตนเอง (Self-confidence) ในเรื่องการแก้ปัญหาเท่ากับ 4.55 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน)

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักศึกษาครูได้ประเมินตนเอง โดย

- 1) ให้นักศึกษาครูลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วเขียนรายงานผล (Student reports) โดยให้เขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในทันทีหลังจากที่แก้ปัญหาและตั้งปัญหาเสร็จแล้ว จากประเด็นคำถามที่ตั้งไว้
- 2) ให้นักศึกษาครูทำแบบสำรวจรายการ (Inventories) เพื่อประเมินผลการปฏิบัติการแก้ปัญหาและเจตคติต่อการแก้ปัญหาของตนเอง (โดยเป็นแบบสำรวจที่ให้นักศึกษาครูแสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นต่อประเด็นในแต่ละข้อคำถามว่าเป็น “จริง” หรือ “เท็จ” อย่างใดอย่างหนึ่ง)

2. การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems)

ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนและเป็นปัญหาแปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหามustใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการต่างๆ และประสบการณ์หลายอย่างประมวลเข้าด้วยกันเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา (Reys; et al. 2004: 115-117)

ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบเปิดกว้าง หรือมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบได้หลายวิธี เรามักพบปัญหาปลายเปิดได้โดยทั่วไปในการสอนในชั้นเรียนตามปกติเมื่อผู้สอนใช้ถามนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความหลากหลายของวิธีการหรือแนวทางเข้าสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด (NCTM. 1989: 210)

ส่วนปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามustใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งต้องใช้วิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูลทั้งที่กำหนดในปัญหาและอยู่นอกปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล เป็นต้น ปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่สามารถทำให้ผู้แก้ปัญหามองเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ได้ (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 13)

ในกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติโดยทั่วไปครูมักจะใช้แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเป็นสื่อการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนฝึกคิดคำนวณและแก้ปัญหาเพิ่มเติม ซึ่งนักเรียนสามารถหาคำตอบได้โดยใช้วิธีการทำนองเดียวกับตัวอย่าง นอกจากนั้นแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนมุ่งเน้นไปที่การหาคำตอบเพียงอย่างเดียว ไม่ค่อยช่วยให้นักเรียนอยากคิดแก้ปัญหา แนวทางอย่างหนึ่งที่ครู ผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนได้ก็คือ การนำปัญหาที่ดีมาใช้ ปัญหาที่ดีในที่นี้ หมายถึงปัญหาที่เจาะลึกแนวคิดของนักเรียน แปลกใหม่ ดึงดูดความสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสถานการณ์ตามความเป็นจริง และใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย ปัญหาที่ดีดังกล่าวสอดคล้องกับประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งสามประเภท ได้แก่ ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะให้นักศึกษาคูทำกิจกรรมที่ได้ลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-Routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems) โดย

1) แก้ปัญหาที่ท้าทาย คิดได้หลายวิธี และใช้ความรู้พื้นฐานในการแก้ปัญหาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักศึกษาคูมีอิสระในการคิดตัดสินใจ และมีเวลาในการคิดไตร่ตรอง

2) ตั้งปัญหาโดยปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วและตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยให้เป็นปัญหาที่ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป เป็นปัญหาที่น่าสนใจท้าทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์

3. การฝึกการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.1 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้การดำรงชีวิตของคนเรามีความแตกต่างจากสัตว์โลกชนิดอื่น สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น การให้เหตุผลส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต

มีงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่า การสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผลดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ การสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลจะทำให้ให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม (สสวท. 2550ก: 38)

บาร์ดีย์ (Baroody. 1993: 59) ได้จำแนกชนิดของเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับชั้นเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ (Intuitive reasoning) เป็นเหตุผลที่คนเรามีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะตัดสินใจ จึงตัดสินใจบนข้อมูลที่เห็นและตามความรู้สึก ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่วางอยู่บนสิ่งที่ปรากฏหรือข้อสันนิษฐาน ซึ่งทั้งสิ่งที่ปรากฏและข้อสันนิษฐานนี้อาจถูกหรือผิดก็ได้ (Baroody. 1993: 60)

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเชื่อว่าน่าจะถูกต่อน่าจะเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริงและยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนั้นว่าข้อความคาดการณ์ (Conjecture) การแก้ปัญหาของคนเราจะเริ่มต้นด้วยการให้เหตุผลแบบอุปนัยตั้งข้อความคาดการณ์ก่อน จากนั้นจึงค่อยหาเหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านข้อคาดการณ์นั้นด้วยเหตุผลแบบนิรนัยเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจหรืออ้างอิงต่อไป (Baroody. 1993: 79)

3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วให้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์อ้างจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้นเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ เชื่อกันว่าการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นเหตุผลที่เชื่อถือได้มากที่สุด เนื่องจากเป็นเหตุผลที่สร้างบนพื้นฐานทางตรรกศาสตร์

ครูลิกและรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993: 10) เชื่อว่าพฤติกรรมทุกอย่างที่คนเรากระทำนั้นล้วนเป็นผลสรุปที่ได้มาจากระบวนการทางด้านเหตุผลทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้การพัฒนาทักษะทางด้านเหตุผลจึงต้องถือเป็นเป้าหมายแรกๆ ของครูทุกคนในทุกชั้นเรียน

3.2 การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียน แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย (สสวท. 2550ก: 59)

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989) ได้กำหนดให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผ่านช่องทางการสื่อสาร ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และการแสดงท่าทางผ่านการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน และตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น มาช่วยในการสื่อความหมาย

ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องอาศัยสัญลักษณ์ ตัวแปร ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองมาช่วยในการเสนอแนวคิดหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความกะทัดรัดชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทั้งนี้เพื่อให้ครูผู้สอน เพื่อนของผู้เรียน หรือผู้เกี่ยวข้องสามารถรับรู้แนวคิดหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยฝึกให้นักศึกษาครูเกิดทักษะและกระบวนการให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแสดงการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งฝึกวิธีการให้เหตุผลที่ทำให้ผู้อื่นเชื่อตามและยอมรับได้ โดยคำนึงถึงการให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นหลัก พร้อมทั้งส่งเสริมให้นักศึกษาครูเกิดทักษะและกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการแสดงการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมต่อไปนี้

- 1) ใช้การออกมานำเสนอผลการปฏิบัติงานพร้อมทั้งแสดงเหตุผลหน้าชั้นเรียน การสื่อสารแนวคิดที่ได้ระหว่างเพื่อนสมาชิกในกลุ่มและระหว่างกลุ่มปฏิบัติงาน ร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ค้นพบในแง่ของความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของคำตอบ
- 2) ใช้การเขียนบันทึก (Journal writing) เพื่อสะท้อนแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้

4. การฝึกการรู้คิด (Metacognition)

การรู้คิดหมายถึงการคิดที่ลึกซึ้งหรือการไตร่ตรองเกี่ยวกับการคิดของตนเอง คือรู้ว่าตนกำลังอยู่ในกระบวนการคิดใดและสามารถควบคุมตนเองให้ทำตามนั้นได้ ผู้ที่ได้รับการฝึกการรู้คิดจะมีความตระหนักในงานและสามารถใช้ยุทธวิธีในการทำงานจนสำเร็จอย่างสมบูรณ์ได้ องค์ประกอบของการรู้คิด ได้แก่ 1) การตระหนักรู้ (Awareness) และ 2) ความสามารถในการควบคุมตนเอง (Self-Regulation) (Fortunato; et al. 1991: 39, Schoenfeld. 1992: 189)

กระบวนการของการรู้คิดประกอบด้วย

- 1) การวางแผน (Planning) เป็นการดำเนินการเพื่อให้รู้ว่าตนเองจะทำงานนั้นอย่างไร พฤติกรรมในขั้นนี้ประกอบด้วย การตั้งเป้าหมาย การสำรวจทรัพยากรที่เกี่ยวข้องรวมถึงงบประมาณ เวลาที่จะใช้ และการเลือกยุทธวิธีที่จะใช้
- 2) การกำกับ (Monitoring) เป็นการควบคุมการคิดของตนเอง พฤติกรรมในขั้นนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเอง การทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนการที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด และการทบทวนความคิดเกี่ยวกับความเหมาะสมของขั้นตอนและวิธีการ
- 3) การประเมิน (Evaluating) เป็นการตรวจสอบและประเมินผลลัพธ์เพื่อค้นหาระดับความเข้าใจของตนเองและพัฒนางานให้ดีขึ้น

นักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม (Cognitivism) เชื่อว่าการรู้คิดเป็นหัวใจสำคัญของการเกิดการเรียนรู้จึงต้องสนับสนุนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการรู้คิดให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

กิจกรรมการฝึกการรู้คิดอย่างหนึ่งสำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้แบบประเมิน เพื่อให้ผู้เรียนรายงานความคิดหลังจากได้แก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ฟอร์ตดูเนโตและคณะ (Fortunato; et al. 1991: 39) ได้สร้างแบบประเมินที่วัดกระบวนการของการรู้คิดได้ครอบคลุมทั้งด้านการวางแผน การกำกับ และการประเมิน แบบประเมินที่ฟอร์ตดูเนโตและคณะสร้างขึ้นนี้ได้พัฒนาต่อมาจากแบบประเมินของซอนฟิลด์ (Schoenfeld) และแบบประเมินของคอร์โนและแมนดิเนช (Corno and Mandinach) เพื่อใช้ประเมินความสามารถทางการรู้คิดของนักเรียนเกรด

7 หลังจากให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย 1 ปัญหา แบบประเมินดังกล่าวประกอบด้วยคำถาม 21 ข้อ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มตามจุดเน้น ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เน้นที่การตีความปัญหาและยุทธวิธีวางแผนแก้ปัญหา

กลุ่มที่ 2 เน้นที่กระบวนการควบคุมในการหาคำตอบ

กลุ่มที่ 3 เน้นที่การประเมินการจัดการกับปัญหา

กลุ่มที่ 4 เน้นที่ยุทธวิธีเฉพาะหรือวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด

โดยในการตอบแบบประเมินทั้ง 4 ตอนของนักเรียนจะสามารถสะท้อนให้เห็นถึงความคิดหรือพฤติกรรมทางความคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นจริงทั้งก่อน ระหว่าง และหลังจากการแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ด้วยการเลือกคำตอบว่า “ใช่” “ไม่ใช่” หรือ “อาจจะ” ก็ได้ โดยมีหลักการดังนี้

ตอบว่า “ใช่” เมื่อนักเรียนได้ทำพฤติกรรมเช่นนั้น

ตอบว่า “ไม่ใช่” เมื่อนักเรียนไม่ได้ทำพฤติกรรมเช่นนั้น

ตอบว่า “อาจจะ” เมื่อนักเรียนไม่แน่ใจว่าได้ทำพฤติกรรมเช่นนั้นหรือไม่

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะให้นักศึกษาศรัฝึกการรู้คิด (Metacognition) โดย

1) ให้นักศึกษาศรัฝึกเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจากปัญหาที่ต้องอาศัยการเปลี่ยนมุมมองในการคิด

2) ให้นักศึกษาศรัทำแบบประเมินเพื่อรายงานความคิดของตนเองในทันทีหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ซึ่งวัดกระบวนการรู้คิดที่ครอบคลุมทั้งด้านการวางแผน การกำกับ และการประเมิน

5. การอภิปรายจากการดูบันทึกวิทัศน์การสอน

จากงานวิจัยของ ณิชรา อ่ำอำไพ (2543) ที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการนิเทศการสอน คณิตศาสตร์โดยใช้วิทัศน์ พบว่า การใช้วิทัศน์ช่วยในการวิเคราะห์การสอนได้ละเอียดและชัดเจน ช่วยตรวจสอบการสอนและประเมินการสอนได้ และเป็นเครื่องมือในการให้ผลย้อนกลับทางการสอนที่ดี นอกจากนี้ในกระบวนการของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ (Lesson study) เครื่องมือที่ดีที่สามารถนำมาใช้ในการสะท้อนผลการสอนของครู ได้แก่ การใช้วิทัศน์บันทึกการสอน โดยสามารถทำให้ครูผู้สอน กลุ่มครูที่เข้าร่วมสังเกตการสอน และผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถย้อนระลึกถึงการปฏิบัติการสอน ตรวจสอบและประเมินผลการสอนและขั้นตอนการปฏิบัติการสอนได้เป็นอย่างดี สามารถเก็บรายละเอียด และมุมมองที่ผู้สอนมองไม่เห็น และเป็นเครื่องมือเพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ อภิปราย วิพากษ์ และพัฒนาการเรียนการสอนได้ (Stigler; & Hiebert. 1999., Isoda; et al. 2007., Lewis. 2000., Fernandez; et al. 2001)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะให้นักศึกษาศรัดูบันทึกวิทัศน์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์การสอนในประเด็นต่อไปนี้

1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน

2) เทคนิควิธีการสอน

- 3) สื่อการเรียนรู้
- 4) การใช้คำถามกระตุ้น
- 5) การประเมินผล
- 6) จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ

6. การฝึกปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

ชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอตาฟเฟอร์ (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 64-65) ได้แนะนำครูผู้สอนเกี่ยวกับวิธีการฝึกปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาของนักเรียนไว้ 8 ประการ ดังนี้

- 1) ควรประเมินงานของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอและอย่างเป็นระบบ
 - 2) ควรประเมินกระบวนการคิดต่างๆ ของนักเรียนเข้าไปด้วยเมื่อนักเรียนให้คำตอบต่างๆ มา
 - 3) การประเมินผลต้องสอดคล้องกับเป้าหมายของการเรียนการสอน
 - 4) ควรประเมินเจตคติและความเชื่อต่างๆ เกี่ยวกับการแก้ปัญหาของนักเรียนไปด้วยกันกับการประเมินผลการปฏิบัติการแก้ปัญหา
 - 5) ควรสังเกตจากความพยายามในการปฏิบัติงานกลุ่มและงานเขียนของนักเรียนโดยให้เป็นส่วนที่สำคัญของการประเมิน
 - 6) ควรใช้การสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลเท่าที่จะทำได้
 - 7) ไม่ควรรู้สึกว่าจะต้องประเมินนักเรียนทุกคนในเวลาเดียวกัน หรือต้องบันทึกผลงานของนักเรียนในการแก้ปัญหาไปเสียทุกอย่าง และ
 - 8) ควรบอกหรือแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ครูต้องการจะประเมินผลจากการปฏิบัติงานของนักเรียนไปด้วยว่านักเรียนต้องทำอะไรถึงจะผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้
- สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักศึกษาครูได้ฝึกปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดย

- 1) ให้นักศึกษาครูแต่ละคนได้ทำบทบาทหน้าที่เป็นทั้งผู้ประเมินและผู้รับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของเพื่อนนักศึกษาครูคนอื่นๆ ฝึกการประเมินทั้งงานเขียนโดยประเมินกระบวนการคิดต่างๆ ของเพื่อนพร้อมไปกับคำตอบที่ได้รับ ฝึกการใช้เกณฑ์การให้คะแนน การบอกเหตุผลของการให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ตลอดจนฝึกประเมินเจตคติและความเชื่อต่างๆ เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
- 2) ให้นักศึกษาครูฝึกประเมินและอภิปรายตัวอย่างงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจริงของนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไป

7. การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching)

ทิสนา แชมมณี (2552: 412-413) กล่าวว่า การสอนแบบจุลภาคเป็นการฝึกทักษะการสอนก่อนออกไปสู่สถานการณ์จริงในโรงเรียน วัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้นักศึกษาคูได้ฝึกปฏิบัติการสอนในจุดที่ยังทำไม่ได้หรือยังทำไม่ได้ดี เป็นการฝึกซ้อมให้ตนเองมีความพร้อมในการไปปฏิบัติงานจริงในโรงเรียน หลักของการฝึกทักษะการสอนมีอยู่ 3 ประการ คือ

1) **การเป็นแบบอย่างที่ดี** การฝึกทักษะจะได้ผลดี หากผู้ฝึกได้เห็นแบบอย่างที่ดีในเรื่องนั้น ซึ่งแบบอย่างนี้อาจเป็นตัวบุคคลจริง หรืออาจอยู่ในรูปของสื่อก็ได้ เช่น ภาพยนตร์ วิดีทัศน์ เทป สไลด์ ภาพนิ่ง เป็นต้น

2) **การมีเกณฑ์ที่ดีและชัดเจน** หากทักษะการสอนที่จะฝึกมีเกณฑ์ของการกระทำที่ชัดเจน และมีลักษณะเป็นรูปธรรมหรือระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนจะช่วยให้การฝึกประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี เนื่องจากผู้รับการฝึกจะรู้ว่าควรจะต้องทำอะไรบ้าง การรู้ถึงพฤติกรรมที่คาดหวังอย่างชัดเจนย่อมเป็นแนวทางให้ผู้รับการฝึกเดินไปสู่เป้าหมายได้ตรงทาง ไม่หลงทาง

3) **การได้รับข้อมูลป้อนกลับ (Feed back)** หากผู้รับการฝึกได้รับการกระทำและผลของการกระทำของตนเองด้วยตนเองแล้ว จะช่วยให้ผู้รับการฝึกยอมรับที่จะแก้ไขและเห็นจุดและแนวทางที่จะปรับปรุงแก้ไขพฤติกรรมของตน

เนื่องจากในการฝึกทักษะการสอนตามหลักสูตรครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ ประสบปัญหาที่ผู้เรียนมีจำนวนมากและเวลาฝึกมีน้อย จึงได้มีการพัฒนาแนวคิดการสอนแบบจุลภาคขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว การสอนแบบนี้ใช้การย่อส่วนทั้งในด้านบทเรียน ผู้เรียน และเวลาเรียน กล่าวคือผู้รับการฝึกจะไม่สอนทั้งบทเรียน แต่จะเลือกเฉพาะขั้นตอนหรือจุดที่ตนต้องการจะฝึกฝนเท่านั้น ส่วนผู้เรียนก็ไม่จำเป็นต้องใช้ทั้งชั้นเรียน อาจใช้เพียง 3 – 10 คนก็ได้ และหากไม่สามารถหาผู้เรียนจริง อาจให้เพื่อนร่วมชั้นเป็นผู้เรียนให้ก็ได้ (แต่ควรเลือกบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน) การฝึกใช้เวลาไม่มากเพียงประมาณ 5 – 10 นาที ก็เพียงพอสำหรับทักษะหนึ่งๆ ด้วยวิธีการย่อส่วนดังกล่าว การสอนแบบจุลภาคจึงเป็นวิธีการที่สามารถใช้ฝึกทักษะการสอนให้แก่ นักศึกษาจำนวนมากๆ ได้ในเวลาจำกัด (ทิสนา แชมมณี. 2552: 413)

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักศึกษาคูฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดย

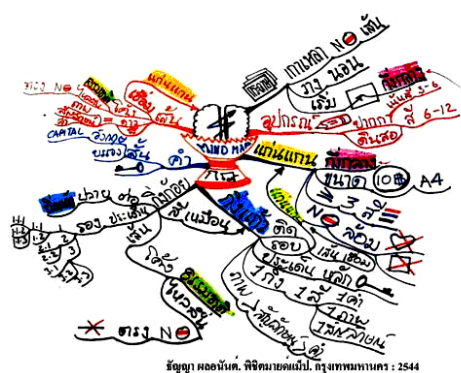
- 1) ให้นักศึกษาคูเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน
- 2) ให้นักศึกษาคูได้ฝึกทักษะการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยใช้การฝึกสอนแบบจุลภาคในชั้นเรียนก่อนออกไปสู่การสอนในโรงเรียนจริงต่อไป

8. การเขียนแผนผังความคิด (Mind map)

การเขียนแผนผังความคิดเป็นเทคนิคการจดบันทึกที่พัฒนาขึ้นจากความรู้เรื่องสมองและความทรงจำของมนุษย์ เดิมมนุษย์แทบทุกชาติ ทุกภาษาจดบันทึกแบบเส้นตรง ขนานกันไปเป็น

แถวๆ มานานหลายศตวรรษ ต่อมาเมื่อประมาณก่อนปี พ.ศ.2520 เล็กน้อย มนุษย์จึงรู้เรื่องการทำงาน ของสมองมากขึ้น โทนี บูซาน (Tony Buzan) ได้เสนอวิธีการจดบันทึกแบบใหม่ขึ้น โดยศึกษาจาก บันทึกของนักเรียนและนักศึกษาที่เรียนเก่งๆ ประกอบกับค้นคว้าบันทึกของผู้ที่ได้รับการยกย่องว่า เป็นอัจฉริยะบุคคลของโลก เช่น ลีโอนาโด ดา วินชี (Leonardo da Vinci) อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) รวมทั้งนักการเมืองคนสำคัญอย่าง ประธานาธิบดี จอห์น เอฟ. เคนเนดี (John Fitzgerald Kennedy) โทนี บูซาน เรียกวิธีการจดบันทึกนี้ว่า Mind map (ธัญญา ผลอนันต์. 2545)

หลักการสำคัญของการเขียนแผนผังความคิด ก็คือการใช้ภาพ สี และเส้น ร่วมกันในการ จดบันทึก โดยเริ่มจากตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษที่ไม่มีเส้น ความคิดต่างๆ อาจจะแทนด้วยคำสำคัญ ที่แทนประเด็นหลักหรือภาพที่แทนความคิดนั้น มีเส้นโยงเชื่อมต่อกันแบบเดียวกับที่สมองทำงาน ตัวอย่างการเขียนแผนผังความคิดแสดงได้ดังภาพประกอบ 11 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างการเขียนแผนผังความคิด (Mind map)

ทิตนา แคมมณี (2552: 389-392) ได้กล่าวถึงขั้นตอนหลักในการทำแผนผังความคิดไว้ว่า

- 1) เขียนความคิดรวบยอดหลักไว้ตรงกลาง แล้วแตกสาขาออกไปเป็นความคิดรวบยอดย่อยๆ
- 2) เขียนคำที่เป็นตัวแทนความหมายของความคิดนั้นๆ ลงไป และใช้รูปเรขาคณิตแสดงระดับของคำ คำใดอยู่ในขอบเขตหรือระดับเดียวกัน ใช้รูปเรขาคณิตเดียวกันล้อมรอบคำนั้น
- 3) ลากเส้นเชื่อมโยงความคิดเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของความคิดต่างๆ เส้นที่ใช้อาจเป็นส่วนของเส้นตรง เส้นโค้ง หรืออาจใช้ลูกศรแสดงความเชื่อมโยงของความคิดต่างๆ
- 4) ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ เป็นตัวแทนความหมายของความคิดและความรู้สึกต่างๆ
- 5) สร้างแผนผังความคิดให้สมบูรณ์ ตามความเข้าใจของตน

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะให้ศึกษาคูศีกษา รวบรวม และสรุปความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา และความรู้เกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา แล้วจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) สรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมด และนำมาอภิปรายในชั้นเรียน

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ (Lesson study)

‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ เป็นกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครูที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน ซึ่งถือกำเนิดในระบบการศึกษาของประเทศญี่ปุ่น ส่งผลให้ครูได้ตรวจสอบการปฏิบัติงานของตนเองอย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนาไปสู่การเป็นครูผู้สอนที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การตรวจสอบดังกล่าวมีลักษณะสำคัญอยู่ที่ครูได้ร่วมกันทำงานอย่างต่อเนื่องเพื่อการศึกษา วิเคราะห์บทเรียน ร่วมมือกันวางแผนการสอน สร้างสรรค์สื่อการเรียนการสอน ทดลองใช้แผนการสอน มีการสังเกตการใช้แผนการสอนในห้องเรียนจริง มีการวิพากษ์วิจารณ์สะท้อนผลการสอน และมีการทดลองใช้แผนการสอนซ้ำอีกครั้งหลังจากที่ได้ปรับปรุงแผนร่วมกันแล้ว แนวคิดของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ เป็นวิธีการที่มีการศึกษาแล้วว่ามีประสิทธิภาพ มุ่งเน้นปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียน และเป็นกระบวนการที่ผลักดันให้ครูผู้สอนในโรงเรียนสามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นเป้าหมายที่สำคัญที่สุดได้ (Stigler; & Hiebert. 1999., Isoda; et al. 2007., Lewis. 2000., Fernandez; et al. 2001)

เลวิส (Lewis. 2000) ได้เสนอกระบวนการใน ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ ไว้ 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: การกำหนดจุดเน้นของบทเรียน (Focusing the lesson)

โดยปกติแล้ว ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ จะมุ่งเน้นไปที่การตั้งเป้าหมายโดยภาพกว้างของโรงเรียน เช่น ความต้องการพัฒนานักเรียนให้เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างอิสระ มีความกระตือรือร้นในการเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นต้น กลุ่มครูผู้สอนจะร่วมกันกำหนดเป้าหมายกว้างๆ จากนั้นจึงเลือกเนื้อหาของบทเรียนอย่างเฉพาะเจาะจง ซึ่งจะพิจารณาจากแนวคิดที่เป็นปัญหาสำหรับครูในการสอน และเป็นเรื่องที่ยากสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2: การวางแผนการสอน (Planning the lesson)

กลุ่มครูผู้สอนศึกษาค้นคว้าในหัวข้อเรื่องที่ร่วมกันกำหนดขึ้นมา ศึกษาจากหนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงร่วมกันพัฒนาแผนการสอนและนำแผนฉบับร่างนั้นเสนอต่อคณะกรรมการของโรงเรียนเพื่อนำมาเป็นข้อมูลป้อนกลับในมุมมองที่กว้างขึ้น

ขั้นตอนที่ 3: การสอนตามแผนการสอนที่ได้สร้างขึ้น (Teaching the lesson)

ตัวแทนครูคนหนึ่งในกลุ่มจะรับหน้าที่เป็นผู้สอนตามแผนการสอนที่ได้ร่วมสร้างขึ้นในห้องเรียนของตนเอง โดยเพื่อนครูคนอื่นๆ คอยสังเกตการสอนนั้นอย่างใกล้ชิดหลังห้องเรียน พร้อมทั้งบันทึกสิ่งที่นักเรียนและครูได้ทำและได้มีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งอาจใช้การบันทึกวีดิทัศน์ ภาพถ่าย เครื่องบันทึกเสียง และงานของนักเรียนประกอบเป็นหลักฐาน

ขั้นตอนที่ 4: การสะท้อนและประเมินผลการสอน (Reflecting and evaluating)

กลุ่มครูนัดประชุมกันหลังเวลาที่มีการเรียนการสอนตามปกติในแต่ละวันเพื่ออภิปรายผล สะท้อนผลการสอนและสิ่งที่เป็นข้อสังเกตในการเรียนการสอนที่เพื่อนครูเก็บรวบรวมได้ ผู้ที่มีบทบาทเป็นคนแรกคือครูผู้ทำหน้าที่สอนจะเป็นผู้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนที่สอนไปว่า

บรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้หรือไม่ อย่างไร และบ่งชี้ให้เห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวครูในการสอนคืออะไร จากนั้นเพื่อนครูคนอื่นๆ จะช่วยกันให้ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้ปรับปรุงบทเรียนต่อไป

ขั้นตอนที่ 5: การปรับปรุงแก้ไขแผนการสอน (Revising the lesson)

บนพื้นฐานของปัญหาที่ได้รับพบในการสอนครั้งแรก กลุ่มเพื่อนครูจะทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนใหม่โดยใช้สิ่งที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่ครูสังเกตเห็นระหว่างที่สังเกตการสอนในช่วงโมเรียน กลุ่มครูอาจนัดประชุมกันในเวลาที่เหมาะสม เช่น หลังเลิกเรียน พักกลางวัน ตอนเช้าก่อนเข้าสอน หรือเป็นช่วงเวลาที่โรงเรียนจัดสรรให้ในเวลาปกติเพื่อปรับปรุงบทเรียนและเตรียมความพร้อมสำหรับการสอนบทเรียนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วเป็นครั้งที่สอง บางครั้งกลุ่มครูอาจตัดสินใจไม่สอนบทเรียนนั้นใหม่อีกครั้งถ้าหากการสอนครั้งแรกบรรลุเป้าหมายของการเรียนการสอนนั้นๆ แล้ว

ขั้นตอนที่ 6: การสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว (Teaching the revised lesson)

แผนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วอาจถูกนำมาใช้สอนใหม่อีกครั้งกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเดิม ครูผู้รับหน้าที่สอนในครั้งที่สองอาจเป็นครูคนเดิมที่สอนในครั้งแรก หรืออาจเป็นเพื่อนครูคนใหม่ในกลุ่มก็ได้ ในขั้นตอนนี้ก็จะเชิญครูในโรงเรียนให้เข้าร่วมสังเกตการสอนด้วย

ขั้นตอนที่ 7: การสะท้อนและประเมินผลการสอน (Reflecting and evaluating)

ครูทั้งหมดในกลุ่มมีส่วนได้อภิปรายซักถามในประเด็นต่างๆ ไปเกี่ยวกับการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น โดยปกติแล้วในขั้นตอนนี้จะมีผู้เชี่ยวชาญภายนอก ซึ่งอาจมาจากมหาวิทยาลัยเข้าร่วมสะท้อนผลกับกลุ่มครู โดยผู้เชี่ยวชาญภายนอกจะเป็นผู้ที่อภิปรายสรุปปิดท้าย

ขั้นตอนที่ 8: การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลลัพธ์ที่ได้ (Sharing results)

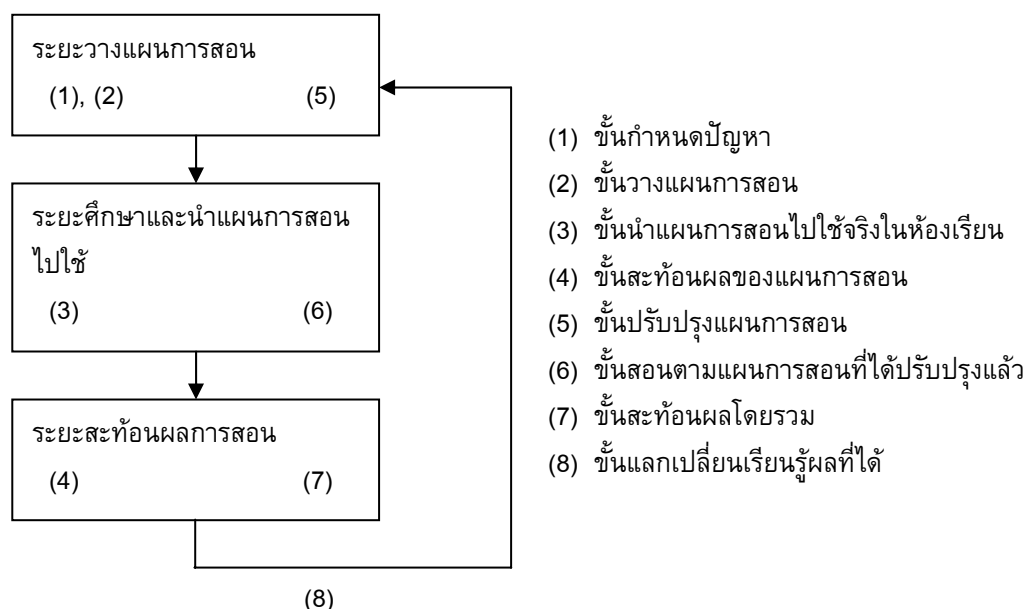
กลุ่มครูจะแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับบทเรียนที่ได้พัฒนาขึ้นจากกระบวนการของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ และอาจมีการสร้างคลังของบทเรียนที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมไว้ บางครั้งข้อสรุปเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่ได้จะได้รับการตีพิมพ์เป็นรายงาน ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ นอกจากนี้ทางโรงเรียนอาจมีการจัดนิทรรศการเพื่อเผยแพร่ผลงานโดยเชิญครูจากโรงเรียนอื่นให้เข้าร่วมสังเกตการสอน อภิปราย สะท้อนผลถึงบทเรียนที่พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มครู

นอกจากนี้ บาบ่า (Baba. 2007: 2-7) ได้เสนอกระบวนการโดยทั่วไปของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ ว่าประกอบด้วย 3 ระยะใหญ่ๆ ได้แก่

- 1) ระยะวางแผนการสอน
- 2) ระยะศึกษาและนำแผนการสอนไปใช้ และ
- 3) ระยะสะท้อนผลการสอน

โดยแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยๆ 8 ขั้นตอนเช่นเดียวกัน ได้แก่ 1) ขั้นตอนหาปัญหา 2) ขั้นตอนวางแผนการสอน 3) ขั้นตอนนำแผนการสอนไปใช้จริงในห้องเรียน 4) ขั้นตอนสะท้อนผลของแผนการสอน 5) ขั้นตอนปรับปรุงแผน

การสอน 6) ขั้นสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว 7) ขั้นสะท้อนผลโดยรวม และ 8) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลที่ได้ โดยแสดงได้ในภาพประกอบ 12 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 12 กระบวนการของ ‘การศึกษาค้นพบการเรียนรู้’ (Lesson study) ของบาบา (Baba)

ที่มา: Baba, T. (2007). Japanese Education and Lesson Study: An Overview. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. p.2.

จากภาพประกอบ 12 ขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 เป็นขั้นตอนแรกของการดำเนินงาน ผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 (ขั้นสะท้อนผลของแผนการสอน) จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในขั้นตอนที่ 5 ถึง 7 เพื่อได้ร่องถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในห้องเรียนอย่างละเอียด การร่วมแรงร่วมใจในการทำงานของครูช่วยทำให้มีการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอน กระบวนการนี้จะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเป็นวงจรของ ‘การศึกษาค้นพบการเรียนรู้’ ครูที่ร่วมกันปฏิบัติงานจะมีประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานกลุ่มที่ดีขึ้น สามารถยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันและทำให้เกิดเครือข่ายการทำงานร่วมกันที่เข้มแข็ง

จากงานวิจัยในหลายๆ ประเทศ (Stigler; & Hiebert. 1999., Isoda; et al. 2007., Lewis. 2000., Fernandez; et al. 2001) พบว่า ‘การศึกษาค้นพบการเรียนรู้’ มีผลในทางบวกต่อนักเรียนและครูผู้สอน ดังนี้

1) ‘การศึกษาค้นพบการเรียนรู้’เป็นกระบวนการโดยตรงที่ช่วยในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

2) สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนห้องหนึ่งอาจไม่เหมาะสมกับนักเรียนอีกห้องหนึ่งหรือเหมาะสมในปีการศึกษานี้ แต่อาจไม่เหมาะสมในปีการศึกษาถัดไป ดังนั้นจากประสบการณ์ของครูทำให้ตระหนักและคำนึงถึงความเหมาะสมในประเด็นนี้มากยิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบทเรียนอื่นๆ ได้

3) มีการร่วมมือกันเป็นอย่างดีระหว่างครูผู้สอน โดยสมาชิกกลุ่มทุกคนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์ และอภิปรายถึงแนวทางในการพัฒนาบทเรียนที่ดีมีคุณภาพ ซึ่งทำให้ครูได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับวิธีสอนและการจัดการชั้นเรียนที่แตกต่างกันจากเพื่อนครูด้วยกัน

4) การมีส่วนร่วมในกระบวนการ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ ของครูทำให้ครูได้พัฒนาวิชาชีพทั้งด้านความรู้และการจัดการเรียนการสอน ซึ่งการวิจัยในชั้นเรียนในลักษณะนี้จะทำให้ครูได้ปรับปรุงการสอนและช่วยให้ครูได้พัฒนาวิชาชีพของตนเองด้วย

5) ครูได้พัฒนาทักษะด้านการบริหารจัดการและการตัดสินใจเพื่อให้กลุ่มทำงานสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

6) จุดประกายและส่งเสริมให้ครูเกิดความกระตือรือร้นที่จะปรับปรุงการสอนของตนเองอย่างสม่ำเสมอ

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ มาใช้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาครูฝึกสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนตามรูปแบบในระยะที่ 2 โดยให้นักศึกษาครูได้ตรวจสอบการปฏิบัติการสอนของตนเองอย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนาไปสู่ครูผู้สอนที่มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดกระบวนการของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ เป็น 8 ขั้นตอนอย่างเป็นวงจร ได้แก่

1) นักศึกษาครูร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (1 หน่วยการเรียนรู้)

2) นักศึกษาครูร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียด (1 คาบเรียน)

3) ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้ เพื่อนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน

4) นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

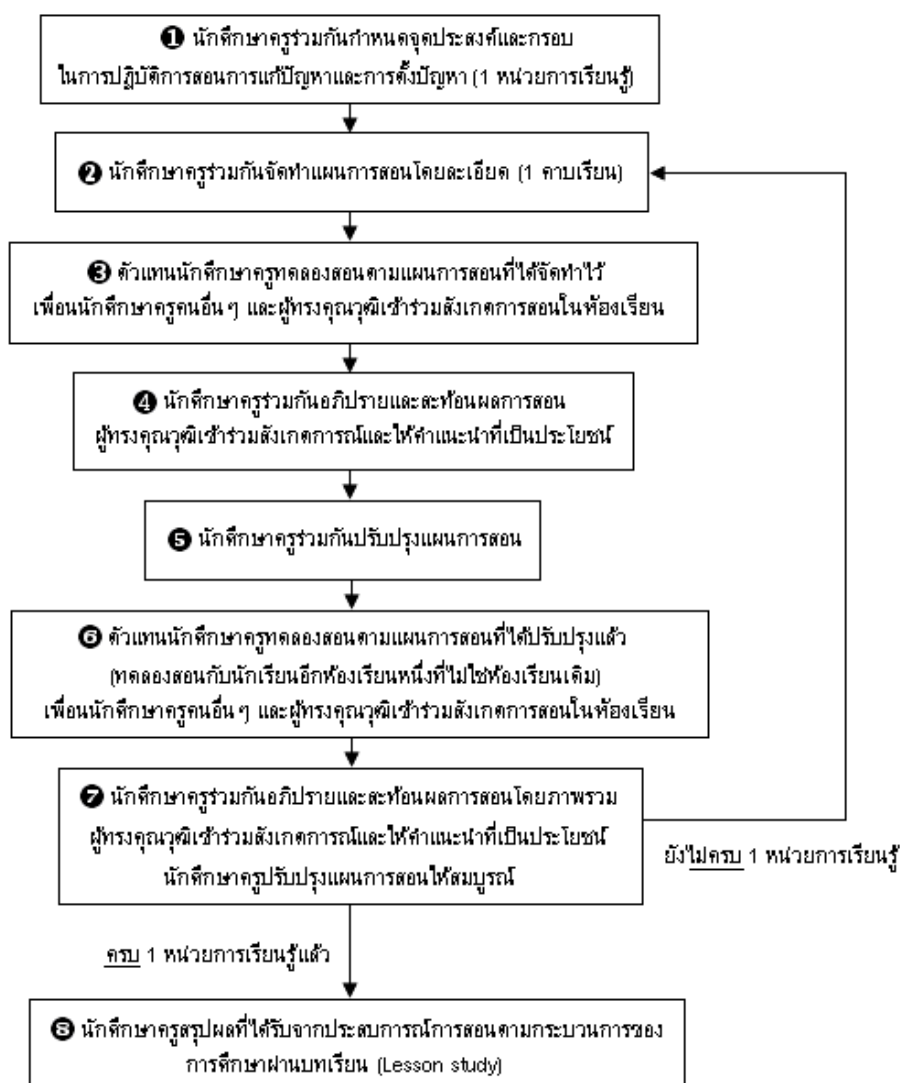
5) นักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุงแผนการสอน

6) ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว (ทดลองสอนกับนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม) เพื่อนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน

7) นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ นักศึกษาครูปรับปรุงแผนการสอนให้สมบูรณ์

8) นักศึกษาคูสรูปผลที่ได้รับจากประสบการณ์การสอนตามกระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study)

ทั้งนี้สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้ 1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน ดังนั้น ขั้นตอนที่ 2 ถึง ขั้นตอนที่ 7 จึงมีลักษณะเป็นวงจร ดำเนินการจนกว่าจะปฏิบัติกิจกรรมครบ 1 หน่วยการเรียนรู้ หรือ 8 คาบเรียน ดังภาพประกอบ 13 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 13 กระบวนการของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ (Lesson study) ของการวิจัยในครั้งนี้

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพรทิพย์ แข็งขัน (2551: 28-31) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องสมรรถนะครูและแนวทางการพัฒนาครูในสังคมที่เปลี่ยนแปลง โดยสังเคราะห์สมรรถนะครูไทยไว้ได้ 16 ด้าน ได้แก่ สมรรถนะด้าน

- 1) ความรู้ (ในเนื้อหาวิชาที่สอนและเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง)
- 2) การสื่อสารและการใช้ภาษา
- 3) การพัฒนาหลักสูตร
- 4) การจัดการเรียนรู้
- 5) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 6) การบริหารจัดการชั้นเรียน
- 7) การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมทางการศึกษา
- 8) การวัดผลและประเมินผล
- 9) การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน
- 10) จิตวิทยาสำหรับครู
- 11) การสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน
- 12) คุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ
- 13) ภาวะผู้นำและการทำงานเป็นทีม
- 14) การพัฒนาตนเองและวิชาชีพ
- 15) การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียน
- 16) การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์

ซึ่งจะเห็นได้ว่าสมรรถนะครูดังกล่าวมีหลายด้านที่มีความสำคัญและจำเป็นในการพัฒนาตนเองของนักศึกษาครู เช่น ในด้านความรู้ (ในเนื้อหาวิชาที่สอนและเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การบริหารจัดการชั้นเรียน การวัดผลและประเมินผล การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียน และการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เป็นต้น

ความสามารถทางการสอนมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับนักศึกษาครู ทั้งนี้สถาบันผลิตครูต่างเน้นความสำคัญอย่างมากที่จะเสริมสร้างความสามารถทางการสอนให้กับนักศึกษาของตน เห็นได้จากการให้น้ำหนักด้านกลุ่มวิชาชีพครูและการสอนมากกว่าด้านอื่นๆ สำหรับความสามารถทางการสอนคณิตศาสตร์นั้น ยุพิน พิพิธกุล (2531: 240-245, 2545: 10-199) ได้กล่าวไว้ว่าครูคณิตศาสตร์ควรมีความสามารถทางการสอนใน 3 ด้าน ได้แก่

- 1) ความสามารถด้านวิชาการ
- 2) ความสามารถด้านหลักสูตร
- 3) ความสามารถด้านการดำเนินการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2550ข: 2) กล่าวเกี่ยวกับความสามารถทางการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า ครูควรมีการจัดกรอบแนวคิดของความรู้ในเนื้อหา คณิตศาสตร์ดังนี้ คือ กำหนดทิศทางการสอน ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้และความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับการประเมินผล และความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการสอน ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงการสอนของครูเป็นการปรับคุณภาพการสอนของครูซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ที่จำเป็นของครู ได้แก่

1) ความรู้ในเนื้อหาวิชา (Subject Matter Knowledge: SMK) การสอนที่มีคุณภาพขึ้นอยู่กับการพัฒนาแนวคิดและความเข้าใจของครูที่มีต่อเนื้อหาวิชา ซึ่งรวมทั้งการรู้ข้อเท็จจริงแนวคิด/กระบวนการของแต่ละศาสตร์ เข้าใจในหลักการ โครงสร้างและธรรมชาติของวิชานั้นๆ

2) ความรู้วิชาชีพครูทั่วไป (Pedagogical Knowledge) ความรู้ในวิชาชีพครูและหลักการสอน ทฤษฎีการเรียนรู้ จุดมุ่งหมายของการศึกษา ตลอดจนความรู้ความเข้าใจของครูในการสร้างสิ่งแวดล้อมของการเรียนรู้ การจัดการในชั้นเรียน ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับนักเรียนและการเรียนรู้

3) ความรู้ในบริบทต่างๆ (Knowledge about Context) คุณภาพการสอนของครูขึ้นอยู่กับพัฒนาอย่างต่อเนื่องของครูในด้าน

3.1) แนวคิดของครูในการสอนเนื้อหาวิชานั้นเป็นไปตามการพัฒนาและแนวคิดที่เป็นปัจจุบัน

3.2) ความรู้ในการจัดระเบียบและการนำเสนอเนื้อหาวิชา ความรู้ในศาสตร์นั้นๆ การใช้ตัวแบบ ตัวอย่าง การเปรียบเทียบ ฯลฯ

3.3) ความรู้ที่นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาวิชาของศาสตร์นั้นอย่างไร รวมทั้งแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

3.4) ความรู้ลึกซึ่งเกี่ยวกับหลักสูตร ต้องรู้ว่าในหลักสูตรนั้นๆ มีวัตถุประสงค์การเรียนการสอนอะไรให้ใช้บ้าง ต้องรู้ว่าหลักสูตรท้องถิ่นมีโครงสร้างอย่างไร และจัดการในการใช้ได้อย่างไร

นอกจากนี้คุณภาพการสอนของครูยังขึ้นอยู่กับความรู้จักนักเรียน ประวัติการเรียนรู้ ความสนใจ และภูมิหลังของนักเรียน ซึ่งแสดงถึงความเอาใจใส่และความสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน ความรู้สำหรับครูนั้นไม่ได้จำกัดอยู่ที่ความรู้ทางด้านเนื้อหาวิชาเท่านั้น ในการสอนคณิตศาสตร์อาจกล่าวได้ว่าเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ สิ่งที่เป็นส่วนของ “ศาสตร์” ที่ครูจะต้องมี (สสวท. 2550ข: 2-14) ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่จะสอน และความรู้เกี่ยวกับวิชาชีพครูทั่วไป แต่ส่วนที่เป็น “ศิลป์” นั้นไม่สามารถแยกออกจากส่วนที่เป็นศาสตร์ได้ คือส่วนที่เป็นความรู้ในเนื้อหาพหุวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) หรือความรู้ว่าด้วยศิลปะการสอนสำหรับครูคณิตศาสตร์ ปกติเนื้อหาส่วนใหญ่ของวิชาคณิตศาสตร์มักมีลักษณะเป็นนามธรรม ศิลปะการสอนต่างๆ เช่น การถามคำถามที่น่าตื่นต่อน่าสนใจ การใช้วิธีการให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง การทำคณิตศาสตร์ให้มีชีวิตชีวา การใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนสู่องค์ความรู้ใหม่

การเริ่มหรือจบบทเรียนที่น่าตื่นเต้นน่าสนใจต่างๆ เหล่านี้เป็นศิลปะการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถไปสู่เป้าหมายได้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1991: 123-173) ได้กล่าวถึงความสามารถทางการสอนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดเป็นมาตรฐานสำหรับการพัฒนาวิชาชีพครุคณิตศาสตร์ไว้ 6 มาตรฐาน ได้แก่

มาตรฐานที่ 1: การมีประสบการณ์สอนคณิตศาสตร์ที่ดี

มาตรฐานที่ 2: การมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยเฉพาะคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรของโรงเรียน

มาตรฐานที่ 3: การรู้จักนักเรียนในฐานะเป็นผู้เรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรฐานที่ 4: การมีความรู้ในศาสตร์และศิลป์ทางการสอนคณิตศาสตร์

มาตรฐานที่ 5: การพัฒนาตนในฐานะเป็นครุคณิตศาสตร์

มาตรฐานที่ 6: บทบาทของครูในการพัฒนาวิชาชีพ

สำหรับประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2545: 19-20) ได้กำหนดสาระสำคัญของมาตรฐานครุคณิตศาสตร์ไว้ 10 มาตรฐานดังนี้

มาตรฐานที่ 1: *ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์* เข้าใจธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหาตามหลักสูตรและสาระความรู้ของสาขาวิชาคณิตศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้เนื้อหาวิชามีความหมายต่อผู้เรียน

มาตรฐานที่ 2: *การนำคณิตศาสตร์มาใช้อย่างมีคุณธรรมและมีความสนใจใฝ่พัฒนาวิชาชีพของตนเอง* ใช้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณธรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต โดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพ รวมทั้งเป็นผู้ที่เฝ้าหาโอกาสในการพัฒนาวิชาชีพของตนเอง

มาตรฐานที่ 3: *การจัดโอกาสในการเรียนรู้ตามระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน* เข้าใจถึงระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน จัดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา สังคมและบุคลิกภาพ

มาตรฐานที่ 4: *การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามความแตกต่างของผู้เรียน* เข้าใจถึงความแตกต่างของผู้เรียนและใช้ความแตกต่างดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาโอกาสในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับผู้เรียน

มาตรฐานที่ 5: *การใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมเพื่อช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน* เข้าใจและใช้วิธีการสอนอย่างหลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดด้านการวิเคราะห์วิจารณ์ การแก้ปัญหาและทักษะปฏิบัติ

มาตรฐานที่ 6: *การสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจ* เข้าใจถึงแรงกระตุ้นและพฤติกรรมของผู้เรียนหรือกลุ่มของผู้เรียน และสามารถสร้างสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์กันในทางบวก เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้และแรงบันดาลใจ

มาตรฐานที่ 7: พัฒนาทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะการสื่อสารและสามารถใช้ภาษาอย่างถูกต้องทั้งการพูด การเขียน และการแสดงออก ใช้วิธีการสื่อสารเพื่อกระตุ้นให้มีการสืบเสาะหาความรู้ การมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกัน

มาตรฐานที่ 8: การพัฒนาหลักสูตร สาระการเรียนรู้ และการวางแผนการสอน พัฒนาหลักสูตรที่อยู่บนพื้นฐานของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้อย่างสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน และพัฒนาผู้เรียนได้เต็มศักยภาพ

มาตรฐานที่ 9: การประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ใช้วิธีการประเมินผลตามสภาพจริง และนำผลการประเมินไปใช้เพื่อยืนยันถึงพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องทั้งทางสติปัญญา สังคม และร่างกาย

มาตรฐานที่ 10: การนำชุมชนมาร่วมจัดการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ส่งเสริมความสัมพันธ์กับผู้ร่วมงานในสถานศึกษา ผู้ปกครอง และองค์กรในชุมชนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ และพัฒนาการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

การประเมินความสามารถทางการสอนคณิตศาสตร์ต้องมีการประเมินที่ครอบคลุมในหลายๆ ด้าน ทั้งนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2551) ได้สร้างแบบประเมินความสามารถทางการสอนคณิตศาสตร์ของครูในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

ด้านที่ 1: ประเมินการออกแบบการสอน

ด้านที่ 2: ประเมินการสอนในชั้นเรียน

ด้านที่ 3: ประเมินเนื้อหา และ

ด้านที่ 4: ประเมินวัฒนธรรมในชั้นเรียน

พิจารณาได้ดังตาราง 6 ต่อไปนี้

ตาราง 6 การประเมินความสามารถทางการสอนคณิตศาสตร์ ของ สสวท.

ด้าน	ข้อประเมิน
ด้านที่ 1: ประเมิน การออกแบบ การสอน	1) มีการออกแบบการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสำรวจตรวจสอบทางคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ 2) การออกแบบการสอนของครูสะท้อนให้เห็นถึงการวางแผนและการจัดการที่รอบคอบ 3) วิธีการสอนและกิจกรรมที่ใช้ในการสอนเรื่องนี้สะท้อนให้เห็นถึงความใส่ใจของครูเกี่ยวกับประสบการณ์ การเตรียมตัว ความรู้ก่อนเรียน และ/หรือรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียน 4) สื่อการเรียนรู้ต่างๆ ที่ใช้ในบทเรียนนี้มีส่วนทำให้การสอนของครูบรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งใจ 5) วิธีการสอนและกิจกรรมที่ใช้ในการสอนเรื่องนี้สะท้อนให้เห็นถึงความใส่ใจของครูในเรื่องเกี่ยวกับความเสมอภาค และความหลากหลายในการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือใช้ภาษา/วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับนักเรียน 6) การออกแบบบทเรียนมีการส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่มระหว่างนักเรียน 7) ครูใช้เวลาให้นักเรียนอย่างเพียงพอในการทำความเข้าใจ 8) ครูใช้เวลาเพียงพอในขั้นสรุป
ด้านที่ 2: ประเมิน การสอน ในชั้นเรียน	1) กลยุทธ์ที่ครูใช้สอนสอดคล้องกับการเรียนรู้แบบสำรวจตรวจสอบในวิชาคณิตศาสตร์ 2) ครูแสดงความมั่นใจในการสอนคณิตศาสตร์ 3) การจัดการในห้องเรียนและกลยุทธ์ที่ใช้สอนช่วยเพิ่มคุณภาพของบทเรียน 4) การสอนของครูเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน 5) การสอนของครูเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ 6) ครูเข้าใจระดับความเข้าใจของนักเรียนและปรับยุทธวิธีสอนได้เหมาะสม 7) การใช้คำถามของครูช่วยพัฒนาความเข้าใจในแนวความคิดหรือการแก้ปัญหาของเรื่องที่สอนได้ เช่น การเน้น การใช้คำถามระดับสูง ให้นเวลาให้นักเรียนในการคิดหรือตอบคำถามอย่างเหมาะสม ระบุความรู้ก่อนเรียนและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ เป็นต้น
ด้านที่ 3: ประเมิน เนื้อหา	1) เนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ที่ครูสอนมีความสำคัญและมีคุณค่า 2) เนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ที่ครูสอนมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน 3) เนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ที่ครูสอนมีความเหมาะสมและเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับนักเรียน 4) ครูถ่ายทอดเนื้อหาได้ถูกต้อง 5) ครูช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดหลักซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของบทเรียน 6) ครูแสดงให้เห็นว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอน เช่น สังเกตจากการที่ครูสนทนากับนักเรียน เป็นต้น 7) ครูแสดงให้เห็นว่าองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์พัฒนาได้จากการคาดการณ์ การวิเคราะห์ สำรวจตรวจสอบ การพิสูจน์ และการอธิบายอย่างมีเหตุผล 8) มีการนำเสนอเนื้อหาที่เข้าใจยากให้เข้าใจง่าย เช่น มีการใช้สัญลักษณ์ประกอบ หรือมีการแสดงที่มาของทฤษฎี/ความรู้ 9) ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์กับเนื้อหาในสาระอื่นๆ หรือบริบทปัจจุบันได้อย่างเหมาะสม 10) เนื้อหาคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียน 11) เนื้อหาคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์ของบทเรียน
ด้านที่ 4: ประเมิน วัฒนธรรม ในชั้นเรียน	1) ครูกระตุ้นและเห็นคุณค่าของการเรียนแบบมีส่วนร่วม 2) ครูสร้างบรรยากาศของการเคารพความคิดเห็น คำถาม และการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน 3) การปฏิสัมพันธ์ต่างๆ แสดงให้เห็นถึงการทำงานร่วมกันของนักเรียน 4) การปฏิสัมพันธ์ต่างๆ แสดงให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมของนักเรียน 5) สภาพของบทเรียนกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น สร้างคำถาม คาดเดา และ/หรือการนำเสนอ 6) มีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าครูบูรณาการการพัฒนาทางปัญญา การวิจารณ์ที่สร้างสรรค์ และการท้าทายความคิด

จากแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถทางการสอนคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดดังกล่าวมาปรับใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ สรุปได้ว่า งานวิจัยนี้ได้ประเมินความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูแบ่งเป็น 2 ด้านหลัก ประกอบด้วย

- 1) ประเมินความสามารถเกี่ยวกับเรื่องที่สอน ได้แก่
 - 1.1) ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
 - 1.2) ประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
- 2) ประเมินความสามารถเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ได้แก่
 - 2.1) ประเมินความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
 - 2.2) ประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู ตลอดจนศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้ในสี่ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู 2) ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู 3) ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และ 4) ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ทั้งนี้การดำเนินการวิจัยเป็นไปในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา โดยกระบวนการของการวิจัยในครั้งนี้มี 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจสภาพปัญหาและการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

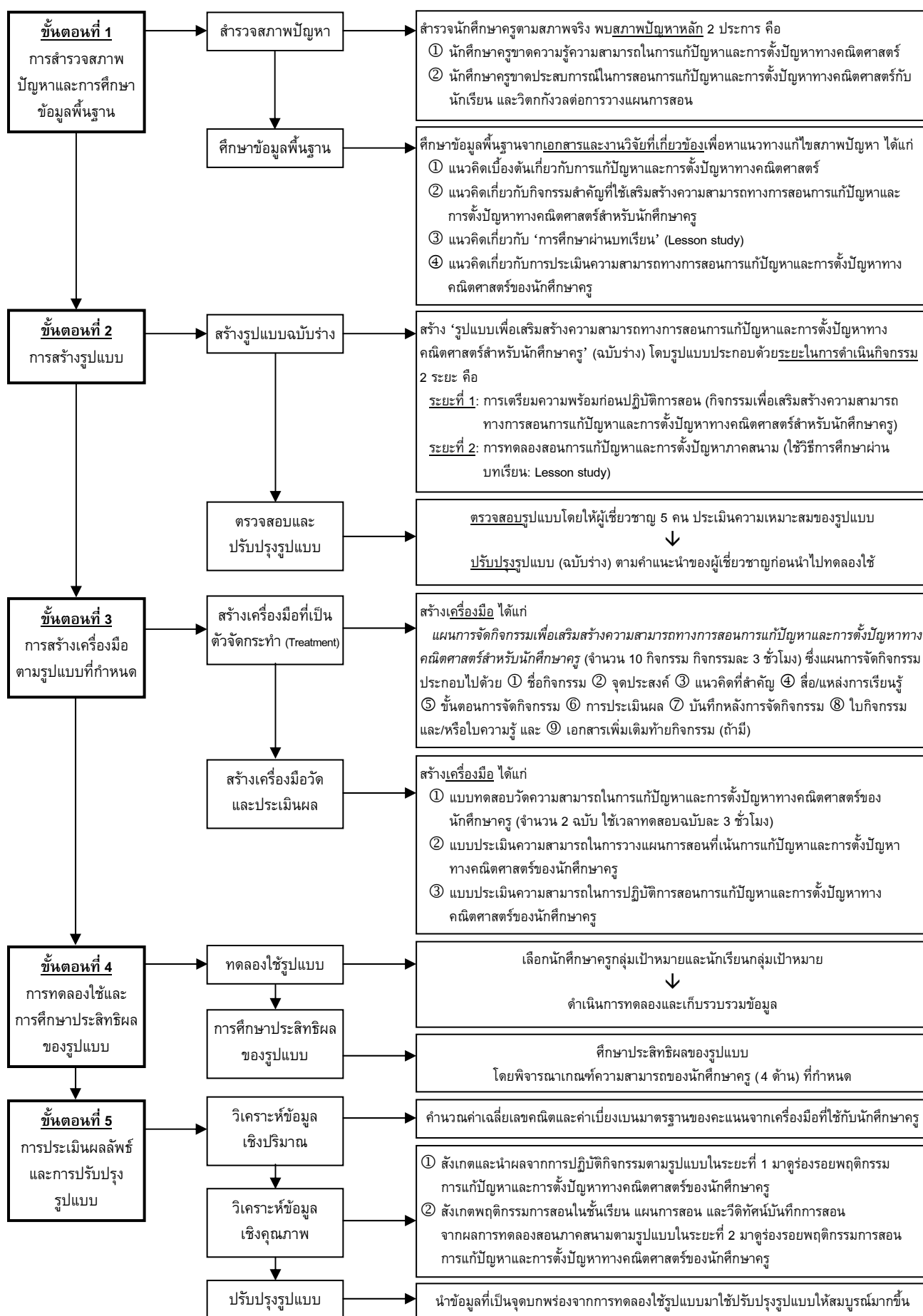
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างรูปแบบ

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเครื่องมือตามรูปแบบที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้และการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบ

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลลัพธ์และการปรับปรุงรูปแบบ

กระบวนการของการวิจัยสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 14 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 14 กระบวนการของการวิจัยในครั้งนี้

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเป็นดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจสภาพปัญหาและการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1.1 การสำรวจสภาพปัญหา

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลตามสภาพจริงจากการสำรวจนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรี หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) ชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2551 โดยได้เป็นอาจารย์นิเทศก์เข้าไปสังเกตการสอนในชั้นเรียนของนักศึกษาครูจำนวน 8 คน ได้สำรวจสภาพปัญหาจากการสัมภาษณ์และการให้นักศึกษาครูทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำรวจข้อมูลและสภาพปัญหา) ขณะฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอยู่ในโรงเรียนจำนวน 28 คน รวมถึงได้สัมภาษณ์อาจารย์พี่เลี้ยงจำนวน 6 คน พบสภาพปัญหาหลัก 2 ประการ คือ

1) **นักศึกษาครูขาดความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์** ทั้งนี้เมื่อผู้วิจัยให้นักศึกษาครูทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยให้แก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยจำนวน 2 ข้อ (ซึ่งใช้พื้นความรู้ไม่เกินในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น) ให้ตั้งปัญหาที่ทำหายที่สุดสำหรับถามเพื่อนจากสถานการณ์ที่กำหนดจำนวน 1 ปัญหา และให้ตั้งปัญหาที่เป็นการบรรยายจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วอีก 1 ปัญหา สำหรับการแก้ปัญหา พบว่า นักศึกษาครูส่วนใหญ่แก้ปัญหาไม่ได้ บางคนเขียนอธิบายและให้เหตุผลไม่ถูกต้อง การเขียนอธิบายไม่เป็นระบบ ไม่เป็นขั้นตอน บางคนส่งกระดาษเปล่าซึ่งแสดงถึงความไม่พยายามในการแก้ปัญหา เมื่อผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักศึกษาครูในภายหลัง นักศึกษาครูกล่าวว่าเมื่อแรกอ่านปัญหาจะคิดไปก่อนว่าปัญหายากเกินความสามารถ จึงขาดความพยายามที่จะค้นหาวิธีการและคำตอบ นักศึกษาครูที่เขียนอธิบายและให้เหตุผลไม่ถูกต้องกล่าวว่าไม่ได้คิดทบทวน ไม่ได้กลับไปตรวจสอบอีกครั้งเพื่อดูว่าการเขียนอธิบายสมเหตุสมผลหรือไม่ และไม่ได้ตรวจสอบทีละขั้นๆ ขณะแก้ปัญหา สำหรับการตั้งปัญหา เมื่อผู้วิจัยให้นักศึกษาครูตั้งปัญหาที่ทำหายที่สุดสำหรับถามเพื่อนจากสถานการณ์ที่กำหนดจำนวน 1 ปัญหา (พร้อมทั้งให้เขียนวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบมาด้วย) พบว่า ปัญหาที่ตั้งมาส่วนใหญ่มีความซับซ้อนของปัญหาในระดับต่ำ นั่นคือเป็นปัญหาที่ใช้เพียงความจำหรือความรู้ในเรื่องการคำนวณพื้นฐาน เป็นปัญหาที่แก้เพียงขั้นตอนเดียวแทบไม่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ และเมื่อผู้วิจัยให้นักศึกษาครูตั้งปัญหาที่เป็นการบรรยายจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วอีก 1 ปัญหา พบว่า นักศึกษาครูส่วนใหญ่ใช้วิธีการเพียงเปลี่ยนจำนวนบางจำนวนในปัญหาเดิม ซึ่งไม่ได้เป็นการขยายความรู้ออกไปแต่อย่างใด ทั้งนี้เมื่อผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักศึกษาครูในภายหลัง นักศึกษาครูกล่าวว่า ไม่เคยมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหามาก่อน ไม่เคยเรียนรู้เทคนิคหรือขั้นตอนในการตั้งปัญหาให้เป็นปัญหาที่ดี แต่ยอมรับว่าการตั้งปัญหาเป็นเรื่องสำคัญสำหรับครูที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน

2) **นักศึกษาครูขาดประสบการณ์ในการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน และวิตกกังวลต่อการวางแผนการสอน** ทั้งนี้เมื่อได้สัมภาษณ์ นักศึกษาครูและอาจารย์ที่เลี้ยงเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักศึกษาครู พบว่า นักศึกษาครูส่วนใหญ่มักจะใช้แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนหรือเอกสารประกอบการเรียนที่โรงเรียนจัดทำขึ้นเป็นสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนฝึกคิดคำนวณและแก้ปัญหาเพิ่มเติม ซึ่งนักเรียนสามารถหาคำตอบได้โดยใช้วิธีการทำนองเดียวกับตัวอย่างที่นักศึกษาครูสอนให้ดูบนกระดาน โดยแบบฝึกหัดดังกล่าวมุ่งเน้นไปที่การหาคำตอบเพียงอย่างเดียว ไม่ค่อยยั่วยุให้นักเรียนอยากคิดแก้ปัญหา นักศึกษาครูส่วนใหญ่ไม่เคยนำปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปัญหาปลายเปิด หรือ ปัญหาในชีวิตจริงมาใช้กับนักเรียน ไม่เคยฝึกให้นักเรียนได้ตั้งปัญหาด้วยตนเอง ไม่เคยให้นักเรียน ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนปัญหาซึ่งกันและกัน ทั้งนี้จากการที่ผู้วิจัยได้เข้าไปสังเกตการสอนของนักศึกษาครู พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ค่อยสนใจเรียน สภาพห้องเรียนขาดชีวิตชีวา การสอนของนักศึกษาครูส่วนใหญ่ยังใช้รูปแบบเดิมๆ คือการสอนหรือบอกขั้นตอนวิธีการทำโจทย์ แล้วให้นักเรียนฝึกทำตาม สื่อการเรียนรู้อส่วนใหญ่คือใบงานหรือหนังสือเรียน การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนเน้น การสอบข้อเขียนท้ายบทเรียน เมื่อผู้วิจัยให้นักศึกษาครูลองออกแบบการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน พบว่า นักศึกษาครูส่วนใหญ่ออกแบบการสอนไม่เป็น วิตกกังวล ไม่รู้ว่าจะเริ่มสอนอย่างไร ขั้นตอนเป็นอย่างไร จะวัดผลและประเมินผลอย่างไร ไม่รู้ว่าจะนำ ปัญหาที่ดี ปัญหาที่เจาะลึกแนวคิดของนักเรียน ปัญหาที่แปลกใหม่ที่ดึงดูดความสนใจ ทำความ ความสามารถของนักเรียน และเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสถานการณ์ตามความเป็นจริงมาได้ อย่่างไร หรือสร้างปัญหาที่ดีเหล่านี้ได้อย่างไร ไม่รู้กระบวนการสอนและการประเมินผลเกี่ยวกับการ ตั้งปัญหาของนักเรียน

จากผลการสำรวจสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบเพื่อเสริม สร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู เพื่อ แก้ไขสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

1.2 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อหาแนวทางแก้ไขสภาพปัญหาและสร้างรูปแบบ ศึกษาจาก เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เอกสารที่เป็นบทความ หนังสือตำรา รายงานการวิจัย และ เอกสารเผยแพร่ต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1.2.1 แนวคิดทั่วไปของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

1) ความสำคัญของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

การแก้ปัญหากับการตั้งปัญหาเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาควรเป็นจุดมุ่งหมายหลักและเป็นกิจกรรมหลักของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และ การตั้งปัญหาสามารถส่งเสริมการสร้างความคิดใหม่ๆ จากประเด็นเนื้อหาที่มีอยู่ และขยายความรู้

ความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกไปได้ นอกจากนี้ผลการศึกษาวิจัยหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่าการตั้งปัญหาเป็นยุทธวิธีการสอนที่ได้ผลวิธีหนึ่งที่สามารถปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษาครูก่อนออกไปปฏิบัติการสอน โดยปรับพื้นฐานและเสริมสร้างให้นักศึกษาครูมีความรู้และเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหากับการตั้งปัญหา ผู้วิจัยได้สอดแทรกความรู้เพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจความหมาย ความสัมพันธ์ คุณค่า และเห็นประโยชน์ของการแก้ปัญหากับการตั้งปัญหาจากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระยที่ 1

2) ลักษณะและประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้ 1) เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนและไม่ใช้การคิดตามขั้นตอนวิธี (Non-algorithm thinking) 2) เป็นปัญหาที่เน้นการวิเคราะห์งานและใช้ยุทธวิธีต่างๆ อย่างเป็นกระบวนการ 3) เป็นปัญหาที่ส่งเสริมการสำรวจแนวคิด (Concepts) กระบวนการ หรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และ 4) เป็นปัญหาเชิงสถานการณ์ที่ท้าทาย น่าสนใจ และกระตุ้นเร้าให้เกิดความพยายามที่จะค้นหาคำตอบ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการปรับพื้นฐานและเสริมสร้างให้นักศึกษาครูมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะและประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักศึกษาครูเข้าใจความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ มองเห็นลักษณะของปัญหาประเภทต่างๆ และลักษณะปัญหาที่ดีที่เจาะลึกแนวคิดของนักเรียน แปลกใหม่ เป็นปัญหาที่ดึงดูดความสนใจ ทำลายความสามารถของนักเรียน เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสถานการณ์จริง และใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย โดยใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems) จากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระยที่ 1

3) กระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหาคือหลักการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาย่างกว้างๆ ที่ใช้ได้กับแทบทุกปัญหา โดยกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ และนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือกระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญสี่ขั้นตอนที่เรียกว่ากระบวนการแก้ปัญหสี่ขั้นตอนของโพลยา ได้แก่ ขั้นที่ 1 : ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 : วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 : ดำเนินการตามแผน และขั้นที่ 4 : ตรวจสอบผล สำหรับยุทธวิธีการแก้ปัญหาเป็นเทคนิคพิเศษเฉพาะที่อาจนำไปใช้ได้กับบางประเภทของปัญหาตามความเหมาะสม โดยยุทธวิธีการแก้ปัญหาคือเป็นเครื่องมือที่สำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหได้ดีที่พบได้บ่อยในคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ลงมือปฏิบัติจริง 2) ใช้แผนภาพ/วาดตัวแบบ 3) แบ่งเป็นปัญหาย่อย/ทำปัญหาย่อย 4) ค้นหาแบบรูป 5) แจกแจงรายการอย่างเป็นระบบ/สร้างตาราง 6) เดาและตรวจสอบ/ลองผิดลองถูก 7) ทำย้อนกลับ 8) เขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์/ใช้ตัวแปร และ 9) เปลี่ยนมุมมอง/นึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าปัญหาแต่ละปัญหาจะสามารถแก้ได้ด้วยยุทธวิธีเฉพาะที่นำเสนอขึ้นเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยทั้งหลายไม่จำเป็นต้องจำกัดให้เป็นปัญหาที่ตรงกับหัวข้อเรื่องคณิตศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง และไม่มีวิธีการแก้ปัญหาคือตายตัวของแต่ละปัญหา

เราควรคำนึงถึงการแก้ปัญหาแต่ละปัญหด้วยยุทธวิธีที่แตกต่างและที่เป็นไปได้มากกว่าเพียงยุทธวิธีเดียว การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการปรับพื้นฐานและเสริมสร้างให้นักศึกษาครุมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการลงมือแก้ปัญหาจากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระยาะที่ 1

4) เทคนิคการตั้งปัญหา

ครูผู้สอนควรพยายามตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน ตั้งปัญหาที่น่าสนใจ ท้าทายความสามารถ ผึกการคิด และใช้ทักษะกระบวนการของนักเรียน โดยอาจใช้เทคนิคการตั้งปัญหาบางเทคนิค เช่น การตั้งปัญหาโดยการดัดแปลงปัญหาที่คุ้นเคยให้เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย การตั้งปัญหาโดยการดัดแปลงปัญหาปลายปิดให้เป็นปัญหาปลายเปิด และการตั้งปัญหาโดยการปรับเปลี่ยนมุมมองหรือเงื่อนไข (What-if-not) เป็นต้น การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการปรับพื้นฐานและเสริมสร้างให้นักศึกษาครุมีความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการตั้งปัญหาเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการลงมือตั้งปัญหาจากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระยาะที่ 1

1.2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

1) การสอนการแก้ปัญหา

ครูผู้สอนควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน ได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดคำนวณและให้เหตุผล แรงขับ ความยืดหยุ่น ความรู้พื้นฐาน ระดับสติปัญญา การอบรมเลี้ยงดู และวิธีสอนของผู้สอน ครูควรพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนตามกระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา ได้แก่ การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล นอกจากนี้ครูผู้สอนควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของการสอนการแก้ปัญหา และคำนึงถึงแนวทางการสอนทั้งการสอนกระบวนการแก้ปัญหาและการสอนยุทธวิธีการแก้ปัญหา บทเรียนการแก้ปัญหาที่จะประสบความสำเร็จมักประกอบด้วยระยะของการสอน 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1: ระยะการนำเสนอปัญหา (ระยะก่อนแก้ปัญหา) ระยะที่ 2: ระยะของความพยายามหาวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบ (ระยะระหว่างแก้ปัญหา) และระยะที่ 3: ระยะอภิปรายถึงวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบ (ระยะหลังแก้ปัญหา) การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาให้กับนักศึกษาครุ เพื่อให้นักศึกษาครุมีความรู้ มีแนวคิดมองเห็นหลักการสอนและวิธีการสอนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในชั้นเรียน จากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระยาะที่ 1

2) การสอนการตั้งปัญหา

ครูผู้สอนควรคำนึงถึงหลักการที่สามารถช่วยให้นักเรียนเรียนรู้การตั้งปัญหาได้ โดยมุ่งความสนใจของนักเรียนไปที่ชนิดของข้อมูลแบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนถามคำถาม “จะเกิดอะไรขึ้นถ้า...” (“What if” questions) หรือเริ่มจากหัวข้อเรื่องหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนคุ้นเคย ส่งเสริมให้นักเรียนใช้สิ่งที่คลุมเครือขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาไปยังการ

สร้างคำถามหรือปัญหาใหม่ และสอนความคิดเกี่ยวกับการขยายขอบเขต (Domain) ของปัญหาให้กับนักเรียน นอกจากนี้ครูอาจให้นักเรียนเขียนปัญหาของนักเรียนขึ้นมาเอง (ที่ไม่ใช่การปรับเปลี่ยนหรือขยายจากปัญหาที่ได้แก้มาแล้ว) โดยครูอาจสนับสนุนให้นักเรียนใช้กลุ่มระดมสมองนำเสนอความคิดเห็นเตรียมพร้อมก่อนลงมือเขียนปัญหา จากนั้นแต่ละคนในกลุ่มลองเขียนปัญหาของตนเองแล้วนำเสนอปัญหาในกลุ่ม แล้วคัดเลือกหรือกลั่นกรองปัญหาที่ดีที่จะเป็นตัวแทนปัญหาของกลุ่มสุดท้ายให้ตกแต่งและเผยแพร่ปัญหากับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ เป็นต้น การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการตั้งปัญหาให้กับนักศึกษาครู เพื่อให้นักศึกษาครูมีความรู้ มีแนวคิดมองเห็นหลักการสอนและวิธีการสอนการตั้งปัญหาที่เหมาะสมในชั้นเรียนจากการจัดกิจกรรมตามรูปแบบในระยที่ 1

1.2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

1) การประเมินผลการแก้ปัญหา

ครูผู้สอนควรคำนึงถึงหลักการประเมินผลการแก้ปัญหา ได้แก่ การประเมินผลต้องมีข้อสอบที่มีลักษณะคำถามแบบเจาะลึกแนวคิด ยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน ต้องใช้การสังเกตและการใช้คำถามควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน ต้องส่งเสริมให้นักเรียนเขียนบันทึกเพื่อสะท้อนกระบวนการคิดของตนเอง และต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นระบบและชัดเจน ทั้งนี้วิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาที่สำคัญ ได้แก่ การสังเกตและการใช้คำถาม การใช้การประเมินข้อมูลด้วยตัวของนักเรียนเอง การใช้แบบทดสอบ และการให้คะแนนแบบรูปრიก (ทั้งแบบวิเคราะห์และแบบองค์รวม) การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการเตรียมความพร้อมทางด้านการประเมินผลการแก้ปัญหาให้กับนักศึกษาครูในกิจกรรมตามรูปแบบในระยที่ 1 เพื่อให้นักศึกษาครูมีความรู้ มีแนวคิด มองเห็นวิธีการและหลักการให้คะแนนและประเมินผลการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในชั้นเรียน ก่อนออกไปปฏิบัติการสอนและประเมินผลการแก้ปัญหาภาคสนามต่อไป

2) การประเมินผลการตั้งปัญหา

ครูผู้สอนอาจประเมินผลการตั้งปัญหาของนักเรียนได้จากการวิเคราะห์งานการตั้งปัญหา โดยในขั้นแรกตรวจสอบดูว่าเป็นปัญหาหรือคำถามทางคณิตศาสตร์หรือไม่ ขั้นที่สองตรวจสอบดูว่าเป็นปัญหาที่แก้ได้/มีความเป็นไปได้หรือไม่ และขั้นที่สามตรวจสอบดูว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นมานั้นมีความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด ซึ่งระดับความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ความซับซ้อนระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการเตรียมความพร้อมทางด้านการประเมินผลการตั้งปัญหาให้กับนักศึกษาครูในกิจกรรมตามรูปแบบในระยที่ 1 เพื่อให้นักศึกษาครูมีความรู้ มีแนวคิด มองเห็นวิธีการและหลักการให้คะแนนและประเมินผลการตั้งปัญหาที่เหมาะสมในชั้นเรียน ก่อนออกไปปฏิบัติการสอนและประเมินผลการตั้งปัญหาภาคสนามต่อไป

1.2.4 แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมสำคัญที่ใช้เสริมสร้างความสามารถทางการสอน การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู

1) การประเมินตนเอง (Self assessment)

วิธีการประเมินตนเองของนักศึกษาครู สามารถทำให้นักศึกษาครูและผู้สอนรับรู้ถึง ความรู้ ความสามารถ ความรู้สึก ความเชื่อ ความสนใจ และรูปแบบการคิดต่าง ๆ ได้ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักศึกษาครูได้ประเมินตนเอง โดย 1) ให้นักศึกษาครูลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วเขียนรายงานผล (Student reports) โดยให้เขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในทันทีหลังจากที่แก้ปัญหาและตั้งปัญหาเสร็จแล้วจากประเด็นคำถามที่ตั้งไว้ 2) ให้นักศึกษาครูทำแบบสำรวจรายการ (Inventories) เพื่อประเมินผล การปฏิบัติการแก้ปัญหา และเจตคติต่อการแก้ปัญหาของตนเอง (โดยเป็นแบบสำรวจที่ให้นักศึกษาครูแสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นต่อประเด็นในแต่ละข้อคำถามว่าเป็น “จริง” หรือ “เท็จ” อย่างใดอย่างหนึ่ง)

2) การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems)

การทำกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาโดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปัญหาปลายเปิด และปัญหาในชีวิตจริง ช่วยดึงดูดความสนใจและท้าทายความสามารถให้ยากคิดแก้ปัญหาได้ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักศึกษาครูทำกิจกรรมที่ได้ลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปัญหาปลายเปิด และปัญหาในชีวิตจริง โดย 1) แก้ปัญหาที่ท้าทาย คิดได้หลายวิธี และใช้ความรู้พื้นฐานในการแก้ปัญหาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักศึกษาครูมีอิสระในการคิดตัดสินใจ และมีเวลาในการคิดไตร่ตรอง และ 2) ตั้งปัญหาโดยปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วและตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยให้เป็นปัญหาที่ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป เป็นปัญหาที่น่าสนใจ ท้าทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์

3) การฝึกการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การฝึกทักษะและกระบวนการให้เหตุผลช่วยให้เราสามารถอธิบายข้อมูลให้ผู้อื่น เชื่อตามและยอมรับได้ และการฝึกทักษะและกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจสาระที่จะถ่ายทอดออกไปได้ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยฝึกให้นักศึกษาครูเกิดทักษะและกระบวนการให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแสดงการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งฝึกวิธีการให้เหตุผลที่ทำให้ผู้อื่นเชื่อตามและยอมรับได้ โดยคำนึงถึงการให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นหลัก พร้อมทั้งส่งเสริมให้นักศึกษาครูเกิดทักษะและกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการแสดงการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมต่อไปนี้ 1) ใช้การออกมานำเสนอผลการปฏิบัติงานพร้อมทั้งแสดงเหตุผลหน้าชั้นเรียน การสื่อสารแนวคิดที่ได้รับระหว่างเพื่อนสมาชิกในกลุ่มและระหว่างกลุ่มปฏิบัติงาน ร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ค้นพบในแง่ของ ความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของคำตอบ และ 2) ใช้การเขียนอนุทิน (Journal writing) เพื่อสะท้อนแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้

4) การฝึกการรู้คิด (Metacognition)

การรู้คิดที่สำคัญคือการกำกับความคิดของตนเองว่าที่คิดอยู่นั้นเป็นแนวทางที่จะได้ผลหรือไม่ ถ้าไม่ได้ผลควรเริ่มพิจารณาเปลี่ยนมุมมอง เปลี่ยนวิธีการหรือแนวคิดของตนเอง การฝึกการรู้คิดสามารถช่วยในการกำกับความคิด ตรวจสอบย้อนกลับ และเปลี่ยนมุมมองการคิดแก้ปัญหา และตั้งปัญหาได้ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักศึกษาครูฝึกการรู้คิด โดย 1) ให้นักศึกษาครูฝึกเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจากปัญหาที่ต้องอาศัยการเปลี่ยนมุมมองในการคิด และ 2) ให้นักศึกษาครูทำแบบประเมินเพื่อรายงานความคิดของตนเองในทันทีหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ซึ่งวัดกระบวนการรู้คิดที่ครอบคลุมทั้งด้านการวางแผน การกำกับ และการประเมิน

5) การอภิปรายจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอน

การอภิปรายจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนสามารถช่วยให้วิเคราะห์การสอนได้ละเอียด ตรวจสอบ ประเมินการสอน และให้ผลย้อนกลับทางการสอนที่ดี การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักศึกษาครูดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์การสอนในประเด็นต่อไปนี้ 1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน 2) เทคนิควิธีการสอน 3) สื่อการเรียนรู้ 4) การใช้คำถามกระตุ้น 5) การประเมินผล และ 6) จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ

6) การฝึกปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

การฝึกปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาสามารถช่วยเตรียมความพร้อมในการประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไปได้ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักศึกษาครูได้ฝึกปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดย 1) ให้นักศึกษาครูแต่ละคนได้ทำบทบาทหน้าที่เป็นทั้งผู้ประเมินและผู้รับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของเพื่อนนักศึกษาครูคนอื่นๆ ฝึกการประเมินทั้งงานเขียนโดยประเมินกระบวนการคิดต่างๆ ของเพื่อนพร้อมไปกับคำตอบที่ได้รับ ฝึกการใช้เกณฑ์การให้คะแนน การบอกเหตุผลของการให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ตลอดจนฝึกประเมินเจตคติและความเชื่อต่างๆ เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา และ 2) ให้นักศึกษาครูฝึกประเมินและอภิปรายตัวอย่างงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจริงของนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไป

7) การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching)

การฝึกสอนแบบจุลภาคในชั้นเรียนก่อนออกไปสู่การสอนในโรงเรียนจริง เป็นการเตรียมความพร้อมสู่การสอนในภาคสนามของนักศึกษาครูต่อไปได้ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักศึกษาครูฝึกสอนแบบจุลภาคที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดย 1) ให้นักศึกษาครูเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน และ 2) ให้นักศึกษาครูได้ฝึกทักษะการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยใช้การฝึกสอนแบบจุลภาคในชั้นเรียนก่อนออกไปสู่การสอนในโรงเรียนจริงต่อไป

8) การเขียนแผนผังความคิด (Mind map)

เทคนิคการเขียนแผนผังความคิดสามารถนำมาใช้จัดบันทึกและสรุปความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการสอนได้ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักศึกษาครูศึกษา รวบรวม และสรุปความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา และความรู้เกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา แล้วจัดทำแผนผังความคิด สรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมด และนำมาอภิปรายในชั้นเรียน

1.2.5 แนวคิดเกี่ยวกับ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ (Lesson study)

‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ เป็นกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครูที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน ซึ่งถือกำเนิดในระบบการศึกษาของประเทศญี่ปุ่น ส่งผลให้ครูได้ตรวจสอบการปฏิบัติงานของตนเองอย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนาไปสู่การเป็นครูผู้สอนที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การตรวจสอบดังกล่าวมีลักษณะสำคัญอยู่ที่ครูได้ร่วมกันทำงานอย่างต่อเนื่องเพื่อการศึกษา วิเคราะห์บทเรียน ร่วมมือกันวางแผนการสอน สร้างสรรค์สื่อการเรียนการสอน ทดลองใช้แผนการสอน มีการสังเกตการใช้แผนการสอนในห้องเรียนจริง มีการวิพากษ์วิจารณ์สะท้อนผลการสอน และมีการทดลองใช้แผนการสอนซ้ำอีกครั้งหลังจากที่ได้ปรับปรุงแผนร่วมกันแล้ว แนวคิดของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ เป็นวิธีการที่มีการศึกษาแล้วว่ามีประสิทธิภาพ มุ่งเน้นปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียน และเป็นกระบวนการที่ผลักดันให้ครูผู้สอนในโรงเรียนสามารถปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นเป้าหมายที่สำคัญที่สุดได้ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ มาใช้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาครูฝึกสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยให้นักศึกษาครูได้ตรวจสอบการปฏิบัติการสอนของตนเองอย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนาไปสู่ครูผู้สอนที่มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดกระบวนการของ ‘การศึกษาผ่านบทเรียน’ เป็น 8 ขั้นตอนอย่างเป็นวงจร ได้แก่

- 1) นักศึกษาครูร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (1 หน่วยการเรียนรู้)
- 2) นักศึกษาครูร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียด (1 คาบเรียน)
- 3) ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้ เพื่อนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน
- 4) นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์
- 5) นักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุงแผนการสอน
- 6) ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว (ทดลองสอนกับนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม) เพื่อนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน
- 7) นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ นักศึกษาครูปรับปรุงแผนการสอนให้สมบูรณ์

8) นักศึกษาคูสรูปผลที่ได้รับจากประสบการณ์การสอนตามกระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study)

ทั้งนี้สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้ 1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน ดังนั้น ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 7 จึงมีลักษณะเป็นวงจร ดำเนินการจนกว่าจะปฏิบัติกิจกรรมครบ 1 หน่วยการเรียนรู้ หรือ 8 คาบเรียน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างรูปแบบ

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1 การสร้างรูปแบบฉบับร่าง

จากข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางแก้ไขสภาพปัญหาดังในขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้นำมาสร้างรูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาคู ทั้งนี้รูปแบบประกอบด้วย ระยะในการดำเนินกิจกรรม 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน (กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาคู) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) การสำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคู
- 2) การปรับพื้นฐานและการเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคู
- 3) การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคู

ระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study) ซึ่งแบ่งขั้นตอนออกเป็น 8 ขั้นตอนอย่างเป็นวงจร ได้แก่

- 1) นักศึกษาคูร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (1 หน่วยการเรียนรู้)
- 2) นักศึกษาคูร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียด (1 คาบเรียน)
- 3) ตัวแทนนักศึกษาคูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้ เพื่อนักศึกษาคูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน
- 4) นักศึกษาคูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์
- 5) นักศึกษาคูร่วมกันปรับปรุงแผนการสอน

6) ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว (ทดลองสอนกับนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม) เพื่อนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน

7) นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ นักศึกษาครูปรับปรุงแผนการสอนให้สมบูรณ์

8) นักศึกษาครูสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์การสอนตามกระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study)

ทั้งนี้สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้ 1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน ดังนั้น ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 7 จึงมีลักษณะเป็นวงจร ดำเนินการจนกว่าจะปฏิบัติกิจกรรมครบ 1 หน่วยการเรียนรู้ หรือ 8 คาบเรียน

รายละเอียดของรูปแบบฉบับร่าง อยู่ในภาคผนวก ข

2.2 การตรวจสอบและปรับปรุงรูปแบบ

รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ทำการตรวจสอบรูปแบบโดยให้ได้รับการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ โดยใช้แบบประเมินซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อย ระดับ 2: ค่อนข้างน้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: ค่อนข้างมาก และระดับ 5: มาก จำนวน 10 รายการ และได้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาผลการประเมินจากค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมาก

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมค่อนข้างมาก

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมค่อนข้างน้อย

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

เกณฑ์การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยครั้งนี้ คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของผลการประเมินในแต่ละรายการโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งห้าคน ตั้งแต่ 3.51 (เหมาะสมค่อนข้างมาก) ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินในแต่ละรายการไม่เกิน 1.00 ถือว่ารูปแบบมีความเหมาะสมผ่านเกณฑ์ (วิเชียร เกตุสิงห์. 2538: 8-11)

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ทุกข้อรายการประเมินมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมมากกว่า 3.51 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินในแต่ละรายการไม่เกิน 1.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรูปแบบฉบับร่างเพื่อให้มีความชัดเจนและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ดังรายละเอียดในตาราง 7 ต่อไปนี้

ตาราง 7 รายละเอียดของการปรับปรุงรูปแบบฉบับร่างตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

รายการปรับปรุง	รายการเดิม	รายการหลังการปรับปรุง
1. การกำหนดแนวคิด (Concepts) ของรูปแบบใน ระยะที่ 1	(1) ไม่ได้กำหนด “การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching)” ให้อยู่ในแนวคิดของรูปแบบใน ระยะที่ 1 (2) ปรับปรุงประโยคเดิมที่กล่าวว่า “การฝึกทักษะและกระบวนการให้เหตุผล ช่วยให้ผู้อื่นเชื่อตามที่ตนอธิบายได้”	(1) กำหนดให้ “การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching)” อยู่ในแนวคิดของรูปแบบใน ระยะที่ 1 ของขั้นตอนการเตรียมความพร้อมทางด้านการสอน การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู โดยแนวคิดดังกล่าวกำหนดว่า “การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ในชั้นเรียน ก่อนออกไปสู่การสอนในโรงเรียนจริง เป็นการเตรียมความพร้อมสู่การสอนในภาคสนามของนักศึกษาครูต่อไปได้” (2) ปรับปรุงเป็น “การฝึกทักษะ และกระบวนการให้เหตุผล ช่วยให้ผู้สามารถอธิบายข้อมูลให้ผู้อื่นเชื่อตามและยอมรับได้”
2. การกำหนดกิจกรรม / ตัวจัดกระทำ (Treatments) ของรูปแบบในระยะที่ 1	(1) ไม่ได้จัดให้มีกิจกรรมการฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) อยู่ในขั้นตอนการเตรียมความพร้อมทางด้านการสอน (2) ไม่ได้ระบุว่ากิจกรรมต่างๆ ปรากฏอยู่ในแผนการจัดกิจกรรมใดบ้าง	(1) กำหนดให้มีกิจกรรมการฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) และฝึกการเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน อยู่ในขั้นตอนการเตรียมความพร้อมทางด้านการสอน (2) ระบุเพิ่มเติมในรายละเอียดของรูปแบบว่า กิจกรรมต่างๆ ได้ปรากฏอยู่ในแผนการจัดกิจกรรมที่เท่าไร

ตาราง 7 (ต่อ)

รายการปรับปรุง	รายการเดิม	รายการหลังการปรับปรุง
	(3) การนำเสนอกิจกรรมต่างๆ ในรายละเอียดของรูปแบบ ไม่ได้เรียงไปตามลำดับการจัดกิจกรรม และหมายเลขหัวข้อกิจกรรมไม่ตรงกันกับแผนผังของรูปแบบ	(3) ปรับลำดับการนำเสนอ กิจกรรมต่างๆ ในรายละเอียดของรูปแบบให้เป็นไปตามการปฏิบัติจริง และกำหนดหมายเลขหัวข้อกิจกรรมให้ตรงกันกับแผนผังของรูปแบบ
3. การกำหนดขั้นตอน/องค์ประกอบ และวัตถุประสงค์ของรูปแบบในระยะที่ 2	ปรับปรุงประโยคเดิมในขั้นตอนที่ 3 และ 6 ที่กล่าวว่า “...เพื่อนนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอน <u>หลัง</u> ห้องเรียน”	ปรับปรุงเป็น “...เพื่อนนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอน <u>ใน</u> ห้องเรียน”
4. การกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของรูปแบบในระยะที่ 2	ยืดหยุ่นเวลาของกิจกรรมในขั้นตอนที่ 4 และ 7 ที่กล่าวว่า “กลุ่มนักศึกษาครูประชุมกันในตอนเย็นของวันที่ทำการทดลองสอนในช่วงหลังโรงเรียนเลิก ...”	ปรับปรุงเป็น “กลุ่มนักศึกษาครูประชุมกันในช่วงเวลาว่างที่ตรงกัน ภายหลังจากทดลองสอนในวันนั้นหรือวันถัดไป...”
5. การจัดวางแผนผังเพื่อนำเสนอรูปแบบ	(1) การจัดวางกรอบขั้นตอน/องค์ประกอบของรูปแบบในระยะที่ 1 มีทิศทางวนตามเข็มนาฬิกา ซึ่งขัดกับทิศทางของหัวลูกศรที่วนทวนเข็มนาฬิกา ทำให้มองสับสนและเข้าใจยาก (2) การนำเสนอกิจกรรมต่างๆ ของรูปแบบในระยะที่ 1 ไม่ได้เรียงไปตามลำดับก่อนหลังของการจัดกิจกรรม และหมายเลขหัวข้อกิจกรรมในแผนผังไม่ตรงกันกับรายละเอียดของรูปแบบ	(1) ปรับปรุงการจัดวางกรอบขั้นตอน/องค์ประกอบของรูปแบบในระยะที่ 1 ให้มีทิศทางวนทวนเข็มนาฬิกาเช่นเดียวกับทิศทางของหัวลูกศร เพื่อให้มองเข้าใจง่ายขึ้น (2) ปรับปรุงลำดับการนำเสนอ กิจกรรมต่างๆ ของรูปแบบในระยะที่ 1 ให้เป็นไปตามลำดับก่อนหลังของการปฏิบัติกิจกรรมจริง และกำหนดหมายเลขหัวข้อกิจกรรมในแผนผังให้ตรงกันกับรายละเอียดของรูปแบบ

ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงรูปแบบ (ฉบับร่าง) ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จนได้รูปแบบ (ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง) ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ต่อไป รายละเอียดของรูปแบบฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง อยู่ในภาคผนวก ข

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเครื่องมือตามรูปแบบที่กำหนด

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.1 การสร้างเครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำ (Treatment)

เครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำ ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย (1) แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แนวคิดทั่วไปของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา แนวคิดเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา และแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา และ (2) แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมสำคัญที่ใช้เสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู ได้แก่ เรื่อง การประเมินตนเอง (Self assessment) การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems) การฝึกการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การฝึกการรู้คิด (Metacognition) การอภิปรายจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอน การฝึกปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) และการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) (ดังรายละเอียดในบทที่ 2 ตอนที่ 1 และตอนที่ 2)

2) ศึกษาวิเคราะห์และแบ่งเนื้อหา จัดทำแผนผังแนวคิดและวัตถุประสงค์การจัดกิจกรรม กำหนดและแบ่งหน่วยที่ใช้ในการจัดกิจกรรม โดยกำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมทั้งสิ้น 30 ชั่วโมง

3) สร้างแผนการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู ซึ่งกำหนดให้มีทั้งหมด 10 กิจกรรม กิจกรรมละ 3 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนการจัดกิจกรรมประกอบไปด้วย (1) ชื่อกิจกรรม (2) จุดประสงค์ (3) แนวคิดที่สำคัญ (4) สื่อการเรียนรู้ (5) ขั้นตอนการจัดกิจกรรม (6) การประเมินผล (7) บันทึกหลังการจัดกิจกรรม (8) ใบกิจกรรม และ/หรือใบความรู้ และ (9) เอกสารเพิ่มเติมท้ายกิจกรรม (ถ้ามี)

4) นำแผนการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วทั้ง 10 กิจกรรมไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ความเป็นไปได้ของกิจกรรม ความสอดคล้องกับรูปแบบและวัตถุประสงค์ที่วางไว้ เพื่อให้ข้อเสนอแนะและนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

3.2 การสร้างเครื่องมือวัดผลและประเมินผล

เครื่องมือวัดผลและประเมินผล ได้แก่

- 1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (จำนวน 2 ฉบับ)
- 2) แบบประเมินความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
- 3) แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (จำนวน 2 ฉบับ) ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (ดังรายละเอียดในบทที่ 2 ตอนที่ 1)
- 2) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ของกิจกรรม กำหนดพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถที่ต้องการวัดเพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
- 3) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบจำนวน 2 ฉบับ โดยในแต่ละฉบับ ประกอบด้วยข้อสอบทั้งหมด 4 ข้อ เป็นข้อสอบที่ให้แก้ปัญหา 2 ข้อ เป็นข้อสอบที่ให้ตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่ได้แก้มาแล้ว 1 ข้อ (พร้อมทั้งให้แก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมานั้นด้วย) และเป็นข้อสอบที่ให้ตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ 1 ข้อ (พร้อมทั้งให้แก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมานั้นด้วย) ข้อสอบแต่ละฉบับใช้เวลาสอบ 3 ชั่วโมง โดยแบบทดสอบฉบับที่ 1 ใช้ทดสอบหลังจากจัดกิจกรรมที่ 5 เสร็จแล้ว และแบบทดสอบฉบับที่ 2 ใช้ทดสอบหลังจากจัดกิจกรรมที่ 10 เสร็จแล้ว
- 4) นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วทั้งสองฉบับไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข (ดูแบบทดสอบได้ในภาคผนวก จ)

แบบประเมินความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และแบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (ดังรายละเอียดในบทที่ 2 ตอนที่ 4)

2) สร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถที่ต้องการวัด และกำหนดจำนวนตัวชี้วัดของความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (ได้ทั้งหมด 10 ตัวชี้วัด) และความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (ได้ทั้งหมด 20 ตัวชี้วัด)

3) สร้างแบบประเมินความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และแบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อยมาก ระดับ 2: น้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: มาก และระดับ 5: ยอดเยี่ยม เพื่อให้ผู้ประเมินพิจารณาและตัดสินระดับความสามารถว่าอยู่ในระดับใดตามตัวชี้วัดที่กำหนด

4) นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องกับรูปแบบ เพื่อให้ข้อเสนอแนะและนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแบบประเมิน (ดูแบบทดสอบได้ในภาคผนวก จ และ ข)

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้และการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบ

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 การทดลองใช้รูปแบบ

4.1.1 การเลือกนักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมายและนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

นักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาครูที่ผู้วิจัยเลือกมาเพื่อทดลองใช้รูปแบบ ได้แก่ นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรี หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) ชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพศึกษาศาสตร์ (ปฏิบัติการสอน) อยู่ในโรงเรียน ในปีการศึกษา 2552 ทั้งนี้จำนวนนักศึกษาครูที่ใช้มีรายละเอียดดังนี้

1) การดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน (กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู) ใช้นักศึกษาครูที่อาสาสมัครเข้ามาจำนวน 12 คน โดยให้เป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2) การดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study) ใช้นักศึกษาครูจำนวน 4 คน ที่ผ่านกิจกรรมในระยะที่ 1 โดยให้เป็นกลุ่มนักศึกษาครูที่ฝึกสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเดียวกันและในระดับชั้นเดียวกันตามกระบวนการของ 'การศึกษาผ่านบทเรียน' และเป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้ง

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่กลุ่มนักศึกษาครูทั้งสี่คนใช้ในการทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนามของการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 2 ซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนห้องเรียนละ 40 คน ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2552 ทั้งนี้เหตุผลที่ใช้นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 2 ห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนห้องเรียนหนึ่งเป็นห้องเรียนสำหรับกลุ่มนักศึกษาครูใช้ทดลองสอนในครั้งแรก และนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งสำหรับกลุ่มนักศึกษาครูใช้ทดลองสอนซ้ำอีกครั้งหนึ่งเป็นครั้งที่สอง

4.1.2 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยทดลองใช้รูปแบบในระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน (กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู) โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูที่สร้างขึ้นจำนวน 10 กิจกรรมกับนักศึกษาครูที่อาสาสมัครเข้ามาจำนวน 12 คน เมื่อวันที่ 15 – 19 กันยายน 2552 และวันที่ 22 – 26 กันยายน 2552 เป็นจำนวน 10 วัน วันละ 3 ชั่วโมง ใช้เวลาดำเนินการทั้งสิ้น 30 ชั่วโมง ณ อาคาร 3 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมเอง

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 1 นี้ มีการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 รายการ ดังนี้

(1) เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เก็บระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมเกี่ยวกับการแก้ปัญหา จากใบกิจกรรมที่ 2-1 ถึง 2-3 ใบกิจกรรมที่ 4-1 ถึง 4-2 และใบกิจกรรมที่ 5-1 ถึง 5-4 มีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมดในความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

ส่วนที่ 2 เก็บจากการให้นักศึกษาครูทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู จำนวน 2 ฉบับ (พิจารณาข้อมูลเฉพาะส่วนที่เป็นการแก้ปัญหา) ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ใช้ทดสอบหลังจากจัดกิจกรรมที่ 5 เสร็จแล้ว มีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 25 ของคะแนนทั้งหมดในความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

แบบทดสอบฉบับที่ 2 ใช้ทดสอบหลังจากจัดกิจกรรมที่ 10 เสร็จแล้ว มีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 25 ของคะแนนทั้งหมดในความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

(2) เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เก็บระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมเกี่ยวกับการตั้งปัญหา จากใบกิจกรรมที่ 3-1 ถึง 3-4 ใบกิจกรรมที่ 4-3 ถึง 4-4 และใบกิจกรรมที่ 5-7 มีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมดในความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

ส่วนที่ 2 เก็บจากการให้นักศึกษาครูทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู จำนวน 2 ฉบับ (พิจารณาข้อมูลเฉพาะส่วนที่เป็นการตั้งปัญหา) ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ใช้ทดสอบหลังจากจัดกิจกรรมที่ 5 เสร็จแล้ว มีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 25 ของคะแนนทั้งหมดในความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

แบบทดสอบฉบับที่ 2 ใช้ทดสอบหลังจากจัดกิจกรรมที่ 10 เสร็จแล้ว มีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 25 ของคะแนนทั้งหมดในความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทดสอบเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2552 แบบทดสอบฉบับที่ 2 ทดสอบเมื่อวันที่ 27 กันยายน 2552 แต่ละแบบทดสอบใช้เวลาในการทดสอบฉบับละ 3 ชั่วโมง ทั้งนี้ การเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 1 นี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนน

2) ผู้วิจัยทดลองใช้รูปแบบในระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study) กับกลุ่มนักศึกษาครูที่ผ่านกิจกรรมในระยะที่ 1 จำนวน 4 คน รวมระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอนภาคสนามทั้งหมด 3 เดือน ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2552 และเดือนมกราคม 2553 ณ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา และอาคาร 3 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 2 นี้ มีการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 รายการ ดังนี้

(1) เก็บข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ที่ประเมินโดยผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิ (อาจารย์พี่เลี้ยง 2 คน และอาจารย์นิเทศก์ 2 คน) รวมทั้งหมด 5 คน ในขั้นตอนที่ 5 ของรูปแบบในระยะที่ 2 ซึ่งประเมินจากการจัดทำแผนการสอนที่นักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุงแล้วจำนวน 8 แผนการสอน นั่นคือประเมินทั้งหมด 8 ครั้ง โดยมีน้ำหนักของคะแนนการประเมินแผนการ

สอนแต่ละครั้งคิดเป็นน้ำหนักที่เท่าๆ กัน ทั้งนี้การให้คะแนนเป็นการให้คะแนนกับนักศึกษาครูทั้งกลุ่ม การประเมินทั้งแปดครั้งกระทำเมื่อวันที่ 10, 16, 25 พฤศจิกายน 2552 วันที่ 14, 22 ธันวาคม 2552 และวันที่ 7, 12, 27 มกราคม 2553 ตามลำดับ

(2) เก็บข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ที่ประเมินโดยผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิ (อาจารย์พี่เลี้ยง 2 คน และอาจารย์นิเทศก์ 2 คน) รวมทั้งหมด 5 คน ในขั้นตอนที่ 6 ของรูปแบบในระยะที่ 2 ซึ่งประเมินจากการเข้าสังเกตการสอนในห้องเรียนจำนวน 8 ครั้งตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว นั่นคือประเมินรวมทั้งหมด 8 ครั้ง ทั้งนี้การให้คะแนนเป็นการให้คะแนนกับนักศึกษาครูรายบุคคลที่ทำการสอน โดยนักศึกษาครูต้องปฏิบัติการสอนคนละ 2 แผนการสอน นั่นคือนักศึกษาครูแต่ละคนต้องได้รับการประเมินการสอน 2 ครั้ง โดยมีน้ำหนักของคะแนนการประเมินการปฏิบัติการสอนแต่ละครั้งคิดเป็นน้ำหนักที่เท่าๆ กัน การประเมินทั้งแปดครั้งกระทำเมื่อวันที่ 11, 17, 26 พฤศจิกายน 2552 วันที่ 15, 23 ธันวาคม 2552 และวันที่ 8, 13, 28 มกราคม 2553 ตามลำดับ

4.2 การศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบ

ผู้วิจัยศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้ ซึ่งพิจารณาจาก 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู 2) ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู 3) ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และ 4) ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ทั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ความสามารถของนักศึกษาครูในแต่ละด้านไว้ดังนี้

4.2.1 ถ้านักศึกษาครู (รายบุคคล) ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป ถือว่านักศึกษาครูคนนั้นมีความสามารถผ่านเกณฑ์

ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูทั้งสิบสองคน โดยใช้คะแนนเก็บระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมเกี่ยวกับการแก้ปัญหา มีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมดในความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และใช้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู จำนวน 2 ฉบับ (พิจารณาคะแนนเฉพาะส่วนที่เป็นการแก้ปัญหา) แบบทดสอบแต่ละฉบับมีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 25 ของคะแนนทั้งหมดในความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ทั้งนี้ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปrikแบบของครุฑสำหรับการแก้ปัญหาซึ่งปรับจากเกณฑ์ของปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 311) โดยแบ่งระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อยมากหรือไม่พยายาม ระดับ 2: น้อย ระดับ 3:

ปานกลาง ระดับ 4: มาก และระดับ 5: ยอดเยี่ยม และได้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาผลการประเมินจากค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถของนักศึกษาครูแต่ละคนเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง ความสามารถยอดเยี่ยม

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง ความสามารถมาก

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ความสามารถปานกลาง

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง ความสามารถน้อย

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ความสามารถน้อยมากหรือไม่พยายาม

เกณฑ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูในการวิจัยครั้งนี้ คือ ถ้านักศึกษาครู (รายบุคคล) ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป ถือว่านักศึกษาครูคนนั้นมีความสามารถผ่านเกณฑ์

4.2.2 ถ้านักศึกษาครู (รายบุคคล) ได้คะแนนความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป ถือว่านักศึกษาครูคนนั้นมีความสามารถผ่านเกณฑ์

ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูทั้งสิบสองคน โดยใช้คะแนนเก็บระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมเกี่ยวกับการตั้งปัญหา มีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมดในความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และใช้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู จำนวน 2 ฉบับ (พิจารณาคะแนนเฉพาะส่วนที่เป็นการตั้งปัญหา) แบบทดสอบแต่ละฉบับมีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 25 ของคะแนนทั้งหมดในความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ทั้งนี้ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปრიკแบบองค์รวมสำหรับการตั้งปัญหาซึ่งปรับจากเกณฑ์ของเควก มีก ลิน และลาย ไว เลง (Kwek Meek Lin; & Lye Wai Leng. 2007: Online) โดยแบ่งระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อยมากหรือไม่พยายาม ระดับ 2: น้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: มาก และระดับ 5: ยอดเยี่ยม และได้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาผลการประเมินจากค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถของนักศึกษาครูแต่ละคนเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง ความสามารถยอดเยี่ยม

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง ความสามารถมาก

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ความสามารถปานกลาง

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง ความสามารถน้อย

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ความสามารถน้อยมากหรือไม่พยายาม

เกณฑ์ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูในการวิจัยครั้งนี้ คือ ถ้านักศึกษาครู (รายบุคคล) ได้คะแนนความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดย

เฉลี่ยอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป ถือว่านักศึกษาครูคนนั้นมีความสามารถผ่านเกณฑ์

4.2.3 ถ้านักศึกษาครู (รายกลุ่ม) ได้คะแนนความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัดอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินแต่ละครั้งในแต่ละตัวชี้วัดไม่เกิน 1.00 ถือว่านักศึกษาครูมีความสามารถผ่านเกณฑ์

ผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิ (อาจารย์นิเทศก์ 2 คน และอาจารย์พี่เลี้ยง 2 คน) รวมทั้งหมด 5 คน เป็นผู้ประเมินความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักศึกษาครู ในขั้นตอนที่ 5 ของรูปแบบในระยที่ 2 ซึ่งประเมินจากการจัดทำแผนการสอนที่นักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุงแล้วจำนวน 8 แผนการสอน นั่นคือประเมินทั้งหมด 8 ครั้ง โดยมีน้ำหนักของคะแนนการประเมินแผนการสอนแต่ละครั้งคิดเป็นน้ำหนักที่เท่าๆ กัน ทั้งนี้การให้คะแนนเป็นการให้คะแนนกับนักศึกษาครูทั้งกลุ่ม โดยใช้แบบประเมินซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อยมาก ระดับ 2: น้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: มาก และระดับ 5: ยอดเยี่ยม จำนวน 10 ตัวชี้วัด และได้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาผลการประเมินจากค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถของกลุ่มนักศึกษาครู (เฉลี่ยคะแนนที่ได้จากผู้ประเมิน 5 คน จากการประเมิน 8 ครั้ง ในแต่ละตัวชี้วัด) เทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง ความสามารถยอดเยี่ยม

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง ความสามารถมาก

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ความสามารถปานกลาง

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง ความสามารถน้อย

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ความสามารถน้อยมาก

เกณฑ์ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูในการวิจัยครั้งนี้ คือ ถ้านักศึกษาครู (รายกลุ่ม) ได้คะแนนความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัดอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินแต่ละครั้งในแต่ละตัวชี้วัดไม่เกิน 1.00 ถือว่านักศึกษาครูมีความสามารถผ่านเกณฑ์

4.2.4 ถ้านักศึกษาครู (รายบุคคล) ได้คะแนนความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัดอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินแต่ละครั้งในแต่ละตัวชี้วัดไม่เกิน 1.00 ถือว่านักศึกษาครูคนนั้นมีความสามารถผ่านเกณฑ์

ผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิ (อาจารย์นิเทศก์ 2 คน และอาจารย์พี่เลี้ยง 2 คน) รวมทั้งหมด 5 คน เป็นผู้ประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ในขั้นตอนที่ 6 ของรูปแบบในระยที่ 2 ซึ่งประเมินจากการเข้าสังเกต

การสอนในห้องเรียนจำนวน 8 ครั้งตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว นั่นคือประเมินรวมทั้งหมด 8 ครั้ง ทั้งนี้การให้คะแนนเป็นการให้คะแนนกับนักศึกษาครูรายบุคคลที่ทำการสอน โดยนักศึกษาครูต้องปฏิบัติตามสอนคนละ 2 แผนการสอน นั่นคือนักศึกษาครูแต่ละคนต้องได้รับการประเมินการสอน 2 ครั้ง โดยมีน้ำหนักของคะแนนการประเมินการปฏิบัติตามการสอนแต่ละครั้งคิดเป็นน้ำหนักที่เท่าๆ กัน แบบประเมินมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อยมาก ระดับ 2: น้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: มาก และระดับ 5: ยอดเยี่ยม จำนวน 20 ตัวชี้วัด และได้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาผลการประเมินจากค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถของนักศึกษาครูแต่ละคน (เฉลี่ยคะแนนที่ได้จากผู้ประเมิน 5 คน จากการประเมิน 2 ครั้ง ในแต่ละตัวชี้วัด) เทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง ความสามารถยอดเยี่ยม

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง ความสามารถมาก

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ความสามารถปานกลาง

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง ความสามารถน้อย

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ความสามารถน้อยมาก

เกณฑ์ความสามารถในการปฏิบัติตามการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูในการวิจัยครั้งนี้ คือ ถ้านักศึกษาครู (รายบุคคล) ได้คะแนนความสามารถในการปฏิบัติตามการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัดอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถมาก) ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินแต่ละครั้งในแต่ละตัวชี้วัดไม่เกิน 1.00 ถือว่านักศึกษาครูคนนั้นมีความสามารถผ่านเกณฑ์

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลลัพธ์และการปรับปรุงรูปแบบ

การประเมินผลลัพธ์ซึ่งได้จัดให้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ มาทำการวิเคราะห์ และการปรับปรุงรูปแบบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

5.1.1 คำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากเครื่องมือที่ใช้กับผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ ได้แก่ แบบประเมิน “รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง)”

5.1.2 คำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากเครื่องมือที่ใช้กับนักศึกษาครูในการหาประสิทธิภาพของรูปแบบในระยะที่ 1 ได้แก่

1) ไบกิจกรรมการแก้ปัญหา 8 ไบกิจกรรม และไบกิจกรรมการตั้งปัญหา 4 ไบกิจกรรม

2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู จำนวน 2 ฉบับ

5.1.3 คำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากเครื่องมือที่ใช้กับนักศึกษาครูในการหาประสิทธิภาพของรูปแบบในระยยะที่ 2 ได้แก่

- 1) แบบประเมินความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
- 2) แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยนำข้อมูลมาเรียบเรียงและจำแนกอย่างเป็นระบบ จากนั้นนำมาตีความหมาย เชื่อมโยงความสัมพันธ์ และสร้างข้อสรุปจากข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.2.1 สังเกตและนำผลจากการปฏิบัติกิจกรรมตามรูปแบบในระยยะที่ 1 มาดูร่องรอยพฤติกรรมกรแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

5.2.2 สังเกตพฤติกรรมกรสอนในชั้นเรียน แผนการสอน และวิธีทัศน์บันทึกการสอนจากผลจากการทดลองสอนภาคสนามตามรูปแบบในระยยะที่ 2 มาดูร่องรอยพฤติกรรมกรสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

5.3 การปรับปรุงรูปแบบ

การปรับปรุงรูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูภายหลังจากการนำรูปแบบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ กระทำโดยการรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติจริงทั้งในส่วนที่เป็นจุดบกพร่องหรือส่วนที่เห็นว่าจะสามารถเสริมให้รูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น มาใช้ปรับปรุงรูปแบบอีกครั้งหนึ่งเป็นครั้งสุดท้าย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู และได้ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ (ฉบับร่าง) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อนำไปปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้จริง แล้วศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้ในสี่ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู 2) ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู 3) ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และ 4) ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้นต่อไป ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพของรูปแบบจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ผลการปฏิบัติตามรูปแบบและการปรับปรุงรูปแบบ

ตอนที่ 1 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ทำการตรวจสอบรูปแบบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 5 คนประเมินความเหมาะสมเพื่อนำไปปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้จริง โดยใช้แบบประเมินซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อย ระดับ 2: ค่อนข้างน้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: ค่อนข้างมาก และระดับ 5: มาก จำนวน 10 รายการ (ตามรายละเอียดในภาคผนวก ค) ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้งห้าคนเห็นว่ารูปแบบฉบับร่างที่สร้างขึ้นนี้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู ผลจากการนำคะแนนความเหมาะสมของแต่ละรายการมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏดังตาราง 8 ต่อไปนี้

ตาราง 8 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	การกำหนดระยะในการดำเนินกิจกรรม ของรูปแบบ มี 2 ระยะ	4	5	5	4	4	4.40	0.5477
2	การกำหนดขั้นตอน/องค์ประกอบ ของรูปแบบในระยะ ที่ 1	5	5	5	4	4	4.60	0.5477
3	การกำหนดวัตถุประสงค์ (Objectives) ของรูปแบบ ในระยะที่ 1	4	5	5	4	4	4.40	0.5477
4	การกำหนดแนวคิด (Concepts) ของรูปแบบในระยะ ที่ 1	5	5	5	4	4	4.60	0.5477
5	การกำหนดกิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments) ของรูปแบบในระยะที่ 1	5	5	5	4	4	4.60	0.5477
6	การกำหนดขั้นตอน/องค์ประกอบ ของรูปแบบในระยะ ที่ 2	5	5	5	4	4	4.60	0.5477
7	การกำหนดวัตถุประสงค์ (Objectives) ของรูปแบบใน ระยะที่ 2	5	5	5	4	4	4.60	0.5477
8	การกำหนดกิจกรรม (Activities) ของรูปแบบในระยะ ที่ 2	4	5	5	4	4	4.40	0.5477
9	การกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ของรูปแบบในระยะที่ 2	4	5	5	3	4	4.20	0.8367
10	การจัดวางแผนผังเพื่อนำเสนอรูปแบบ มีความชัดเจน และเข้าใจง่าย	5	4	5	5	4	4.60	0.5477

จากตาราง 8 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินทุกข้อรายการมีระดับความเหมาะสมเฉลี่ยตั้งแต่ 4.20 ขึ้นไป และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ดังนั้นจึงผ่านเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ว่า รูปแบบที่เหมาะสมต้องมีค่าเฉลี่ยของผลการประเมินในแต่ละรายการโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งห้าคน ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินในแต่ละรายการไม่เกิน 1.00 จึงกล่าวได้ว่า ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ รูปแบบที่สร้างขึ้นนี้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการประเมินจากค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่ารายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก (ช่วงคะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00) ได้แก่ การกำหนดขั้นตอน/องค์ประกอบของรูปแบบในระยะที่ 1 การกำหนดแนวคิด (Concepts) ของรูปแบบในระยะที่ 1 การกำหนดกิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments) ของรูปแบบในระยะที่ 1 การกำหนดขั้นตอน/องค์ประกอบของรูปแบบในระยะที่ 2 การกำหนดวัตถุประสงค์ (Objectives) ของรูปแบบในระยะที่ 2 และการจัดวางแผนผังเพื่อนำเสนอรูปแบบมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย นอกนั้นมีความคิดเห็นว่ารายการประเมิน

ที่มีความเหมาะสมค่อนข้างมาก (ช่วงคะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50) ได้แก่ การกำหนดระยะในการดำเนินกิจกรรมของรูปแบบมี 2 ระยะ การกำหนดวัตถุประสงค์ (Objectives) ของรูปแบบในระยะที่ 1 การกำหนดกิจกรรม (Activities) ของรูปแบบในระยะที่ 2 และการกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของรูปแบบในระยะที่ 2 ทั้งนี้รายการประเมินที่ได้ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ได้แก่ การกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของรูปแบบในระยะที่ 2 ($\bar{x} = 4.20$) เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของรูปแบบในระยะที่ 2 ควรมีการยืดหยุ่นเวลาของการทำกิจกรรมบางกิจกรรม เช่น จากที่กำหนดให้กลุ่มนักศึกษาครูประชุมกันในตอนเย็นของวันที่ทำการทดลองสอนในช่วงหลังโรงเรียนเลิก ควรให้ยืดหยุ่นเป็น กลุ่มนักศึกษาครูประชุมกันในช่วงเวลาว่างที่ตรงกันภายหลังการทดลองสอนในวันนั้นหรือวันถัดไป เป็นต้น

ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพของรูปแบบจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจาก 2 ส่วน ได้แก่ คะแนนเก็บระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมเกี่ยวกับการแก้ปัญหา 8 ใบกิจกรรม และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู 2 ฉบับ (พิจารณาข้อมูลเฉพาะส่วนที่เป็นการแก้ปัญหา) ปรากฏผลดังตาราง 9 ต่อไปนี้

ตาราง 9 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

นศ.ครู คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาครู (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)			ระดับความสามารถ				
	คะแนนเฉลี่ยระหว่าง การปฏิบัติกิจกรรม	คะแนนเฉลี่ยจากการ ทำแบบทดสอบ	คะแนนเฉลี่ยโดยรวม	น้อยมาก หรือ ไม่พยายาม	น้อย	ปานกลาง	มาก	ยอดเยี่ยม
1	3.75	3.00	3.38			✓		
2	4.63	4.25	4.44				✓	
3	4.13	3.25	3.69				✓	
4	3.88	3.00	3.44			✓		
5	4.13	3.00	3.57				✓	
6	4.50	4.75	4.63					✓
7	3.88	2.50	3.19			✓		
8	4.25	3.75	4.00				✓	

ตาราง 9 (ต่อ)

นศ.ครู คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาครู (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)			ระดับความสามารถ				
	คะแนนเฉลี่ยระหว่าง การปฏิบัติกิจกรรม	คะแนนเฉลี่ยจากการ ทำแบบทดสอบ	คะแนนเฉลี่ยโดยรวม	น้อยมาก หรือ ไม่พยายาม	น้อย	ปานกลาง	มาก	ยอดเยี่ยม
9	4.38	3.50	3.94				✓	
10	4.25	4.00	4.13				✓	
11	4.38	3.25	3.82				✓	
12	4.38	3.00	3.69				✓	
รวม	4.21	3.44	3.83				✓	

จากตาราง 9 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูโดยรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 คะแนน โดยเป็นคะแนนเฉลี่ยระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมเท่ากับ 4.21 คะแนน และจากการทำแบบทดสอบเท่ากับ 3.44 คะแนน เมื่อพิจารณาถึงระดับความสามารถเป็นรายบุคคล พบว่า มีนักศึกษาครูที่มีความสามารถอยู่ในระดับยอดเยี่ยม 1 คน อยู่ในระดับมาก 8 คน และอยู่ในระดับปานกลาง 3 คน ดังนั้นเมื่อพิจารณาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู พบว่า นักศึกษาครูมีความสามารถผ่านเกณฑ์ 9 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 3 คน

2.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

จากการให้นักศึกษาลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงเริ่มต้นของการจัดกิจกรรม (ในกิจกรรมที่ 1) ตามรูปแบบในระยะที่ 1 โดยใช้การประเมินตนเอง (Self assessment) ด้วยการเขียนรายงานผล (Student reports) และจากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่า นักศึกษาได้แสดงออกว่ามีความตระหนักถึงสภาพปัญหาในด้านการแก้ปัญหของตนเองใน 2 ประเด็นหลักๆ ได้แก่

1) นักศึกษามีความกังวลและขาดความมั่นใจในตนเองต่อการแก้ปัญหา เช่น เมื่ออ่านปัญหาเสร็จแล้วไม่กล้าเขียนอะไรลงไป ในใบกิจกรรมเพราะกลัวว่าจะแก้ปัญหาผิดทาง และนักศึกษามีความรู้สึกว่าเมื่ออ่านปัญหาในครั้งแรกมักคิดว่าตนเองคงไม่สามารถหาหนทางในการแก้ปัญหาได้อย่างแน่นอน เป็นต้น

2) นักศึกษาขาดการตรวจสอบคำตอบหรือคิดย้อนกลับในการแก้ปัญหา โดยกล่าวว่าไม่ได้ทำการตรวจสอบคำตอบเพราะไม่รู้ว่าจะหาวิธีการตรวจสอบคำตอบอย่างไร และบางคนไม่ได้ตรวจทานคำตอบและไม่ได้ลองคิดวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ เพราะเวลาไม่เพียงพอ

หลังจากที่นักศึกษาได้ผ่านกิจกรรมต่างๆ จนถึงกิจกรรมที่ 5 ซึ่งนักศึกษามีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาในระดับหนึ่งแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจนักศึกษาครูอีกครั้งโดยใช้แบบสำรวจรายการ (Inventories) พบข้อมูลดังตาราง 10 และ 11 ต่อไปนี้

ตาราง 10 ผลการตอบแบบสำรวจรายการของนักศึกษาครู เพื่อประเมินผลการปฏิบัติการแก้ปัญหา และเจตคติต่อการแก้ปัญหาของตนเองในใบกิจกรรมที่ 5-6

ข้อ	ข้อความถาม	จำนวนนักศึกษาครู (คน)	
		ตอบว่า “จริง”	ตอบว่า “เท็จ”
1	ฉันจะรีบใส่คำตอบในทันทีเพื่อแสดงให้เห็นว่าฉันจบปัญหาแล้ว	2	10
2	ฉันไม่สนุกเลยในการพยายามที่จะแก้ปัญหา	1	11
3	ฉันจะพยายามแก้ปัญหาทุกปัญหา	9	3
4	เมื่อฉันไม่ได้คำตอบและไม่ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ฉันก็จะไม่ทำต่อ	0	12
5	ฉันชอบพยายามแก้ปัญหายากๆ	3	9
6	ฉันมีมันสมองในการคิดแก้ปัญหาไม่ดีเท่ากับนักศึกษาคณะอื่นๆ	6	6
7	ฉันสามารถแก้ปัญหาได้เฉพาะปัญหาที่คนอื่น ๆ แก้ได้เท่านั้น	4	8
8	ฉันจะไม่หยุดแก้ปัญหาจนกว่าฉันจะค้นพบคำตอบ	6	6
9	ฉันแน่ใจว่าฉันสามารถแก้ปัญหาได้ทุกปัญหา	2	10
10	ฉันสามารถอดทนแก้ปัญหาได้ถึงแม้ว่าจะต้องใช้เวลานานๆ	7	5
11	ฉันแก้ปัญหาได้ดีกว่านักศึกษาคณะอื่นๆ อีกหลายคน	2	10
12	ฉันต้องการใครสักคนมาช่วยฉันแก้ปัญหา	9	3
13	ฉันสามารถแก้ปัญหายากๆ ได้ทั้งหมด	0	12
14	มีบางปัญหาเหมือนกันที่ฉันไม่อยากจะลองแก้	11	1
15	ฉันไม่ชอบลองแก้ปัญหาที่ยากเกินจะเข้าใจ	4	8
16	ฉันจะเก็บปัญหาไปคิดจนกระทั่งค้นพบคำตอบ	10	2
17	ฉันชอบพยายามแก้ปัญหา	8	4
18	ฉันสามารถล้มเลิกปัญหาได้ทันที	5	7
19	ปัญหาส่วนใหญ่ยากเกินไปสำหรับฉันที่จะแก้ปัญหา	4	8
20	ฉันเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีคนหนึ่ง	8	4

ตาราง 11 การวิเคราะห์ผลการตอบแบบสำรวจรายการของนักศึกษาครูในใบกิจกรรมที่ 5-6

ประเภทของข้อความถาม จำแนกตามคุณลักษณะ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ของนักศึกษาทั้งหมด
กลุ่มที่ 1 ข้อความถามเกี่ยวกับความยินดีหรือเต็มใจ (Willingness) ที่จะทำกิจกรรมการแก้ปัญหา (คำถามข้อ 2 ⁽⁻⁾ , 3 ⁽⁺⁾ , 5 ⁽⁺⁾ , 14 ⁽⁻⁾ , 15 ⁽⁻⁾ , 17 ⁽⁺⁾)	6	3.33
กลุ่มที่ 2 ข้อความถามเกี่ยวกับความเพียรพยายาม (Perseverance) ขณะทำการแก้ปัญหา (คำถามข้อ 1 ⁽⁻⁾ , 4 ⁽⁻⁾ , 8 ⁽⁺⁾ , 10 ⁽⁺⁾ , 16 ⁽⁺⁾ , 18 ⁽⁻⁾)	6	4.33

ตาราง 11 (ต่อ)

ประเภทของข้อคำถาม จำแนกตามคุณลักษณะ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ของนักศึกษาทั้งหมด
กลุ่มที่ 3 ข้อคำถามเกี่ยวกับความมั่นใจในตนเอง (Self-confidence) ในเรื่องการแก้ปัญหา (คำถามข้อ 6 ⁽⁻⁾ , 7 ⁽⁻⁾ , 9 ⁽⁺⁾ , 11 ⁽⁺⁾ , 12 ⁽⁻⁾ , 13 ⁽⁺⁾ , 19 ⁽⁻⁾ , 20 ⁽⁺⁾)	8	3.08
รวม	20	10.74

หมายเหตุ

1. (+) และ (-) หมายถึงเป็นข้อคำถามในเชิงบวกและเชิงลบ ตามลำดับ
2. สำหรับข้อคำถามในเชิงบวก ถ้าตอบ “เท็จ” ให้ 0 คะแนน ตอบ “จริง” ให้ 1 คะแนน
สำหรับข้อคำถามในเชิงลบ ถ้าตอบ “จริง” ให้ 0 คะแนน ตอบ “เท็จ” ให้ 1 คะแนน

จากตาราง 10 และตาราง 11 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินตนเองในการทำแบบสำรวจรายการของนักศึกษาทั้งสองคนเท่ากับ 10.74 (จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน) ซึ่งเมื่อแบ่งพิจารณาตามคุณลักษณะของข้อคำถามเป็น 3 กลุ่มจะพบว่า คะแนนความยินดีหรือเต็มใจ (Willingness) ที่จะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเท่ากับ 3.33 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน) คะแนนความเพียรพยายาม (Perseverance) ขณะทำการแก้ปัญหาเท่ากับ 4.33 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน) และคะแนนความมั่นใจในตนเอง (Self-confidence) ในเรื่องการแก้ปัญหาเท่ากับ 3.08 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน) ซึ่งสามารถกล่าวสรุปได้ว่า ความยินดีหรือเต็มใจที่จะทำกิจกรรมการแก้ปัญหานักศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง ความเพียรพยายามขณะทำการแก้ปัญหานักศึกษาอยู่ในระดับมาก แต่ความมั่นใจในตนเองในเรื่องการแก้ปัญหานักศึกษาอยู่ในระดับน้อย

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อย้อนกลับไปดูผลการสำรวจนักศึกษาคูในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมซึ่งพบสภาพปัญหาของนักศึกษาเมื่อเริ่มเผชิญกับปัญหาก็มีความกังวลและขาดความมั่นใจในตนเองต่อการแก้ปัญหา จนกระทั่งนักศึกษาผ่านกิจกรรมต่างๆ และได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาในระดับหนึ่งแล้วก็ตาม ความมั่นใจในตนเองในเรื่องการแก้ปัญหานักศึกษาก็ยังไม่ดีขึ้น

เมื่อฝึกให้นักศึกษาแก้ปัญหาที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตั้งแต่ในกิจกรรมที่ 2 ถึงกิจกรรมที่ 5 โดยเน้นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปัญหาปลายเปิด และปัญหาในชีวิตจริง ในขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่อ่านปัญหาหลายรอบ ใช้เวลาค่อนข้างนานในการอ่านและทำความเข้าใจปัญหาโดยเฉพาะสถานการณ์ปัญหาที่มีเงื่อนไขมาก ในขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถเลือกใช้ทฤษฎีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ส่วนในเรื่องการแสดงผลและอธิบายวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้วิจัยสังเกตว่านักศึกษามีข้อบกพร่องบ้างสำหรับการเขียนรายละเอียดและเหตุผลในวิธีการคิดแก้ปัญหา แต่เมื่อให้ออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาลงหน้าชั้นเรียน พบว่านักศึกษสามารถแสดงผลและอธิบายวิธีการแก้ปัญหา

ได้ชัดเจนมากขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสังเกตได้ว่านักศึกษามีพัฒนาการที่ดีขึ้นในการสื่อสาร และตระหนักถึงความสำคัญของคำหรือภาษาที่ใช้ในการสื่อสารกับผู้อื่น โดยดูจากการปฏิบัติกิจกรรมที่ 4 ที่เน้นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ นักศึกษาสามารถอภิปรายได้ว่าในการสอนของครูกับนักเรียน ทั้งสองฝ่ายจะต้องเข้าใจความหมายของคำศัพท์ที่ถ่ายทอดออกไปให้ตรงกันเสียก่อน จึงจะรับรู้และเข้าใจข้อมูลได้ตรงกันอย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ

สำหรับเรื่องการคิดตรวจสอบย้อนกลับนั้น หลังจากที่พบว่าในระยะแรก (กิจกรรมที่ 1) นักศึกษาส่วนใหญ่ขาดการตรวจสอบคำตอบหรือคิดย้อนกลับในการแก้ปัญหา เมื่อผู้วิจัยให้เวลาในช่วงท้ายของการแก้ปัญหามากขึ้นเพื่อให้นักศึกษาได้คิดตรวจทานคำตอบ พบว่า นักศึกษาได้มีการหยุดคิดทบทวนคำตอบมากขึ้นว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ และหาแนวทางอื่นๆ ในการแก้ปัญหามากขึ้น นอกจากนี้เมื่อนักศึกษาได้รับการฝึกการรู้คิด (Metacognition) ในกิจกรรมที่ 5 โดยใช้ปัญหาที่ต้องอาศัยการเปลี่ยนมุมมองในการคิด พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ได้อภิปรายกันถึงประเด็นการเปลี่ยนวิธีการคิดแก้ปัญหาเมื่อการคิดในครั้งแรกไม่ประสบความสำเร็จ ซึ่งลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักศึกษได้กำกับความคิดของตนเองว่าที่คิดอยู่นั้นเป็นแนวทางที่จะได้ผลหรือไม่ ถ้าไม่ได้ผลจึงควรเริ่มพิจารณาเปลี่ยนมุมมอง เปลี่ยนวิธีการหรือแนวคิดของตนเอง ทั้งนี้จากการให้นักศึกษาทำแบบประเมินการรู้คิด หลังจากผ่านการแก้ปัญหาแล้ว พบข้อมูลดังตาราง 12 ต่อไปนี้

ตาราง 12 ผลการตอบแบบประเมินการรู้คิดในใบกิจกรรมที่ 5-5

ข้อ	พฤติกรรม	จำนวนนักศึกษาครู (คน)		
		ไม่ได้ทำ	ไม่แน่ใจ	ทำ
ก่อนที่จะนักศึกษาจะลงมือแก้ปัญหา				
1	อ่านปัญหาแต่ละปัญหามากกว่า 1 ครั้ง	0	0	12
2	พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร	0	0	12
3	ทบทวนปัญหาคำพูดหรือภาษาของตนเอง	0	0	12
4	ใช้วิธีขีดเส้นใต้ หรือวงกลม หรือทำเครื่องหมายต่างๆ ในโจทย์ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา	5	1	6
5	พยายามคิดถึงปัญหาที่คล้ายกันและเคยแก้มาก่อน	7	3	2
6	พยายามคิดถึงสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการหาคำตอบ	0	0	12
7	พยายามคิดถึงวิธีง่าย ๆ ที่จะใช้หาคำตอบ	0	4	8
ขณะที่นักศึกษากำลังแก้ปัญหา				
8	ถามตนเองว่าทำไมจึงทำวิธีการเช่นนั้น สิ่งที่ทำจะนำไปสู่คำตอบหรือไม่	0	6	6
9	หยุดคิดทบทวนว่าขั้นตอนที่เพิ่งทำผ่านมา จะทำให้หาคำตอบได้หรือไม่	0	2	10

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	พฤติกรรม	จำนวนนักศึกษาครู (คน)		
		ไม่ได้ทำ	ไม่แน่ใจ	ทำ
10	ตรวจสอบที่ละขั้นๆ ขณะแก้ปัญหา	3	4	5
11	มีการทำบางอย่างผิดพลาด จึงย้อนกลับไปแก้ไขใหม่	0	4	8
12	พยายามเปลี่ยนมุมมองการคิดใหม่ เมื่อวิธีการเดิมใช้ไม่ได้ผล	0	2	10
หลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว				
13	ย้อนกลับไปตรวจสอบงานที่ทำทั้งหมดอีกครั้ง	0	5	7
14	ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่สมเหตุสมผลหรือมีความเป็นไปได้หรือไม่	0	5	7
15	ตรวจสอบว่ามีวิธีการอื่นๆ ที่จะหาคำตอบอีกหรือไม่	4	6	2
16	ตรวจสอบว่ามีคำตอบอื่นๆ ที่เป็นไปได้หรือไม่	4	6	2

จากตาราง 12 จะเห็นว่าพฤติกรรมที่นักศึกษาส่วนใหญ่ทำ (ตั้งแต่ 10 คนขึ้นไป) ได้แก่ อ่านปัญหาแต่ละปัญหามากกว่า 1 ครั้ง พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ทบทวนปัญหาคำพูดหรือภาษาของตนเอง พยายามคิดถึงสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการหาคำตอบ หยุดคิดทบทวนว่าขั้นตอนที่เพิ่งทำผ่านมาจะทำให้หาคำตอบได้หรือไม่ และพยายามเปลี่ยนมุมมองการคิดใหม่เมื่อวิธีการเดิมใช้ไม่ได้ผล ส่วนพฤติกรรมที่นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้ทำมีจำนวนมากกว่าที่ทำ ได้แก่ พยายามคิดถึงปัญหาที่คล้ายกันและเคยแก้มาก่อน ตรวจสอบว่ามีวิธีการอื่นๆ ที่จะหาคำตอบอีกหรือไม่ และตรวจสอบว่ามีคำตอบอื่นๆ ที่เป็นไปได้หรือไม่ นอกจากนี้พฤติกรรมที่นักศึกษาส่วนใหญ่ทำและไม่ได้ทำเป็นจำนวนใกล้เคียงกัน ได้แก่ ใช้วิธีขีดเส้นใต้ หรือวงกลม หรือทำเครื่องหมายต่างๆ ในโจทย์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพในเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับเป็นที่น่าสนใจตามเกณฑ์ที่กำหนด แต่มีนักศึกษาบางส่วนเป็นส่วนน้อยที่ไม่ผ่านเกณฑ์และยังมีข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาบางประเด็นที่ควรได้รับการพัฒนาต่อไป สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณที่กล่าวมา

2.2 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การศึกษาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจาก 2 ส่วน ได้แก่ คะแนนเก็บระหว่างการปฏิบัติการจากใบกิจกรรมเกี่ยวกับการตั้งปัญหา 4 ใบกิจกรรม และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและ

การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู 2 ฉบับ (พิจารณาข้อมูลเฉพาะส่วนที่เป็นการตั้งปัญหา) ปรากฏผลดังตาราง 13 ต่อไปนี้

ตาราง 13 ผลการศึกษาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

นศ.ครู คนที่	คะแนนความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาครู (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)			ระดับความสามารถ				
	คะแนนเฉลี่ยระหว่าง การปฏิบัติกิจกรรม	คะแนนเฉลี่ยจากการ ทำแบบทดสอบ	คะแนนเฉลี่ยโดยรวม	น้อยมาก หรือไม่พยายาม	น้อย	ปานกลาง	มาก	ยอดเยี่ยม
1	3.25	3.50	3.38			✓		
2	4.00	4.25	4.13				✓	
3	4.00	3.25	3.63				✓	
4	3.25	3.50	3.38			✓		
5	3.75	3.50	3.63				✓	
6	4.25	4.75	4.50				✓	
7	3.50	3.00	3.25			✓		
8	3.75	4.50	4.13				✓	
9	3.50	3.00	3.25			✓		
10	4.25	4.50	4.38				✓	
11	3.75	3.50	3.63				✓	
12	3.50	3.25	3.38			✓		
รวม	3.73	3.71	3.72				✓	

จากตาราง 13 พบว่า ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู โดยรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.72 คะแนน โดยเป็นคะแนนเฉลี่ยระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมเท่ากับ 3.73 คะแนน และจากการทำแบบทดสอบเท่ากับ 3.71 คะแนน เมื่อพิจารณาถึงระดับความสามารถเป็นรายบุคคล พบว่า มีนักศึกษาครูที่มีความสามารถอยู่ในระดับมาก 7 คน และอยู่ในระดับปานกลาง 5 คน ดังนั้นเมื่อพิจารณาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู พบว่า นักศึกษาครูมีความสามารถผ่านเกณฑ์ 7 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 5 คน

2.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

จากการให้นักศึกษาลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงเริ่มต้นของการจัดกิจกรรม (ในกิจกรรมที่ 1) ตามรูปแบบในระยที่ 1 โดยใช้การประเมินตนเอง (Self assessment) ด้วยการเขียนรายงานผล (Student reports) และจากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่า นักศึกษายังขาดทักษะการวิเคราะห์ปัญหาว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นมาใหม่นั้นเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน ขยายความรู้จากปัญหาเดิม

หรือใช้ทักษะและกระบวนการมากกว่าเดิมหรือไม่อย่างไร ซึ่งจากการพิจารณาการเขียนรายงานผล พบว่า มีนักศึกษาเพียงบางคน (2 คน จาก 12 คน) ที่กล่าวว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นไม่ค่อยท้าทายหรือขยายความรู้ออกไปเท่าใดนัก เพราะยังใช้แนวคิดเดิมๆ แต่นักศึกษาส่วนใหญ่ (10 คน จาก 12 คน) กลับมองว่าปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้นนั้นท้าทาย น่าสนใจ และต้องใช้ความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์มากขึ้นกว่าเดิม ซึ่งขัดแย้งจากข้อมูลจริงที่ผู้วิจัยประเมิน ซึ่งให้เห็นว่า สภาพปัญหาของนักศึกษาเมื่อลงมือตั้งปัญหาเสร็จแล้วยังขาดทักษะการวิเคราะห์ปัญหาว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นมาใหม่นั้นเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนอย่างไร ขยายความรู้จากปัญหาเดิมหรือไม่ หรือต้องใช้ทักษะและกระบวนการมากกว่าเดิมหรือไม่อย่างไร แต่เมื่อนักศึกษาและผู้วิจัยได้ร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังกล่าวหลังการจัดกิจกรรม นักศึกษาจึงเข้าใจ รับรู้ และตระหนักถึงสภาพปัญหาดังกล่าวได้มากขึ้น

หลังจากที่ผู้วิจัยให้นักศึกษาเรียนรู้เทคนิคการตั้งปัญหาในกิจกรรมที่ 3 ได้แก่ เทคนิคการปรับเปลี่ยนมุมมองหรือเงื่อนไขของปัญหาเดิม เทคนิคการตัดหรือเพิ่มเติมเงื่อนไขบางประการของปัญหาเดิม และเทคนิคการสลับตำแหน่งระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาของปัญหาเดิม ทั้งนี้เพื่อใช้ตั้งปัญหาใหม่ที่ปรับจากปัญหาที่เคยแก้มาแล้วนั้น นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่าตนสามารถสร้างปัญหาใหม่ๆ เพิ่มขึ้นมาได้อีกมากมาย โดยปัญหาที่ตั้งขึ้นใหม่นี้อาจจะมีคำตอบหรือไม่มีคำตอบ อาจจะแก้ได้ง่ายหรือต้องใช้เวลาหลายวัน และอาจเป็นปัญหาที่ทำให้ได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมขึ้นมาก็ได้ นักศึกษามองว่าการเรียนรู้เทคนิคการตั้งปัญหาดังกล่าว ทำให้ตนเองมีแนวทางในการตั้งปัญหาดีขึ้น หลากหลายมากขึ้น และรวดเร็วขึ้น แตกต่างกับในกิจกรรมที่ 1 ที่นักศึกษาใช้เวลาานานมาก (15-20 นาที) กว่าจะเริ่มลงมือเขียนตั้งปัญหา นักศึกษายังมองเห็นอีกด้วยว่าจากปัญหาง่ายๆ หรือปัญหาที่คุ้นเคยพบเห็นอยู่บ่อยๆ เมื่อใช้เทคนิคการตั้งปัญหา เช่น เทคนิคการสลับตำแหน่งระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาของปัญหาเดิม ก็สามารถทำได้ปัญหาใหม่ที่ท้าทายน่าสนใจมากขึ้น และเป็นปัญหาลายเปิดที่มีคำตอบหลากหลายมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ปัญหาที่คุ้นเคยต่อไปนี้

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมัธยฐานของข้อมูล

8, 2, 4, 7, 9, 5, 1, 4, 5, 5

ซึ่งคำตอบคือ “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมัธยฐานมีค่าเท่ากันคือ 5” จะเห็นว่าคำตอบมีได้เพียงคำตอบเดียว และไม่ได้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาสักเท่าไรเพราะเพียงรู้สูตรและวิธีการคิดคำนวณก็สามารถหาคำตอบได้แล้ว เมื่อตั้งปัญหาใหม่โดยใช้เทคนิคการสลับตำแหน่งระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาของปัญหาเดิม เช่นตั้งปัญหาออกไปว่า

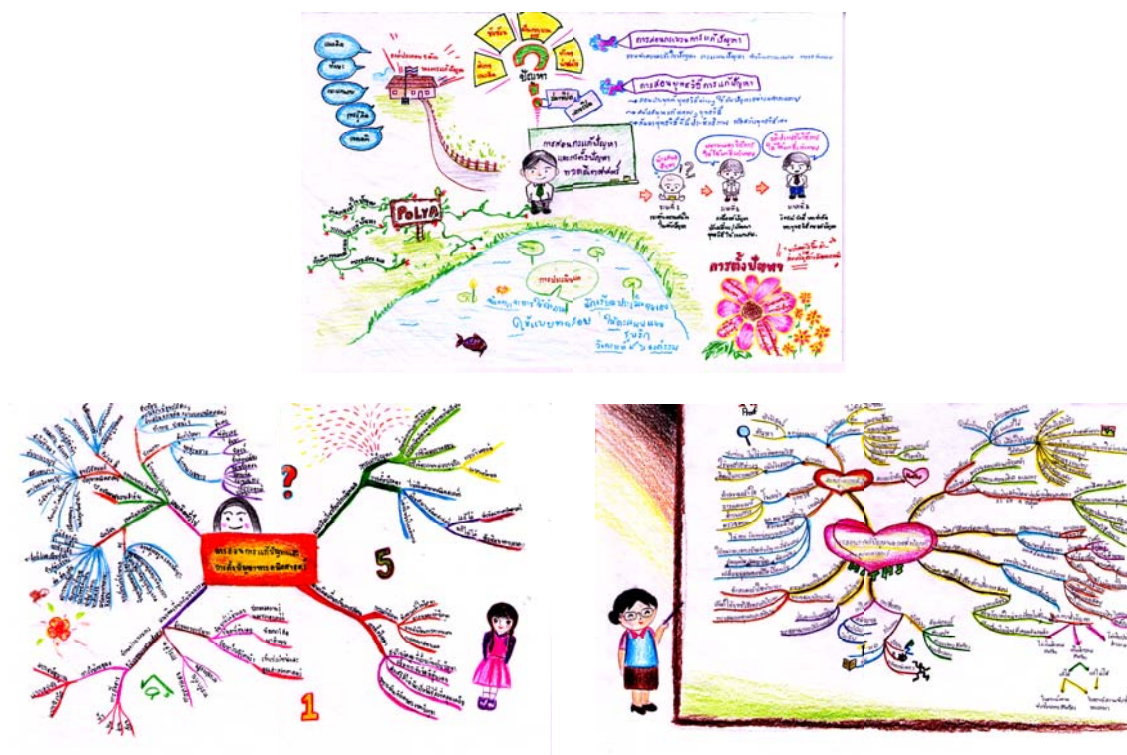
จงหาข้อมูลชุดหนึ่งที่มีอยู่ 10 จำนวนซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมัธยฐานเป็น 5

ปัญหาที่ตั้งขึ้นใหม่นี้ ทำให้ได้คำตอบที่หลากหลายมากกว่าเดิม ท้าทาย และส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาได้ดีกว่าปัญหาเดิม เป็นต้น การที่นักศึกษาได้เรียนรู้เทคนิคดังกล่าว นักศึกษากล่าวว่าเป็นประโยชน์ซึ่งสามารถนำไปใช้ตั้งปัญหาใหม่ๆ ที่ท้าทายมากขึ้นกับนักเรียนในการฝึกสอนที่โรงเรียนได้

เมื่อให้นักศึกษาตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว ปัญหาที่ตั้งขึ้นไม่มีปัญหาใดที่มีความซับซ้อนระดับสูง (High complexity) ส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน

ระดับกลาง (Moderate complexity) ซึ่งเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาต้องใช้วิธีการแบบหลายขั้นตอนมากกว่าปัญหาเดิม แต่ยังไม่ถึงขั้นที่ต้องใช้ทักษะขั้นสูงมากนักในเรื่องการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ สำหรับการตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับต่ำ (Low complexity) ซึ่งผู้แก้ปัญหาเพียงใช้ข้อมูลจากแผนผังและตารางที่กำหนดให้เท่านั้น แก้ปัญหาเพียงขั้นตอนเดียว และแก้ปัญหาโดยแทบไม่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์

จากการให้นักศึกษาเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ในกิจกรรมที่ 10 เพื่อสรุปหรือมองภาพรวมของการปฏิบัติกิจกรรมทั้งหมดที่ผ่านมา และให้นักศึกษาออกมานำเสนอผลการเขียนแผนผังความคิดหน้าชั้นเรียน พบว่า ในประเด็นความรู้เกี่ยวกับการตั้งปัญหา นักศึกษาส่วนใหญ่ระบุได้ว่า “การตั้งปัญหามีความสำคัญ โดยเฉพาะความสำคัญในด้านการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน การตั้งปัญหาด้วยตนเองยังช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อีกด้วย ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีต้องท้าทาย น่าสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ไม่ใช่ปัญหาที่อยู่ในระดับที่เป็นแบบฝึกหัด เป็นปัญหาที่มีวิธีการคิดได้หลายวิธี และนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง เทคนิคการตั้งปัญหาที่ได้เรียนรู้มา ได้แก่ เทคนิคการปรับเปลี่ยนมุมมองหรือเงื่อนไขของปัญหาเดิม เทคนิคการตัดหรือเพิ่มเติมเงื่อนไขบางประการของปัญหาเดิม และเทคนิคการสลับตำแหน่งระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาของปัญหาเดิม” ซึ่งจะเห็นว่านักศึกษาสามารถสรุปภาพรวมของความรู้ที่สำคัญได้จากการเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมที่ผ่านมา (ดูผลงานการเขียนแผนผังความคิดของนักศึกษาคูรู้ได้จากภาพประกอบ 15)



ภาพประกอบ 15 การเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ของนักศึกษาคูรู้

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพในเรื่องความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถตั้งปัญหาโดยปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับกลาง โดยใช้เทคนิคการสลับตำแหน่งระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาของปัญหาเดิม แต่สำหรับการตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักศึกษาส่วนใหญ่ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับต่ำ ซึ่งเมื่อมองในภาพรวมพบว่านักศึกษามีความสามารถในการตั้งปัญหาอยู่ในระดับเป็นที่น่าพอใจตามเกณฑ์ที่กำหนดเป็นจำนวนเกินครึ่งหนึ่งเล็กน้อยของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด ส่วนนักศึกษาอีกเกือบครึ่งหนึ่งไม่ผ่านเกณฑ์และยังมีข้อบกพร่องในการตั้งปัญหาบางประเด็นที่ควรได้รับการพัฒนาต่อไป สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณที่กล่าวมา

2.3 ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การศึกษาศักยภาพในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิ (อาจารย์นิเทศก์ 2 คน และอาจารย์พี่เลี้ยง 2 คน) รวมทั้งหมด 5 คน เป็นผู้ประเมินในขั้นตอนที่ 5 ของรูปแบบในระยะที่ 2 (การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม) ซึ่งประเมินจากการจัดทำแผนการสอนที่นักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุงแล้วจำนวน 8 แผนการสอน นั่นคือประเมินทั้งหมด 8 ครั้ง โดยมีน้ำหนักของคะแนนการประเมินแผนการสอนแต่ละครั้งคิดเป็นน้ำหนักที่เท่าๆ กัน ทั้งนี้การให้คะแนนเป็นการให้คะแนนกับนักศึกษาครูทั้งกลุ่ม โดยใช้แบบประเมินซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อยมาก ระดับ 2: น้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: มาก และระดับ 5: ยอดเยี่ยม จำนวน 10 ตัวชี้วัด ปรากฏผลดังตาราง 14 ต่อไปนี้

ตาราง 14 ผลการศึกษาศักยภาพในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (รายกลุ่ม)

ตัวชี้วัดที่	คะแนนความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (รายกลุ่ม) (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)																ค่าเฉลี่ยจากการประเมินทั้งหมด	ระดับความสามารถ				
	ประเมินครั้งที่ 1		ประเมินครั้งที่ 2		ประเมินครั้งที่ 3		ประเมินครั้งที่ 4		ประเมินครั้งที่ 5		ประเมินครั้งที่ 6		ประเมินครั้งที่ 7		ประเมินครั้งที่ 8			น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	ยอดเยี่ยม
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S						
1	4.2	0.40	4.4	0.55	4.6	0.55	4.6	0.55	4.6	0.55	4.8	0.40	4.8	0.40	4.8	0.40	4.60					✓
2	3.8	0.40	3.8	0.40	4.4	0.55	4.8	0.40	4.8	0.40	4.8	0.40	4.8	0.40	4.8	0.40	4.50				✓	
3	4.0	0.00	4.4	0.55	4.6	0.55	4.6	0.55	4.6	0.55	4.8	0.40	4.8	0.40	4.8	0.40	4.58					✓

ตาราง 14 (ต่อ)

ตัวชี้วัดที่	คะแนนความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (รายกลุ่ม) (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)																ค่าเฉลี่ยจากการประเมินทั้งหมด	ระดับความสามารถ					
	ประเมินครั้งที่ 1		ประเมินครั้งที่ 2		ประเมินครั้งที่ 3		ประเมินครั้งที่ 4		ประเมินครั้งที่ 5		ประเมินครั้งที่ 6		ประเมินครั้งที่ 7		ประเมินครั้งที่ 8			น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	ยอดเยี่ยม	
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S							
4	3.8	0.40	3.8	0.40	4.2	0.40	4.2	0.40	4.4	0.55	4.4	0.55	4.6	0.55	4.8	0.40	4.28					✓	
5	4.2	0.40	4.4	0.55	4.4	0.55	4.6	0.55	5.0	0.00	5.0	0.00	5.0	0.00	5.0	0.00	4.70						✓
6	4.4	0.55	4.6	0.55	4.8	0.40	4.8	0.40	5.0	0.00	5.0	0.00	5.0	0.00	5.0	0.00	4.83					✓	
7	4.0	0.63	4.0	0.00	4.2	0.40	4.2	0.40	4.2	0.40	4.6	0.55	4.8	0.40	4.8	0.40	4.35					✓	
8	4.2	0.40	4.2	0.40	4.6	0.55	4.6	0.55	4.8	0.40	5.0	0.00	5.0	0.00	5.0	0.00	4.68					✓	
9	3.8	0.40	4.0	0.63	4.2	0.75	4.2	0.75	4.6	0.55	4.8	0.40	4.8	0.40	4.8	0.40	4.40					✓	
10	3.8	0.40	3.8	0.40	4.0	0.63	4.6	0.55	4.6	0.55	4.8	0.40	4.8	0.40	4.8	0.40	4.40					✓	
เฉลี่ย	4.02		4.14		4.40		4.52		4.66		4.80		4.84		4.86		4.53						✓

หมายเหตุ

ตัวชี้วัดที่ 1 คือ กิจกรรมตามแผนการสอนที่นักศึกษาครูได้ออกแบบมานั้น ส่งเสริมแนวคิดหลัก (Core concept) ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

ตัวชี้วัดที่ 2 คือ แผนการสอนออกแบบมาอย่างรอบคอบและชัดเจน

ตัวชี้วัดที่ 3 คือ การเรียงลำดับเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ ในแผนการสอนมีความเหมาะสม

ตัวชี้วัดที่ 4 คือ การแบ่งเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ในแผนการสอนมีความเหมาะสม

ตัวชี้วัดที่ 5 คือ แผนการสอนส่งเสริมกระบวนการคิด แก้ปัญหาและ/หรือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

ตัวชี้วัดที่ 6 คือ กิจกรรมตามแผนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสื่อสารความคิดกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่ม

ตัวชี้วัดที่ 7 คือ นักศึกษาครูกำหนดสื่อการเรียนรู้ได้ตรงตามจุดประสงค์ ส่งเสริมการเรียนรู้ และเหมาะสมกับนักเรียน

ตัวชี้วัดที่ 8 คือ นักศึกษาครูกำหนดปัญหา งาน หรือกิจกรรมต่างๆ ให้นักเรียนได้อย่างท้าทาย น่าสนใจ

ตัวชี้วัดที่ 9 คือ การเขียนแผนการสอนเป็นระเบียบเรียบร้อย ใช้ภาษาถูกต้อง และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

ตัวชี้วัดที่ 10 คือ นักศึกษาครูกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จากตาราง 14 พบว่า ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูโดยรวมอยู่ในระดับยอดเยี่ยม ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 คะแนน ทั้งนี้เมื่อมองในแต่ละตัวชี้วัด พบว่า ตัวชี้วัดทั้งหมดประเมินแล้วมีความสามารถอยู่ในระดับยอดเยี่ยมและระดับมากอย่างละ 5 ตัวชี้วัดเท่าๆ กัน โดยตัวชี้วัดที่ได้คะแนนสูงสุด 3 อันดับแรกซึ่งอยู่ในระดับยอดเยี่ยม ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 6: กิจกรรมตามแผนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสื่อสารความคิดกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่ม ($\bar{x} = 4.83$) ตัวชี้วัดที่ 5: แผนการสอนส่งเสริมกระบวนการคิด แก้ปัญหา และ/หรือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ($\bar{x} = 4.70$) และตัวชี้วัดที่ 8: นักศึกษาครูกำหนดปัญหา งาน หรือกิจกรรมต่างๆ ให้นักเรียนได้อย่างท้าทาย น่าสนใจ ($\bar{x} = 4.68$) ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อมองถึงพัฒนาการของความสามารถจากการประเมินทั้งแปดครั้ง พบว่า กลุ่มนักศึกษาครูมีพัฒนาการที่ดีขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับในทุกตัวชี้วัด เมื่อพิจารณาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา

และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู พบว่า กลุ่มนักศึกษาครูได้คะแนนโดยเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัดอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถระดับมาก) ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินแต่ละครั้งในแต่ละตัวชี้วัดไม่เกิน 1.00 ดังนั้นจึงถือได้ว่านักศึกษาครูกลุ่มนี้มีความสามารถผ่านเกณฑ์และอยู่ในระดับยอดเยี่ยม

2.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

จากการสังเกตของผู้วิจัยในกระบวนการจัดทำและปรับปรุงแผนการสอนของกลุ่มนักศึกษาครู พบว่า นักศึกษาสามารถนำผลจากการอภิปรายและสะท้อนผลการสอนในรอบแรก (ขั้นตอนที่ 4 ของรูปแบบในระยะที่ 2) มาใช้ปรับปรุงแผนการสอนให้ดีขึ้น โดยกิจกรรมตามแผนการสอนส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสื่อสารความคิดกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่ม นักศึกษาเรียงลำดับเนื้อหาและกิจกรรม รวมถึงแบ่งเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม กำหนดวิธีการวัดผลและประเมินผลได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเขียนแผนการสอนได้อย่างรอบคอบ ชัดเจน เป็นระเบียบเรียบร้อย ใช้ภาษาได้ถูกต้อง และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

จากการสังเกตการคัดเลือกและการออกแบบงานหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สอนของนักศึกษาครูในการสอนภาคสนาม พบว่า นักศึกษาได้นำปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาและขยายปัญหาเป็นจำนวนทั้งหมด 5 ปัญหา ซึ่งปัญหาที่คัดเลือกมาทุกปัญหาเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย และนักศึกษาพยายามเชื่อมโยงสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน ซึ่งสามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริงเข้าไปในปัญหา ปัญหาส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่มีคำตอบเดียวแต่มีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี ยกเว้นบางปัญหาที่เป็นปัญหาให้นักเรียนคิดวิเคราะห์หาเหตุผลหรือพิสูจน์ ปัญหาทุกปัญหามีรูปภาพประกอบ มีความท้าทายและน่าสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา เช่น ปัญหาเรื่องการพับกระดาษเป็นกล่อง ซึ่งนักเรียนต้องพับจริงและค้นหาวิธีการแก้ปัญหาจากรอยของการพับ และปัญหาเรื่องปฏิทินที่นักเรียนประหลาดใจกับความสัมพันธ์ของจำนวนบนปฏิทินและต้องค้นหาแบบรูปที่เกิดขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้ปัญหาส่วนใหญ่ที่นักศึกษาคัดเลือกมาใช้เหมาะสมหรือง่ายต่อการฝึกให้นักเรียนขยายปัญหา แต่ก็มีบางปัญหาที่ยากต่อการให้นักเรียนขยายปัญหา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพในเรื่องลักษณะงานหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สอนของนักศึกษาครูข้างต้น สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ กล่าวคือ นักศึกษามีความสามารถอยู่ในระดับยอดเยี่ยมในตัวชี้วัดที่ 8 เรื่องการกำหนดปัญหา งาน หรือกิจกรรมต่างๆ ให้นักเรียนได้อย่างท้าทายน่าสนใจ

สำหรับในเรื่องสื่อการเรียนรู้ที่นักศึกษาสร้างและคัดเลือกมาใช้ พบว่า นักศึกษาได้มีการวางแผนเตรียมการหลังจากที่ได้ตัดสินใจคัดเลือกปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว โดยพยายามหาหรือสร้างสื่อการเรียนรู้ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่จะสอน และหาวิธีการที่จะใช้สื่อการเรียนรู้นั้นให้ได้ผลดีที่สุด ผู้วิจัยสังเกตว่านักศึกษาได้มีการเตรียมและทดลองใช้สื่อการเรียนรู้บางอย่าง

เป็นอย่างดี เช่น วิดีทัศน์แสดงขั้นตอนการพับสำหรับใช้กับปัญหาเรื่องการพับกระดาษเป็นกล่อง ซึ่งพบว่ากลุ่มนักศึกษาได้ช่วยกันถ่ายบันทึกวีดิทัศน์แสดงการพับกระดาษเพื่อนำไปเปิดใช้ในห้องเรียน เพราะวีดิทัศน์ช่วยให้นักเรียนทั้งห้องเรียนเห็นขั้นตอนการพับกระดาษได้ชัดเจนกว่าที่ครูจะสาธิตการพับหน้าห้องเรียน นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดเวลาและกระตุ้นเร้าความสนใจแก่นักเรียนได้ดีอีกด้วย ในการใช้สื่อการเรียนรู้นี้นักศึกษาได้วางแผนไว้ว่าจะต้องมีการอธิบายชี้แจงให้นักเรียนทราบก่อนว่าจะใช้สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ นั้นอย่างไร เพื่ออะไร และนักเรียนต้องมีส่วนร่วมในระหว่างการใช้สื่อการเรียนรู้นั้นๆ อย่างไร เช่น โปสเตอร์สำหรับให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นและประเมินตนเอง และกล่องใบลงคะแนนสำหรับใช้รับผลคะแนนการออกเสียง (Vote) ในการประกวดการตั้งปัญหา เป็นต้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพในเรื่องการออกแบบสื่อการเรียนรู้ของนักศึกษาครูที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนที่กล่าวมา สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ กล่าวคือนักศึกษามีความสามารถอยู่ในระดับมากในตัวชี้วัดที่ 7 เรื่องการกำหนดสื่อการเรียนรู้ได้ตรงตามจุดประสงค์ส่งเสริมการเรียนรู้ และเหมาะสมกับนักเรียน

2.4 ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การศึกษาความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิ (อาจารย์นิเทศก์ 2 คน และอาจารย์พี่เลี้ยง 2 คน) รวมทั้งหมด 5 คน เป็นผู้ประเมินในขั้นตอนที่ 6 ของรูปแบบในระยะที่ 2 ซึ่งประเมินจากการเข้าสังเกตการสอนในห้องเรียนจำนวน 8 ครั้งตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว ทั้งนี้การให้คะแนนเป็นการให้คะแนนกับนักศึกษาครูรายบุคคลที่ทำการสอน โดยนักศึกษาครูต้องปฏิบัติการสอนคนละ 2 แผนการสอน นั่นคือนักศึกษาครูแต่ละคนต้องได้รับการประเมินการสอน 2 ครั้ง โดยมีน้ำหนักของคะแนนการประเมินการปฏิบัติการสอนแต่ละครั้งคิดเป็นน้ำหนักที่เท่าๆ กัน แบบประเมินมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1: น้อยมาก ระดับ 2: น้อย ระดับ 3: ปานกลาง ระดับ 4: มาก และระดับ 5: ยอดเยี่ยม จำนวน 20 ตัวชี้วัด ปรากฏผลดังตาราง 15 ต่อไปนี้

ตาราง 15 ผลการศึกษาความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู จำแนกเป็นรายบุคคล

ตัวชี้วัดที่	คะแนนความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (รายบุคคล) (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)																			
	นักศึกษาครูคนที่ 1										นักศึกษาครูคนที่ 2									
	ประเมินครั้งที่ 1		ประเมินครั้งที่ 2		ค่าเฉลี่ยจากการประเมินทั้งหมด	ระดับความสามารถ					ประเมินครั้งที่ 1		ประเมินครั้งที่ 2		ค่าเฉลี่ยจากการประเมินทั้งหมด	ระดับความสามารถ				
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S		น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	ยอดเยี่ยม	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S		น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	ยอดเยี่ยม
1	3.8	0.40	4.2	0.40	4.0				✓		4.2	0.40	4.4	0.55	4.3				✓	
2	4.4	0.55	4.8	0.40	4.6					✓	4.4	0.55	4.8	0.40	4.6					✓
3	4.4	0.55	4.6	0.55	4.5				✓		4.8	0.40	4.8	0.40	4.8					✓
4	3.8	0.40	4.4	0.55	4.1				✓		4.6	0.55	4.6	0.55	4.6					✓
5	4.0	0.00	4.6	0.55	4.3				✓		4.2	0.40	4.8	0.40	4.5				✓	
6	4.2	0.40	4.2	0.40	4.2				✓		4.8	0.40	4.8	0.40	4.8					✓
7	4.4	0.55	4.4	0.55	4.4				✓		4.6	0.55	4.6	0.55	4.6					✓
8	3.8	0.40	4.0	0.00	3.9				✓		4.2	0.40	4.6	0.55	4.4				✓	
9	3.8	0.40	4.2	0.40	4.0				✓		4.0	0.63	4.2	0.75	4.1				✓	
10	3.8	0.40	4.4	0.55	4.1				✓		4.2	0.40	4.4	0.55	4.3				✓	
11	4.4	0.55	4.6	0.55	4.5				✓		4.2	0.40	4.4	0.55	4.3				✓	
12	4.4	0.55	4.4	0.55	4.4				✓		4.4	0.55	4.4	0.55	4.4				✓	
13	4.8	0.40	4.8	0.40	4.8					✓	4.8	0.40	4.8	0.40	4.8					✓
14	3.8	0.40	4.4	0.55	4.1				✓		4.4	0.55	4.6	0.55	4.5				✓	
15	3.4	0.49	4.2	0.40	3.8				✓		4.0	0.63	4.4	0.89	4.2				✓	
16	3.2	0.40	3.6	0.49	3.4			✓			3.6	0.49	3.8	0.40	3.7				✓	
17	4.6	0.55	4.6	0.55	4.6					✓	4.2	0.40	4.6	0.55	4.4				✓	
18	4.0	0.00	4.4	0.55	4.2				✓		4.4	0.55	4.6	0.55	4.5				✓	
19	3.2	0.40	3.4	0.49	3.3			✓			3.6	0.49	3.8	0.40	3.7				✓	
20	4.4	0.55	4.4	0.55	4.4				✓		4.4	0.55	4.6	0.55	4.5				✓	
เฉลี่ย	4.03		4.33		4.18				✓		4.30		4.50		4.40				✓	

หมายเหตุ

ตัวชี้วัดที่ 1 คือ นักศึกษาครูใช้วิธีการนำเข้าสู่เรียนได้อย่างน่าสนใจ สอดคล้องและสัมพันธ์กับกิจกรรมหลัก กระชับ เหมาะสมกับเวลาและระดับของนักเรียน

ตัวชี้วัดที่ 2 คือ วิธีสอนและกิจกรรมที่ใช้ส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหาและตั้งปัญหาให้กับนักเรียน

ตัวชี้วัดที่ 3 คือ วิธีสอนและกิจกรรมที่ใช้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน

ตัวชี้วัดที่ 4 คือ วิธีสอนและกิจกรรมที่ใช้กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น สร้างคำถาม คาดเดา หรือนำเสนอแนวคิด

ตัวชี้วัดที่ 5 คือ นักศึกษาครูจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้หรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ตัวชี้วัดที่ 6 คือ นักศึกษาครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และลำดับการจัดกิจกรรมสามารถนำไปสู่การสรุปแนวคิดหลักของบทเรียนได้

ตัวชี้วัดที่ 7 คือ กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสื่อสารความคิดเห็นระหว่างครูและเพื่อนฯ นักเรียนด้วยกัน

ตัวชี้วัดที่ 8 คือ กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา และเป็นไปตามแผนการสอนที่ได้วางไว้

ตัวชี้วัดที่ 9 คือ ขณะทำการสอน นักศึกษาครูเข้าใจแนวคิดของนักเรียน (ทั้งแนวคิดที่ถูกต้องและแนวคิดที่คลาดเคลื่อน) และปรับวิธีการสอนให้สอดคล้องกับแนวคิดของนักเรียนอย่างเหมาะสม

ตัวชี้วัดที่ 10 คือ นักศึกษาครูใช้คำถามเพื่อสำรวจ ทำความเข้าใจและพัฒนาแนวคิดของนักเรียน รวมทั้งให้เวลาในการคิดแก่นักเรียนอย่างเพียงพอ

(มีต่อ)

ตาราง 15 (ต่อ)

ตัวชี้วัดที่	นักศึกษาครูคนที่ 3										นักศึกษาครูคนที่ 4									
	ประเมินครั้งที่ 1		ประเมินครั้งที่ 2		ค่าเฉลี่ยจากการประเมินทั้งหมด	ระดับความสามารถ					ประเมินครั้งที่ 1		ประเมินครั้งที่ 2		ค่าเฉลี่ยจากการประเมินทั้งหมด	ระดับความสามารถ				
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S		น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	ยอดเยี่ยม	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S		น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	ยอดเยี่ยม
1	3.8	0.40	4.0	0.00	3.9				✓		4.2	0.40	4.4	0.55	4.3				✓	
2	4.4	0.55	4.6	0.55	4.5				✓		4.6	0.55	5.0	0.00	4.8					✓
3	4.2	0.40	4.2	0.40	4.2				✓		4.8	0.40	4.8	0.40	4.8					✓
4	3.8	0.40	4.6	0.55	4.2				✓		4.6	0.55	4.6	0.55	4.6					✓
5	4.6	0.55	4.6	0.55	4.6					✓	4.8	0.40	5.0	0.00	4.9					✓
6	4.4	0.55	4.4	0.55	4.4				✓		4.8	0.40	4.8	0.40	4.8					✓
7	4.4	0.55	4.4	0.55	4.4				✓		4.6	0.55	4.6	0.55	4.6					✓
8	3.8	0.40	3.8	0.40	3.8				✓		4.4	0.55	4.6	0.55	4.5				✓	
9	4.4	0.55	4.6	0.55	4.5				✓		4.4	0.55	4.6	0.55	4.5				✓	
10	3.8	0.40	4.0	0.00	3.9				✓		4.6	0.55	4.8	0.40	4.7					✓
11	4.4	0.55	4.4	0.55	4.4				✓		4.4	0.55	4.6	0.55	4.5				✓	
12	4.2	0.40	4.2	0.40	4.2				✓		4.4	0.55	4.6	0.55	4.5				✓	
13	4.8	0.40	4.8	0.40	4.8					✓	4.8	0.40	5.0	0.00	4.9					✓
14	3.8	0.40	4.0	0.00	3.9				✓		4.6	0.55	4.6	0.55	4.6					✓
15	3.8	0.40	3.8	0.40	3.8				✓		4.2	0.40	4.4	0.55	4.3				✓	
16	3.6	0.49	3.8	0.40	3.7				✓		3.8	0.40	3.8	0.40	3.8				✓	
17	4.4	0.55	4.4	0.55	4.4				✓		4.2	0.40	4.8	0.40	4.5				✓	
18	4.2	0.40	4.4	0.55	4.3				✓		4.8	0.40	4.8	0.40	4.8					✓
19	3.4	0.49	3.8	0.40	3.6				✓		3.8	0.40	3.8	0.40	3.8				✓	
20	4.2	0.40	4.4	0.55	4.3				✓		4.6	0.55	4.6	0.55	4.6					✓
เฉลี่ย	4.12		4.26		4.19				✓		4.47		4.61		4.54					✓

หมายเหตุ (ต่อ)

ตัวชี้วัดที่ 11 คือ นักศึกษาครูแสดงความมั่นใจในการสอน และถ่ายทอดความรู้ได้ถูกต้องแม่นยำในเรื่องที่สอน

ตัวชี้วัดที่ 12 คือ นักศึกษาครูเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ท้าทาย และกระตุ้นให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา

ตัวชี้วัดที่ 13 คือ นักศึกษาครูส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดขยายปัญหา และตั้งปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง

ตัวชี้วัดที่ 14 คือ นักศึกษาครูสร้างบรรยากาศของการเคารพความคิดเห็น กระตุ้นให้เกิดคำถาม และเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้โดยนักเรียนเอง

ตัวชี้วัดที่ 15 คือ นักศึกษาครูเน้นการพัฒนาทางปัญญา การวิจารณ์ที่สร้างสรรค์ และการทำความเข้าใจของนักเรียน

ตัวชี้วัดที่ 16 คือ นักศึกษาครูส่งเสริมเจตคติและความเชื่อที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้แก่ นักเรียน

ตัวชี้วัดที่ 17 คือ สื่อการเรียนรู้ที่นักศึกษาครูนำมาใช้ กระตุ้นเร้าความสนใจ และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

ตัวชี้วัดที่ 18 คือ นักศึกษาครูสร้างความสนใจหรือความประทับใจในบทเรียนให้กับนักเรียน นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องด้วยความสุข

ตัวชี้วัดที่ 19 คือ นักศึกษาครูสรุปบทเรียนที่สอนไปได้อย่างกระชับ และใช้วิธีการที่เหมาะสม

ตัวชี้วัดที่ 20 คือ นักศึกษาครูแสดงให้เห็นว่าได้ใช้การประเมินระหว่างปฏิบัติการสอน เพื่อปรับเปลี่ยนวิธีการสอนของตนเอง ที่นำไปสู่ความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน

จากตาราง 15 พบว่า นักศึกษาครูทั้งสี่คนมีความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอยู่ในระดับยอดเยี่ยม 1 คน ($\bar{x} = 4.54$) และอยู่ในระดับมาก 3 คน ($\bar{x} = 4.40, 4.19, 4.18$ ตามลำดับ) โดยตัวชี้วัดที่นักศึกษามีความสามารถอยู่ในระดับยอดเยี่ยมครบทั้งสี่คนมี 1 ตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 13: นักศึกษาครูส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดขยายปัญหาและตั้งปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง ทั้งนี้สังเกตได้ว่าตัวชี้วัดที่นักศึกษารับคะแนนน้อยกว่าตัวชี้วัดอื่นๆ ตรงกันทั้งสี่คนมี 2 ตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 16: นักศึกษาครูส่งเสริมเจตคติและความเชื่อที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้นักเรียน และตัวชี้วัดที่ 19: นักศึกษาครูสรุปบทเรียนที่สอนได้อย่างกระชับและใช้วิธีการที่เหมาะสม นอกจากนี้เมื่อมองถึงพัฒนาการของความสามารถจากการประเมินทั้งสองครั้งของนักศึกษาแต่ละคน พบว่า นักศึกษาทุกคนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ เมื่อพิจารณาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู พบว่า นักศึกษาครูมีความสามารถผ่านเกณฑ์ 3 คน โดยได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัดอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถระดับมาก) ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินแต่ละครั้งในแต่ละตัวชี้วัดไม่เกิน 1.00 และนักศึกษามีความสามารถไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คน เนื่องจากได้คะแนนเฉลี่ยของตัวชี้วัดที่ 16 ($\bar{x} = 3.40$) และตัวชี้วัดที่ 19 ($\bar{x} = 3.30$) ต่ำกว่า 3.51 คะแนน แต่โดยรวมแล้วก็ยังมีคะแนนเฉลี่ยของทุกตัวชี้วัดมากกว่า 3.51 คะแนน ($\bar{x} = 4.18$)

2.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

จากการสังเกตวิธีการสอนการแก้ปัญหานักศึกษาครู พบว่า นักศึกษาไม่ได้สอนยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหากับนักเรียน แต่พยายามให้นักเรียนใช้ความรู้และทักษะที่มีอยู่ในการหาวิธีการแก้ปัญหาดด้วยตนเอง หรือใช้การระดมสมองจากการทำงานกลุ่ม แล้วนำเสนอวิธีการแก้ปัญหามีความเฉพาะของแต่ละคนหรือของกลุ่ม นักศึกษาพยายามสอนและเน้นย้ำในบางขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่ ขั้นตอนการตีความหมายของโจทย์หรือการทำความเข้าใจปัญหา และขั้นตอนการตรวจสอบผลหรือการหาวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ แต่ในขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหากับขั้นตอนการดำเนินการตามแผนนั้นนักศึกษาไม่ได้เน้นมากนัก แต่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจและใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาเอง สำหรับการประเมินการแก้ปัญหานักเรียน นักศึกษาได้ให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) โดยมีการบอกเกณฑ์การให้คะแนนกับนักเรียนอย่างชัดเจน และในช่วงท้ายของกิจกรรมบางคาบเรียนได้มีการให้นักเรียนเขียนอนุทินและประเมินการแก้ปัญหาของตนเอง

ผู้วิจัยพบว่าทักษะการสอนการแก้ปัญหานักศึกษาครูที่ยังไม่สมบูรณ์นัก ได้แก่

1) การเสริมสร้างกำลังใจ คุณค่า และการคิดในเชิงบวกที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหให้กับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณที่พบว่า นักศึกษาทั้ง 4 คนได้คะแนนต่ำในตัวชี้วัดเรื่องการส่งเสริมเจตคติและความเชื่อที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาให้นักเรียน

2) การเน้นการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าวิธีการที่นำไปสู่คำตอบนั้นๆ พบว่า ในบางครั้งนักศึกษาถามผลของการแก้ปัญหาโดยมุ่งแต่เฉพาะคำตอบ หรือเปรียบเทียบคำตอบกับนักเรียนคนอื่นๆ แต่ให้ความสำคัญค่อนข้างน้อยกับวิธีการคิดของนักเรียนว่ามีที่มาที่ไปของการคิดแก้ปัญหาอย่างไร ทั้งนี้ นักศึกษาให้เหตุผลว่าเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมมีค่อนข้างจำกัด การให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาที่นำไปสู่คำตอบนั้นต้องใช้เวลามากและทำให้การจัดกิจกรรมไม่ทันตามกำหนดของแผนการสอน

3) การนำเสนอหรือการสื่อสารวิธีการแก้ปัญหานักเรียนแต่ละคนภายใต้การดูแลของนักศึกษาคูให้ได้รับความสนใจจากนักเรียนคนอื่นๆ พบว่า ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ในช่วงแรก เนื่องจากนักเรียนบางคนที่ยังไม่สำเร็จก็จะไม่สนใจการนำเสนอผลการแก้ปัญหของเพื่อน พร้อมทั้งนักเรียนที่ออกมาแนะนำผลหน้าชั้นเรียนยังขาดทักษะการสื่อสารที่ดีที่จะจูงใจนักเรียนคนอื่นๆ ทั้งนี้ นักศึกษาได้พยายามปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ต่างๆ ในการนำเสนอของนักเรียน เช่น มีการให้นักเรียนแต่ละคนที่ฟังการนำเสนอใช้การยกป้ายที่มีเครื่องหมาย ☒ หมายถึง “เข้าใจ” สิ่งที่คุณนำเสนอ และใช้ป้ายที่มีเครื่องหมาย ☐ หมายถึง “ไม่เข้าใจ” สิ่งที่คุณนำเสนอ และนักเรียนที่นำเสนอต้องอธิบายวิธีการแก้ปัญหของตนเองให้เพื่อนคนอื่นๆ เข้าใจเป็นจำนวนอย่างน้อย 80% ของนักเรียนทั้งหมดในห้อง (32 คน จาก 40 คน) เป็นต้น จึงทำให้ขั้นตอนการนำเสนอผลการแก้ปัญหาได้รับประโยชน์และกระตุ้นการเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งให้เห็นว่านักศึกษาได้พัฒนาการสอนโดยมีการปรับเปลี่ยนกลวิธีการสอนให้ดีขึ้น

4) การสรุปบทเรียนในแต่ละคาบเรียน พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้ทำการสรุปบทเรียนหรือประเด็นต่างๆ ที่ได้จัดการเรียนรู้ เนื่องจากข้อจำกัดของเวลาในการสอน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณที่พบว่า นักศึกษาทั้ง 4 คนได้คะแนนต่ำในตัวชี้วัดเรื่องการสรุปบทเรียนที่สอนได้อย่างกระชับและใช้วิธีการที่เหมาะสม

สำหรับวิธีการสอนการตั้งปัญหาของนักศึกษาคู พบว่า นักศึกษาให้นักเรียนทำกิจกรรมการตั้งปัญหาเฉพาะที่เป็นการขยายจากปัญหาเดิมที่ได้แก้มาแล้ว ส่วนการตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์หรือข้อมูลที่กำหนดให้แก่นักศึกษา ยังไม่ได้นำมาใช้กับนักเรียน นักศึกษาไม่ได้บอกหรือนำเสนอเทคนิคการตั้งปัญหาแบบต่างๆ ให้กับนักเรียน แต่จะให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือวิถีธรรมชาติแห่งการคิด (Natural ways of thinking) ขยายปัญหาด้วยตนเอง แล้วให้นักเรียนคนอื่นๆ ได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันถึงความท้าทาย ความน่าสนใจของปัญหาใหม่ที่สร้างขึ้น ซึ่งในระยะแรกของการสอนการตั้งปัญหานั้น พบว่า นักศึกษาจะให้นักเรียนตั้งปัญหาเป็นการบ้านรายบุคคล แต่ในระยะหลังของการสอน นักศึกษาได้ออกแบบกิจกรรมการตั้งปัญหาโดยนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในคาบเรียน เพื่อให้นักศึกษาจะได้สังเกตวิธีการหรือกระบวนการตั้งปัญหาของนักเรียนได้ สำหรับการประเมินการตั้งปัญหาของนักเรียน นักศึกษาได้ให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) เช่นเดียวกับการแก้ปัญหา โดยมีการบอกเกณฑ์การให้คะแนนกับนักเรียนอย่างชัดเจน มีการประกวดแข่งขันการตั้งปัญหาที่ทำหายโดยใช้คะแนนการออกเสียง (Vote) ของเพื่อน

นักเรียนในห้อง และในช่วงท้ายของกิจกรรมบางคาบเรียนได้ให้นักเรียนเขียนอนุทินและประเมินการตั้งปัญหาของเพื่อนและของตนเอง

ในคาบเรียนแรกๆ เมื่อนักศึกษาให้นักเรียนตั้งปัญหาที่เป็นการขยายจากปัญหาเดิมที่ได้แก้มาแล้ว พบว่า นักศึกษาไม่ได้นำปัญหาใหม่ที่นักเรียนแต่ละคนขยายมานั้นมาใช้เพื่อแก้ปัญหาต่อ ตรงนี้นักศึกษาพบข้อบกพร่องในการสอนของตนเองและมีความเห็นว่า การที่นักเรียนจะตัดสินใจได้ว่าปัญหาต่างๆ ที่ขยายมานั้นจะมีความน่าสนใจทำทายน้อยแค่ไหน นักเรียนควรต้องลองแก้ปัญหาเหล่านั้นๆ ดูก่อนจึงจะทราบได้ ทำให้การสอนในคาบเรียนต่อๆ มามีการใช้ปัญหาที่นักเรียนขยายออกไปนำกลับมาให้นักเรียนได้ลองแก้ปัญหาด้วย สิ่งนี้ก็ชี้ให้เห็นถึงการปรับเปลี่ยนกลวิธีการสอนของนักศึกษาที่ได้พัฒนาออกไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพในเรื่องวิธีการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูที่กล่าวมา สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ กล่าวคือ นักศึกษาได้คะแนนสูงในตัวชี้วัดเรื่องการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดขยายปัญหาและตั้งปัญหาด้วยตัวของตนเอง วิธีสอนและกิจกรรมที่ใช้ส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหาและตั้งปัญหาให้กับนักเรียน และการใช้การประเมินผลระหว่างปฏิบัติการสอนเพื่อปรับเปลี่ยนวิธีการสอนของตนเองที่นำไปสู่ความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน

จากการให้นักศึกษาครูได้ทำการทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม โดยนำแนวคิดของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study) มาใช้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษา พบว่า นักศึกษามีพัฒนาการทางการสอนที่ดีขึ้นในหลายๆ ด้าน นักศึกษาได้ร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และระดมสมองคิดสร้างแผนการสอน นักศึกษาได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์ และอภิปรายถึงแนวทางในการพัฒนาการสอนให้ดีขึ้น ซึ่งทำให้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีสอน แนวทางการจัดการชั้นเรียนที่แตกต่างกัน และมุมมองของการคิดที่แตกต่างกันเพื่อนักศึกษาด้วยกัน ทั้งนี้พบว่าในช่วงระยะหลังของการปฏิบัติการสอน กลุ่มนักศึกษาดูมีความมั่นใจในการสอนมากขึ้น มีแนวคิดในการสร้างสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายมากขึ้น มีวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เหมาะสมมากขึ้น และจากการให้นักศึกษาสะท้อนผลการสอนของตนเองโดยใช้วิธีที่บันทึกไว้ในการประชุมภายหลังจากการได้ทำการสอนเสร็จแล้ว ทำให้นักศึกษาเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเองขณะทำการสอนหรือเรียนรู้อุปสรรคต่างๆ ที่ทำให้การสอนไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ ซึ่งตรงนี้นักศึกษากล่าวว่าเป็นสิ่งที่ดี เพราะบางครั้งขณะสอนก็ไม่วันทัวตนเองมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดอย่างไร แต่เมื่อได้ระลึกดูการสอนจากวิธีที่บันทึกไว้ ทำให้เห็นบุคลิกลักษณะการสอนของตนเองและเห็นแง่มุมบางอย่างที่ไม่ทันสังเกตได้ขณะสอนในห้องเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพในเรื่องพัฒนาการทางการสอนของนักศึกษาครูที่กล่าวมา สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ กล่าวคือ กลุ่มนักศึกษามีพัฒนาการในการวางแผนการสอนที่ดีขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับจากการติดตามการประเมินอย่างต่อเนื่องทั้งแปดครั้ง และนักศึกษาทุกคนมีผลการปฏิบัติการสอนที่ประเมินในรอบที่ 2 ดีขึ้นกว่าในรอบแรก

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ผลการปฏิบัติตามรูปแบบและการปรับปรุงรูปแบบ

3.1 การวิเคราะห์ผลการปฏิบัติตามรูปแบบ

รูปแบบในระยะที่ 1

จากการสำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู สรุปได้ว่า นักศึกษาตระหนักถึงสภาพปัญหาในด้านการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเองใน 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ (1) ความกังวลและขาดความมั่นใจในตนเองต่อการแก้ปัญหา (2) การขาดการตรวจสอบคำตอบหรือคิดย้อนกลับในการแก้ปัญหา และ (3) การขาดทักษะการวิเคราะห์ปัญหาว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นมาใหม่นั้นเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน ขยายความรู้จากปัญหาเดิม หรือใช้ทักษะและกระบวนการมากกว่าเดิมหรือไม่อย่างไร และผู้วิจัยได้แก้ไขสภาพปัญหาในด้านการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูทั้งในกิจกรรมถัดไปและในรูปแบบให้สมบูรณ์ขึ้น ดังนี้ (1) ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบโดยสอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมเจตคติ ความเชื่อ และความมั่นใจในตนเองในการแก้ปัญหาและตั้งปัญหา (2) เน้นการอธิบายและเพิ่มระยะเวลาให้มากขึ้นสำหรับการตรวจสอบคำตอบและคิดย้อนกลับในการแก้ปัญหาสำหรับกิจกรรมถัดไป และ (3) เพิ่มระยะเวลาในการฝึกวิเคราะห์ความซับซ้อนของปัญหาที่ตั้งขึ้นตามเกณฑ์ที่กำหนด และฝึกการให้คะแนนหรือการประเมินการตั้งปัญหาให้มากขึ้นสำหรับกิจกรรมถัดไป

ในด้านความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู สรุปได้ว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มองเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา มีความรู้และเข้าใจในประเภทของปัญหาต่างๆ มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาลงจดจนความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการตั้งปัญหา สำหรับความสามารถในการแก้ปัญหานั้น สังเกตได้ว่า ถ้าเป็นปัญหาที่มีเงื่อนไขมากหรือมีเรื่องราวยาวๆ มักบั่นทอนเจตคติในขั้นแรกของการแก้ปัญหา (ขั้นทำความเข้าใจปัญหา) และการที่ปัญหามีรูปภาพประกอบช่วยให้นักศึกษามองเห็นภาพและเรื่องราวของปัญหาได้ดีกว่า นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่เหมาะสมและมีข้อบกพร่องบ้างสำหรับการเขียนรายละเอียดและเหตุผลในวิธีการคิดแก้ปัญหา แต่เมื่อให้ออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน พบว่านักศึกษาสามารถแสดงเหตุผลและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น สำหรับความสามารถในการตั้งปัญหา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถตั้งปัญหาโดยปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับกลางโดยใช้เทคนิคการสลับตำแหน่งระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาของปัญหาเดิมแต่สำหรับการตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักศึกษาส่วนใหญ่ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับต่ำ ซึ่งเมื่อมองในภาพรวมพบว่านักศึกษามีความสามารถในการตั้งปัญหาอยู่ในระดับที่น่าพอใจตามเกณฑ์ที่กำหนดเป็นจำนวนเกินครึ่งหนึ่งเล็กน้อยของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด ส่วนนักศึกษาอีกเกือบครึ่งหนึ่งไม่ผ่านเกณฑ์และยังมีข้อบกพร่องในการตั้งปัญหาบางประเด็นที่ควรได้รับการพัฒนาต่อไป ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงรูปแบบในระยะที่ 1 ให้สมบูรณ์ขึ้นโดยปรับขยายระยะเวลาและประสบการณ์ในการตั้งปัญหาแก่นักศึกษาครูให้มากขึ้น

ในด้านการเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู สรุปได้ว่า นักศึกษาสามารถอภิปรายจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนในประเด็นต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมทั้งในด้านปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน เทคนิควิธีการสอน สื่อการเรียนรู้ การใช้คำถามกระตุ้นของครู การประเมินผล และข้อเสนอแนะต่างๆ นักศึกษาได้ฝึกการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเหตุผลในการให้คะแนนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักเรียน ซึ่งบางครั้งในการให้คะแนน นักศึกษาได้ให้คะแนนและแสดงความคิดเห็นที่ต่างกันไป แต่สุดท้ายนักศึกษาก็ตระหนักว่าการประเมินผลควรเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้ประเมินควรดูจากหลักฐานที่นักเรียนเขียนแสดงมาและควรดูที่เจตนาของนักเรียนเป็นสำคัญ เมื่อให้นักศึกษาปฏิบัติ การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา พบว่า นักศึกษา ปฏิบัติการสอนตามขั้นตอนอย่างเหมาะสม เป็นไปตามแผนการสอนที่ได้ออกแบบไว้ และสามารถ สร้างสื่อการเรียนรู้ที่เป็นวัสดุจำลองเพื่อประกอบการแก้ปัญหาที่ส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดี และทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกระชับรวดเร็วขึ้น นอกจากนี้ นักศึกษาสามารถเขียนแผนผังความคิด (Mind map) พร้อมทั้งนำเสนอและอภิปรายสรุปความรู้สำคัญที่ได้รับทั้งหมดจากการปฏิบัติกิจกรรม ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงกิจกรรมสุดท้ายได้เป็นอย่างดี ซึ่งแสดงถึงความรู้ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมที่ผ่านมา

รูปแบบในระยะที่ 2

จากการสังเกตลักษณะของงานหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สอนของนักศึกษาครู สรุปได้ว่า ปัญหาทุกปัญหานักศึกษาคัดเลือกมาเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย นักศึกษาพยายามเชื่อมโยงสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนซึ่งสามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริงเข้าไปในปัญหา ปัญหาส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่มีคำตอบเดียวแต่มีวิธีการแก้ปัญหามากหลายวิธี แต่มีบางปัญหาที่ให้นักเรียนคิดวิเคราะห์หาเหตุผลหรือพิสูจน์ ปัญหาทุกปัญหามีรูปภาพประกอบ มีความท้าทายและน่าสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา ปัญหาส่วนใหญ่เหมาะสมหรือง่ายต่อการฝึกให้นักเรียน ขยายปัญหา แต่มีบางปัญหาที่นักเรียนหลายคนบอกว่ายากต่อการตั้งปัญหา ขยายปัญหาได้ไม่หลากหลาย หรือไม่สามารคิดที่จะขยายปัญหาออกไปได้

ในด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ของนักศึกษาครูที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน สรุปได้ว่า สื่อการเรียนรู้ที่สำคัญที่นักศึกษารวบรวมและคัดเลือกมาใช้มี 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ สื่อการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสื่อการเรียนรู้อื่นๆ ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ นักศึกษา ได้มีการวางแผนเตรียมการหลังจากที่ได้ตัดสินใจคัดเลือกปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว โดยพยายามหาหรือสร้างสื่อการเรียนรู้ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่จะสอน และหาวิธีการที่จะใช้สื่อการเรียนรู้ให้ได้ผลดีที่สุด นักศึกษาได้มีการเตรียมและทดลองใช้สื่อการเรียนรู้บางอย่างเป็นอย่างดี ในการใช้สื่อการเรียนรู้นี้นักศึกษาได้มีการอธิบายชี้แจงให้นักเรียนทราบก่อนว่าจะใช้สื่อการเรียนรู้ต่างๆ นั้นอย่างไร เพื่ออะไร และนักเรียนต้องมีส่วนร่วมในระหว่างการใช้สื่อการเรียนรู้ต่างๆ อย่างไร

ในด้านวิธีการสอนการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า นักศึกษาไม่ได้สอนยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหาแก่นักเรียน แต่พยายามให้นักเรียนใช้ความรู้และทักษะที่มีอยู่ในการหาวิธีการแก้ปัญหา

ด้วยตนเอง หรือใช้การระดมสมองจากการทำงานกลุ่ม แล้วนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความเฉพาะของแต่ละคนหรือของกลุ่ม นักศึกษาพยายามสอนและเน้นย้ำในบางขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาได้แก่ ขั้นตอนการตีความหมายของโจทย์หรือการทำความเข้าใจปัญหา และขั้นตอนการตรวจสอบผลหรือการหาวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ แต่ในขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา กับขั้นตอนการดำเนินการตามแผนนั้นนักศึกษาไม่ได้เน้นมากนัก แต่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจและใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาเอง สำหรับการประเมินการแก้ปัญหาของนักเรียน นักศึกษาได้ให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) โดยมีการบอกเกณฑ์การให้คะแนนกับนักเรียนอย่างชัดเจน และในช่วงท้ายของกิจกรรมบางคาบเรียนได้มีการให้นักเรียนเขียนอนุทินและประเมินการแก้ปัญหาของตนเอง

ในด้านวิธีการสอนการตั้งปัญหา สรุปได้ว่า นักศึกษาให้นักเรียนทำกิจกรรมการตั้งปัญหาเฉพาะที่เป็นการขยายจากปัญหาเดิมที่ได้แก้มาแล้ว ส่วนการตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์หรือข้อมูลที่กำหนดให้นั้นนักศึกษายังไม่ได้นำมาใช้กับนักเรียน นักศึกษาไม่ได้บอกหรือแนะนำเทคนิคการตั้งปัญหาแบบต่างๆ ให้กับนักเรียน แต่จะให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือวิถีธรรมชาติแห่งการคิด (Natural ways of thinking) ขยายปัญหาด้วยตนเอง แล้วให้นักเรียนคนอื่นๆ ได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันถึงความท้าทาย ความน่าสนใจของปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้น ซึ่งในระยะแรกของการสอนการตั้งปัญหานั้น นักศึกษาจะให้นักเรียนตั้งปัญหาเป็นการบ้านรายบุคคล แต่ในระยะหลังของการสอน นักศึกษาได้ออกแบบกิจกรรมการตั้งปัญหาโดยนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในคาบเรียน เพื่อให้นักศึกษาจะได้สังเกตวิธีการหรือกระบวนการตั้งปัญหาของนักเรียนได้ สำหรับการประเมินการตั้งปัญหาของนักเรียน นักศึกษาได้ให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) เช่นเดียวกับการแก้ปัญหา โดยมีการบอกเกณฑ์การให้คะแนนกับนักเรียนอย่างชัดเจน มีการประกวดแข่งขันการตั้งปัญหาที่ท้าทายโดยใช้คะแนนการออกเสียง (Vote) ของเพื่อนนักเรียนในห้อง และในช่วงท้ายของกิจกรรมบางคาบเรียนได้ให้นักเรียนเขียนอนุทินและประเมินการตั้งปัญหาของเพื่อนและของตนเอง

ในด้านพัฒนาการทางการสอนของนักศึกษาครู สรุปได้ว่า นักศึกษามีพัฒนาการทางการสอนที่ดีขึ้นในหลายๆ ด้าน นักศึกษาได้ร่วมมือกันกำหนดจุดประสงค์และระดมสมองคิดสร้างแผนการสอน ได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์ และอภิปรายถึงแนวทางในการพัฒนาการสอนให้ดีขึ้น ซึ่งทำให้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีสอน แนวทางการจัดการชั้นเรียนที่แตกต่างกัน และมุมมองของการคิดที่แตกต่างกันจากเพื่อนนักศึกษาด้วยกัน ในช่วงระยะหลังของการปฏิบัติการสอน กลุ่มนักศึกษามีความมั่นใจในการสอนมากขึ้น มีแนวคิดในการสร้างสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายมากขึ้น มีวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เหมาะสมมากขึ้น และนักศึกษาเห็นประโยชน์ของการสะท้อนผลการสอนโดยใช้วิธีที่บันทึกไว้ เพราะทำให้นักศึกษาเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเองขณะทำการสอนหรือเรียนรู้อุปสรรคต่างๆ ที่ทำให้การสอนไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้

3.2 การปรับปรุงรูปแบบ

เพื่อให้รูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นรูปแบบที่มีความสมบูรณ์ สามารถนำไปใช้เสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำผลที่ได้จากการทดลองใช้รูปแบบมาปรับปรุงรูปแบบอีกครั้งหนึ่ง โดยจากผลการทดลองรูปแบบในระยะที่ 1 พบว่า ความมั่นใจในตนเอง (Self-confidence) ในเรื่องการแก้ปัญหานักศึกษาอยู่ในระดับน้อย ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหานักศึกษา ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มแนวคิดและกิจกรรมที่ส่งเสริมเจตคติ ความเชื่อ และความมั่นใจในตนเองเข้าไปในขั้นตอนที่ 2 ของรูปแบบในระยะที่ 1 ด้วยอีกแนวคิดและกิจกรรมหนึ่ง นอกจากนี้ยังพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนอยู่ในระดับกลางและระดับต่ำ และผ่านเกณฑ์ความสามารถในการตั้งปัญหาเพียง 7 คนจากทั้งหมด 12 คน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงรูปแบบในระยะที่ 1 โดยปรับขยายระยะเวลาและประสบการณ์ในการตั้งปัญหาแก่นักศึกษาครูให้มากขึ้น รายละเอียดทั้งหมดของการปรับปรุงรูปแบบดูได้จากตาราง 16 ต่อไปนี้

ตาราง 16 รายละเอียดทั้งหมดของการปรับปรุงรูปแบบ

รายการ	ฉบับร่าง	รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบ (Model)	
		ฉบับปรับปรุง ก่อนการทดลอง	ฉบับสมบูรณ์
1. การกำหนดระยะในการดำเนินกิจกรรมของรูปแบบมี 2 ระยะ	<u>ระยะที่ 1:</u> การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน (กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู) <u>ระยะที่ 2:</u> การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study)	เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)	เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)
2. การกำหนดขั้นตอน/องค์ประกอบ ของรูปแบบในระยะที่ 1	<u>ขั้นที่ 1</u> การสำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู <u>ขั้นที่ 2</u> การปรับพื้นฐานและเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู <u>ขั้นที่ 3</u> การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)	เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการ	ฉบับร่าง	รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบ (Model)	
		ฉบับปรับปรุง ก่อนการทดลอง	ฉบับสมบูรณ์
3. การกำหนดวัตถุประสงค์ (Objectives) ของรูปแบบในระยะที่ 1	ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 2 ข้อ ขั้นตอนที่ 2 กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 3 ข้อ ขั้นตอนที่ 3 กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 3 ข้อ	เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)	เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)
4. การกำหนดแนวคิด (Concepts) ของรูปแบบในระยะที่ 1	(1) ไม่ได้กำหนด “การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching)” ให้อยู่ในแนวคิดของรูปแบบในระยะที่ 1	(1) กำหนดให้ “การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching)” อยู่ในแนวคิดของรูปแบบในระยะที่ 1 ของขั้นตอนการเตรียมความพร้อมทางด้านการสอน การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู โดยแนวคิดดังกล่าวกำหนดว่า “การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ในชั้นเรียนก่อนออกไปสู่การสอนในโรงเรียนจริง เป็นการเตรียมความพร้อมสู่การสอนในภาคสนามของนักศึกษาครูต่อไปได้”	(1) เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง (ไม่ได้ปรับปรุง)
	(2) จากประโยคเดิมที่กล่าวว่า “การฝึกทักษะและกระบวนการให้เหตุผล ช่วยให้ผู้อื่นเชื่อตามที่ตนอธิบายได้”	(2) ปรับปรุงเป็น “การฝึกทักษะและกระบวนการให้เหตุผล ช่วยให้ผู้สามารถอธิบายข้อมูลให้ผู้อื่นเชื่อตามและยอมรับได้”	(2) เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง (ไม่ได้ปรับปรุง)
	(3) ไม่ได้กำหนด “ความมั่นใจในตนเอง (Self-confidence) ในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา” ให้อยู่ในแนวคิดของรูปแบบในระยะที่ 1	(3) เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)	(3) กำหนดให้ “ความมั่นใจในตนเอง (Self-confidence) ในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา” อยู่ในแนวคิดของรูปแบบในระยะที่ 1 ของขั้นตอนการปรับพื้นฐานและการเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู โดยแนวคิดดังกล่าวกำหนดว่า “การมีเจตคติที่ดี ความเชื่อที่เหมาะสม และความมั่นใจในตนเองในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาแก่ผู้เรียนได้”

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการ	ฉบับร่าง	รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบ (Model)	
		ฉบับปรับปรุง ก่อนการทดลอง	ฉบับสมบูรณ์
5. การกำหนดกิจกรรม / ตัว จัดกระทำ (Treatments) ของ รูปแบบในระยะที่ 1	(1) ไม่ได้จัดให้มีกิจกรรมการ ฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) อยู่ในขั้นตอนการ เตรียมความพร้อมทางด้าน การสอน	(1) กำหนดให้มีกิจกรรมการ ฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) และฝึกการเขียน แผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน อยู่ในขั้นตอนการเตรียมความพร้อม ทางด้านการสอน	(1) เหมือนเดิมตามรูปแบบ ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง (ไม่ได้ปรับปรุง)
	(2) ไม่ได้ระบุว่ากิจกรรมต่างๆ ปรากฏอยู่ในแผนการจัด กิจกรรมใดบ้าง	(2) ระบุเพิ่มเติมในรายละเอียด ของรูปแบบว่า กิจกรรมต่างๆ ได้ปรากฏอยู่ในแผนการจัด กิจกรรมที่เท่าไร	(2) เหมือนเดิมตามรูปแบบ ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง (ไม่ได้ปรับปรุง)
	(3) การนำเสนอกิจกรรม ต่างๆ ในรายละเอียดของ รูปแบบไม่ได้เรียงไป ตามลำดับการจัดกิจกรรม และหมายเลขหัวข้อกิจกรรม ไม่ตรงกันกับแผนผังของ รูปแบบ	(3) ปรับลำดับการนำเสนอ กิจกรรมต่างๆ ในรายละเอียด ของรูปแบบให้เป็นไปตามการ ปฏิบัติจริง และกำหนดหมายเลข หัวข้อกิจกรรมให้ตรงกันกับ แผนผังของรูปแบบ	(3) เหมือนเดิมตามรูปแบบ ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง (ไม่ได้ปรับปรุง)
	(4) ไม่ได้จัดให้มีกิจกรรมที่ ส่งเสริมความมั่นใจในตนเอง (Self-confidence) ในการ แก้ปัญหาและการตั้งปัญหาอยู่ ในขั้นตอนการปรับพื้นฐานและ การเสริมสร้างความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	(4) เหมือนเดิมตามรูปแบบ ฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)	(4) กำหนดให้มีการสอดแทรก กิจกรรมที่ส่งเสริมเจตคติ ความเชื่อ และความมั่นใจใน ตนเองในการแก้ปัญหาและ การตั้งปัญหา อยู่ในขั้นตอน การปรับพื้นฐานและการ เสริมสร้างความรู้ความสามารถ ในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษา ครู
	(5) มีกิจกรรมเกี่ยวกับการตั้ง ปัญหาแทรกอยู่ในกิจกรรมตาม รูปแบบในระยะที่ 1 อยู่ 4 กิจกรรม จากทั้งหมด 10 กิจกรรม	(5) เหมือนเดิมตามรูปแบบ ฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)	(5) ปรับขยายระยะเวลาและ ประสบการณ์ในการตั้งปัญหา แก่นักศึกษาครูให้มากขึ้น โดย ให้มีกิจกรรมเกี่ยวกับการตั้ง ปัญหาแทรกอยู่ในกิจกรรมตาม รูปแบบในระยะที่ 1 อยู่ 6 กิจกรรม จากทั้งหมด 10 กิจกรรม

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการ	ฉบับร่าง	รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบ (Model)	
		ฉบับปรับปรุง ก่อนการทดลอง	ฉบับสมบูรณ์
6. การกำหนดขั้นตอน/ องค์ประกอบ ของรูปแบบใน ระยะที่ 2	(1) มีขั้นตอนทั้งหมด 8 ขั้นตอน อย่างเป็นวงจร	(1) เหมือนเดิมตามรูปแบบ ฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)	(1) เหมือนเดิมตามรูปแบบ ฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)
	(2) จากประโยคเดิมใน ขั้นตอนที่ 3 และ 6 ที่กล่าวว่า “...เพื่อนนักศึกษาครูคนอื่นๆ และ ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วม สังเกตการสอน <u>หลัง</u> ห้องเรียน”	(2) ปรับปรุงเป็น “...เพื่อน นักศึกษาครูคนอื่นๆ และ ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการ สอน <u>ใน</u> ห้องเรียน”	(2) เหมือนเดิมตามรูปแบบ ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง (ไม่ได้ปรับปรุง)
7. การกำหนดวัตถุประสงค์ (Objectives) ของรูปแบบใน ระยะที่ 2	จากประโยคเดิมในวัตถุประสงค์ ของขั้นตอนที่ 3 และ 6 ที่ กล่าวว่า “...เพื่อนนักศึกษาครู คนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้า ร่วมสังเกตการสอน <u>หลัง</u> ห้องเรียน”	ปรับปรุงเป็น “...เพื่อนนักศึกษา ครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิ เข้าร่วมสังเกตการสอน <u>ใน</u> ห้องเรียน”	เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับ ปรับปรุงก่อนการทดลอง (ไม่ได้ปรับปรุง)
8. การกำหนดกิจกรรม (Activities) ของรูปแบบใน ระยะที่ 2	ในแต่ละขั้นของทั้งแปดขั้นตอน จะมีรายละเอียดของการทำ กิจกรรมย่อยๆ 1 – 2 ข้อ	เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)	เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับร่าง (ไม่ได้ปรับปรุง)
9. การกำหนดระยะเวลาใน การทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ของรูปแบบ ในระยะที่ 2	ยืดหยุ่นเวลาของกิจกรรมใน ขั้นตอนที่ 4 และ 7 ที่กล่าวว่า “กลุ่มนักศึกษาครูประชุมกัน ในตอนเย็นของวันที่ทำการ ทดลองสอนในช่วงหลัง โรงเรียนเลิก ...”	ปรับปรุงเป็น “กลุ่มนักศึกษาครู ประชุมกันในช่วงเวลาว่างที่ ตรงกัน ภายหลังการทดลอง สอนในวันนั้นหรือวันถัดไป...”	เหมือนเดิมตามรูปแบบฉบับ ปรับปรุงก่อนการทดลอง (ไม่ได้ปรับปรุง)
10. การจัดวางแผนผังเพื่อ นำเสนอรูปแบบ มีความ ชัดเจนและเข้าใจง่าย	(1) การจัดวางกรอบขั้นตอน/ องค์ประกอบของรูปแบบใน ระยะที่ 1 มีทิศทางวนตามเข็มนาฬิกา ซึ่งขัดกับทิศทางของ หัวลูกศรที่วนทวนเข็มนาฬิกา ทำให้มองสับสนและเข้าใจ ยาก	(1) ปรับปรุงการจัดวางกรอบ ขั้นตอน/องค์ประกอบของรูปแบบ ในระยะที่ 1 ให้มีทิศทางวน ทวนเข็มนาฬิกาเช่นเดียวกับ ทิศทางของหัวลูกศร เพื่อให้ มองเข้าใจง่ายขึ้น	(1) เหมือนเดิมตามรูปแบบ ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง (ไม่ได้ปรับปรุง)
	(2) การนำเสนอกิจกรรม ต่างๆ ของรูปแบบในระยะที่ 1 ไม่ได้เรียงไปตามลำดับ ก่อนหลังของการจัดกิจกรรม และหมายเลขหัวข้อกิจกรรม ในแผนผังไม่ตรงกันกับ รายละเอียดของรูปแบบ	(2) ปรับปรุงลำดับการนำเสนอ กิจกรรมต่างๆ ของรูปแบบใน ระยะที่ 1 ให้เป็นไปตามลำดับ ก่อนหลังของการปฏิบัติกิจกรรม จริง และกำหนดหมายเลขหัวข้อ กิจกรรมในแผนผังให้ตรงกับ กับรายละเอียดของรูปแบบ	(2) เหมือนเดิมตามรูปแบบ ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง (ไม่ได้ปรับปรุง)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมายและวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ

1. พัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู
2. ศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้ ในด้านต่อไปนี้
 - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
 - 2.2 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
 - 2.3 ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
 - 2.4 ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู ประกอบด้วยระยะในการดำเนินกิจกรรม 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน (กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู) ใช้ระยะเวลา 30 ชั่วโมง ในเดือนกันยายน 2552

ระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study) ใช้ระยะเวลา 3 เดือน ในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2552 และเดือนมกราคม 2553

นักศึกษาคูรูกุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษาคูรुकณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรี หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) ชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพศึกษาศาสตร์ (ปฏิบัติการสอน) อยู่ในโรงเรียน ในปีการศึกษา 2552 ทั้งนี้จำนวนนักศึกษาคูครูที่ใช้มีรายละเอียดดังนี้

1. รูปแบบในระยะที่ 1 ใช้ศึกษาคูครูที่อาสาสมัครจำนวน 12 คน โดยให้เป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคูครู และความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคูครู
2. รูปแบบในระยะที่ 2 ใช้ศึกษาคูครูจำนวน 4 คนที่ผ่านกิจกรรมในระยะที่ 1 โดยให้เป็นกลุ่มนักศึกษาคูครูที่ฝึกสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเดียวกันและในระดับชั้นเดียวกันตามกระบวนการของ 'การศึกษาผ่านบทเรียน' และเป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบในด้าน

ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักศึกษาครู และความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาครู

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่กลุ่มนักศึกษาครู 4 คนใช้ในการทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนามของรูปแบบในระยะที่ 2 ซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนห้องเรียนละ 40 คน ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2552 ทั้งนี้เหตุผลที่ใช้กลุ่มเป้าหมาย 2 ห้องเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนห้องเรียนหนึ่งเป็นห้องเรียนสำหรับกลุ่มนักศึกษาครูใช้ทดลองสอนใน ครั้งแรก และนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งสำหรับกลุ่มนักศึกษาครูใช้ทดลองสอนซ้ำอีกครั้งหนึ่งเป็นครั้งที่สอง

กระบวนการของการวิจัยในครั้งนี้มี 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจสภาพปัญหาและการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลตามสภาพจริงจากการสำรวจนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรี หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) ชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2551 โดยได้เป็นอาจารย์นิเทศก์เข้าไปสังเกตการสอนในชั้นเรียนของนักศึกษาครูจำนวน 8 คน ได้สำรวจสภาพปัญหาจากการสัมภาษณ์และการให้นักศึกษาครูทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำรวจข้อมูลและสภาพปัญหา) ขณะฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอยู่ในโรงเรียน จำนวน 28 คน รวมถึงได้สัมภาษณ์อาจารย์พี่เลี้ยงจำนวน 6 คน และทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อหาแนวทางแก้ไขสภาพปัญหาและสร้างรูปแบบ ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เอกสารที่เป็นบทความ หนังสือตำรา รายงานการวิจัย และเอกสารเผยแพร่ต่างๆ

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างรูปแบบ เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำข้อสรุป แนวคิด และแนวทางแก้ไขสภาพปัญหาในขั้นตอนที่ 1 มาสร้างรูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง) และทำการตรวจสอบรูปแบบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ จากนั้นทำการปรับปรุงรูปแบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จนได้รูปแบบ (ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง) ที่พร้อมจะนำไปทดลองใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเครื่องมือตามรูปแบบที่กำหนด เป็นขั้นที่ผู้วิจัยลงมือสร้างเครื่องมือตามรูปแบบที่กำหนดจากในขั้นตอนที่ 2 โดยเครื่องมือแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. เครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำ (Treatment) ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู

2. เครื่องมือวัดผลและประเมินผล ได้แก่

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (จำนวน 2 ฉบับ)

2.2 แบบประเมินความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

2.3 แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้และการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบ เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเริ่มจากการทดลองใช้รูปแบบในระยะที่ 1 ตามแผนการจัดกิจกรรม 10 กิจกรรมที่สร้างขึ้นกับนักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมาย 12 คน ใช้เวลาดำเนินการทั้งสิ้น 30 ชั่วโมง ณ อาคาร 3 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมเอง และเก็บรวบรวมข้อมูล 2 รายการ ได้แก่ 1) เก็บข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และ 2) เก็บข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ซึ่งข้อมูลทั้งสองรายการดำเนินการเก็บทั้งระหว่างที่นักศึกษาปฏิบัติกิจกรรมและจากการทำแบบทดสอบจำนวน 2 ฉบับ จากนั้นทดลองใช้รูปแบบในระยะที่ 2 กับกลุ่มนักศึกษาครูที่ผ่านกิจกรรมในระยะที่ 1 จำนวน 4 คน ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 3 เดือน ณ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา และอาคาร 3 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเก็บรวบรวมข้อมูล 2 รายการ ได้แก่ 1) เก็บข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ซึ่งประเมินจากแผนการสอนที่นักศึกษาปรับปรุงขึ้น และ 2) เก็บข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ซึ่งประเมินจากการปฏิบัติการสอนในห้องเรียน ทั้งสองรายการทำการประเมินโดยผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิรวมทั้งหมด 5 คน โดยใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้น จากนั้นผู้วิจัยศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบทั้งสี่ด้าน จากการนำรูปแบบไปทดลองใช้

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลลัพธ์และการปรับปรุงรูปแบบ เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองรูปแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนที่ 4 มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณได้คำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากเครื่องมือที่ใช้กับผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ และจากเครื่องมือที่ใช้กับนักศึกษาครูในการหาประสิทธิผลของรูปแบบ ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จากการสังเกตและการนำผลการปฏิบัติการกิจกรรมตามรูปแบบในระยะที่ 1 มาดูร่องรอยพฤติกรรมในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษา และจากการสังเกตพฤติกรรมการสอนในชั้นเรียน แผนการสอน และวีดิทัศน์บันทึกการสอน จากผลการทดลองสอนภาคสนามตามรูปแบบในระยะที่ 2 มาดูร่องรอยพฤติกรรม

การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษา แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงรูปแบบให้มีความสมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู สรุปได้ดังนี้

1. ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ว่า

1.1 รูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม กล่าวคือ ผู้เชี่ยวชาญทั้งห้าคนได้ประเมินว่าทุกข้อรายการมีระดับความเหมาะสมเฉลี่ยตั้งแต่ 4.20 ขึ้นไป และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ผ่านเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ว่า รูปแบบที่เหมาะสมต้องมีค่าเฉลี่ยของการประเมินในแต่ละรายการโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งห้าคน ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินในแต่ละรายการไม่เกิน 1.00

1.2 รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก (ช่วงคะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00) ได้แก่ การกำหนดขั้นตอน/องค์ประกอบของรูปแบบในระยะที่ 1 การกำหนดแนวคิดของรูปแบบในระยะที่ 1 การกำหนดกิจกรรม/ตัวจัดกระทำของรูปแบบในระยะที่ 1 การกำหนดขั้นตอน/องค์ประกอบของรูปแบบในระยะที่ 2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบในระยะที่ 2 และการจัดวางแผนผังเพื่อนำเสนอรูปแบบมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย นอกนั้นมีความคิดเห็นว่ารายการประเมินที่มีความเหมาะสมค่อนข้างมาก (ช่วงคะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50) ได้แก่ การกำหนดระยะในการดำเนินกิจกรรมของรูปแบบมี 2 ระยะ การกำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบในระยะที่ 1 การกำหนดกิจกรรมของรูปแบบในระยะที่ 2 และการกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของรูปแบบในระยะที่ 2

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเมื่อมองในภาพรวมโดยเฉลี่ยทั้งสิบสองคนมีความสามารถอยู่ในระดับมาก กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูโดยรวมเท่ากับ 3.83 คะแนน โดยเป็นคะแนนเฉลี่ยระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมเท่ากับ 4.21 คะแนน และเป็นคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบเท่ากับ 3.44 คะแนน เมื่อพิจารณาถึงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเป็นรายบุคคลทั้งสิบสองคน พบว่า มีนักศึกษาครูที่มีความสามารถอยู่ในระดับยอดเยี่ยม 1 คน อยู่ในระดับมาก 8 คน และอยู่ในระดับปานกลาง 3 คน ดังนั้นเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของรูปแบบในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู พบว่า นักศึกษาครูมีความสามารถผ่านเกณฑ์ 9 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 3 คน

2.2 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเมื่อมองในภาพรวมโดยเฉลี่ยทั้งสิบสองคนมีความสามารถอยู่ในระดับมาก กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูโดยรวมเท่ากับ 3.72 คะแนน โดยเป็นคะแนนเฉลี่ย

ระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมเท่ากับ 3.73 คะแนน และเป็นคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบเท่ากับ 3.71 คะแนน เมื่อพิจารณาถึงระดับความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู เป็นรายบุคคลทั้งสิบสองคน พบว่า มีนักศึกษาครูที่มีความสามารถอยู่ในระดับมาก 7 คน และอยู่ในระดับปานกลาง 5 คน ดังนั้นเมื่อพิจารณาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู พบว่า นักศึกษาครูมีความสามารถผ่านเกณฑ์ 7 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 5 คน

2.3 ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูโดยรวมอยู่ในระดับยอดเยี่ยม ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 คะแนน ทั้งนี้เมื่อมองในแต่ละตัวชี้วัด พบว่า ตัวชี้วัดทั้งหมดประเมินแล้วมีความสามารถอยู่ในระดับยอดเยี่ยม และระดับมากอย่างละ 5 ตัวชี้วัดเท่าๆ กัน โดยตัวชี้วัดที่ได้คะแนนสูงสุด 3 อันดับแรกซึ่งอยู่ในระดับยอดเยี่ยม ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 6: กิจกรรมตามแผนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสื่อสารความคิดกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่ม ($\bar{x} = 4.83$) ตัวชี้วัดที่ 5: แผนการสอนส่งเสริมกระบวนการคิด แก้ปัญหา และ/หรือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ($\bar{x} = 4.70$) และตัวชี้วัดที่ 8: นักศึกษาครูกำหนดปัญหา งาน หรือกิจกรรมต่างๆ ให้นักเรียนได้อย่างท้าทาย น่าสนใจ ($\bar{x} = 4.68$) ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อมองถึงพัฒนาการของความสามารถจากการประเมินทั้งแปดครั้ง พบว่า กลุ่มนักศึกษาครูมีพัฒนาการที่ดีขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับในทุกตัวชี้วัด เมื่อพิจารณาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู พบว่า กลุ่มนักศึกษาครูได้คะแนนโดยเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัดอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถระดับมาก) ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินแต่ละครั้งในแต่ละตัวชี้วัดไม่เกิน 1.00 ดังนั้นจึงถือได้ว่านักศึกษาครูกลุ่มนี้มีความสามารถผ่านเกณฑ์ในด้านการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.4 นักศึกษาครูทั้งสี่คนมีความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอยู่ในระดับยอดเยี่ยม 1 คน ($\bar{x} = 4.54$) และอยู่ในระดับมาก 3 คน ($\bar{x} = 4.40, 4.19, 4.18$ ตามลำดับ) โดยตัวชี้วัดที่นักศึกษาครูมีความสามารถอยู่ในระดับยอดเยี่ยมครบทั้งสี่คนมี 1 ตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 13: นักศึกษาครูส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดขยายปัญหาและตั้งปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง ทั้งนี้สังเกตได้ว่าตัวชี้วัดที่นักศึกษาครูได้รับคะแนนน้อยกว่าตัวชี้วัดอื่นๆ ตรงกันทั้งสี่คนมี 2 ตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 16: นักศึกษาครูส่งเสริมเจตคติและความเชื่อที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้นักเรียน และตัวชี้วัดที่ 19: นักศึกษาครูสรุปบทเรียนที่สอนได้อย่างกระชับและใช้วิธีการที่เหมาะสม นอกจากนี้เมื่อมองถึงพัฒนาการของความสามารถจากการประเมินทั้งสองครั้งของนักศึกษาแต่ละคน พบว่า นักศึกษาครูทุกคนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ เมื่อพิจารณาประสิทธิผลของรูปแบบในด้านความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู พบว่า นักศึกษาครูมีความสามารถผ่านเกณฑ์ 3 คน โดยได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัดอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ 3.51 (ความสามารถระดับมาก) ขึ้นไป และค่า

เบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินแต่ละครั้งในแต่ละตัวชี้วัดไม่เกิน 1.00 และนักศึกษาครูมีความสามารถไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คน เนื่องจากได้คะแนนเฉลี่ยของตัวชี้วัดที่ 16 ($\bar{x} = 3.40$) และตัวชี้วัดที่ 19 ($\bar{x} = 3.30$) ต่ำกว่า 3.51 คะแนน แต่โดยรวมแล้วก็ยังมีคะแนนเฉลี่ยของทุกตัวชี้วัดมากกว่า 3.51 คะแนน ($\bar{x} = 4.18$)

อภิปรายผล

การพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู ผู้วิจัยได้ดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน ภายใต้ข้อมูลจากการสำรวจสภาพปัญหาจริงและกรอบแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยต่าง ๆ จนกระทั่งได้รูปแบบฉบับร่างที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมและความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ พัฒนาเป็นรูปแบบฉบับปรับปรุงก่อนการทดลองซึ่งผู้วิจัยนำไปทดลองใช้และศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบ แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองไปปรับปรุงรูปแบบอีกครั้งหนึ่งให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผลจากการวิจัย พบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาครูได้ โดยมีรายละเอียดที่น่าสนใจเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1. ผลการวิจัยพบว่านักศึกษา 9 คน จาก 12 คน ผ่านเกณฑ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (อยู่ในระดับยอดเยี่ยม 1 คน และระดับมาก 8 คน) และนักศึกษา 7 คน จาก 12 คน ผ่านเกณฑ์ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ทั้งเจ็ดคนอยู่ในระดับมาก) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 รูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้มีการฝึกให้นักศึกษาได้ประเมินการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเองก่อนในกิจกรรมช่วงแรกจากการเขียนรายงานผลและทำแบบสำรวจรายการ ทำให้นักศึกษาได้มีการตรวจสอบตนเอง เกิดความตระหนักและรับทราบถึงสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง รวมทั้งผู้สอนยังสามารถรับรู้สภาพปัญหาและสามารถปรับปรุงรูปแบบและกิจกรรมให้มีความเหมาะสมมากขึ้นได้ ซึ่งจากการทดลอง พบว่า นักศึกษาได้ทำการตรวจสอบตนเองและพบสภาพปัญหาที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1) นักศึกษามีความกังวลและขาดความมั่นใจในตนเองในการแก้ปัญหา การค้นพบข้อมูลจากการสำรวจนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้พยายามกระตุ้นให้นักศึกษาลองปรับเปลี่ยนวิธีการคิดของตนเอง ให้มีความเชื่อมั่นในตนเองต่อการแก้ปัญหา ให้พยายามคิดว่าตนเองมีความสามารถที่จะแก้ปัญหาได้ถ้ามีความตั้งใจจริง รวมถึงพยายามให้นักศึกษาตระหนักในการนำแนวคิดดังกล่าวไปถ่ายทอดกับนักเรียนด้วยเช่นกันเมื่อทำการสอนในภาคสนาม

2) นักศึกษาขาดการตรวจสอบคำตอบหรือคิดย้อนกลับในการแก้ปัญหา เช่น นักศึกษากล่าวว่าไม่มีเวลาเพียงพอสำหรับตรวจคำตอบ หรือไม่ได้ลองคิดวิธีการแบบอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา เป็นต้น ทำให้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงวิธีการจัดกิจกรรมในกิจกรรมถัดไปโดยเน้นการอภิปรายและเพิ่มระยะเวลาให้มากขึ้นสำหรับการตรวจสอบคำตอบและการคิดย้อนกลับในการแก้ปัญหา ซึ่ง

พบว่า ในกิจกรรมช่วงหลัง นักศึกษามีการตรวจสอบคำตอบมากขึ้น ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบมากขึ้น รวมถึงได้ลองคิดวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ มากขึ้น

3) นักศึกษาขาดทักษะการวิเคราะห์ปัญหาว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นมาใหม่นั้นเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน ขยายความรู้จากปัญหาเดิม หรือใช้ทักษะและกระบวนการมากกว่าเดิมหรือไม่อย่างไร เมื่อผู้วิจัยรับรู้สภาพปัญหานี้จึงได้เพิ่มระยะเวลาในการฝึกวิเคราะห์ความซับซ้อนของปัญหาที่ตั้งขึ้นตามเกณฑ์ที่กำหนด และฝึกการให้คะแนนหรือการประเมินการตั้งปัญหาให้มากขึ้นสำหรับกิจกรรมถัดไป ซึ่งพบว่าในระยะหลังนักศึกษามีทักษะการวิเคราะห์ปัญหาที่ดีขึ้น

ผลของการใช้กิจกรรมการประเมินตนเองดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับแนวคิดของชาร์ล เลสเตอร์ และโอตาฟเฟอร์ (Charles; Lester; & O'Daffer. 2008: 23-29) ที่กล่าวว่าวิธีการประเมินตนเอง (Self assessment) เป็นวิธีการที่เป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้เรียนและผู้สอน เพราะผู้เรียนและผู้สอนสามารถรับรู้ถึงความรู้สึก ความเชื่อ ความสนใจ และรูปแบบการคิดต่างๆ ได้

1.2 การคัดเลือกปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในกิจกรรมเป็นปัญหาที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งทำให้ปัญหาไม่ยากมากจนเกินไปสำหรับใช้ฝึกให้นักศึกษาให้เกิดทักษะและเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหา รวมทั้งต้องการฝึกให้นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาน้อยในระดับความยากของปัญหาระดับเดียวกับที่จะใช้กับนักเรียนเมื่อออกไปทำการสอนในภาคสนาม นอกจากนี้การนำปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems) มาใช้ ช่วยดึงดูดความสนใจ ทำลายความสามารถให้นักศึกษาอยากคิดแก้ปัญหา มองเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ที่ใช้กิจกรรมการแก้ปัญหาลายเปิดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และงานวิจัยของจรรยา ภูอุดม (2544) ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาที่ทำหาคิดได้หลายวิธีรวมถึงปัญหาที่สอดคล้องกับความเป็นจริง นำมาใช้จัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผลการวิจัยทั้งสองพบว่าปัญหาดังกล่าวข้างต้นทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกอยากแก้ปัญหา ส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่ต้องการความหลากหลายของวิธีการที่นำไปสู่ซึ่งคำตอบ และมองเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์

1.3 ทุกกิจกรรมได้ให้ความสำคัญต่อการฝึกการอภิปราย การให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เน้นให้นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักศึกษาด้วยกันเอง หรือระหว่างนักศึกษากับผู้สอน มีการกระตุ้นให้คิดโต้แย้ง แสดงความคิดเห็น หาเหตุผลสนับสนุนแนวความคิดของตนเองเพื่อให้คนอื่นเชื่อตามและยอมรับ โดยใช้การนำเสนอผลการปฏิบัติงานหน้าชั้นเรียน การสื่อสารแนวคิดที่ได้ระหว่างเพื่อนสมาชิกในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ค้นพบในแง่ของความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของครูลิคและรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993: 10) ที่เชื่อว่าพฤติกรรมทุกอย่างที่คนเรากระทำนั้นล้วนเป็นผลสรุปที่ได้มาจากกระบวนการทางด้านเหตุผลทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้การพัฒนาทักษะทางด้านเหตุผลจึงต้องถือเป็นเป้าหมายแรกๆ ของครูทุกคนในทุกชั้นเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังให้นักศึกษาเขียนอนุทิน (Journal

writing) เพื่อสะท้อนแนวความคิดต่างๆ ที่ได้รับการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการฝึกให้นักศึกษาเขียนสื่อสารความคิด และเป็นประโยชน์ให้ผู้สอนได้ประเมินความคิดของนักศึกษาได้อีกทางหนึ่งด้วย

1.4 นักศึกษาได้ฝึกการรู้คิด (Metacognition) โดยได้ฝึกเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา และได้ฝึกการกำกับความคิดของตนเองว่าที่คิดอยู่นั้นเป็นแนวทางที่จะได้ผลหรือไม่ ถ้าไม่ได้ผลควรเริ่มพิจารณาเปลี่ยนมุมมอง เปลี่ยนวิธีการหรือแนวคิดของตนเอง นอกจากนี้นักศึกษายังได้ทำแบบประเมินเพื่อรายงานความคิดของตนเองในทันทีหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ทำให้นักศึกษาได้หันกลับมาทบทวนการคิดของตนเองมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนักจิตวิทยาากลุ่มปัญญานิยม (Cognitivism) ที่เชื่อว่าการรู้คิดเป็นหัวใจสำคัญของการเกิดการเรียนรู้ จึงต้องสนับสนุนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการรู้คิดให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของจรรยา ภูอุดม (2544: 112) ที่กล่าวว่า เมื่อได้พัฒนาทักษะการรู้คิดให้กับนักเรียน ในขณะที่ทำการแก้ปัญหา นักเรียนมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาด้านทักษะการรู้คิดเป็นไปในทางบวกมากขึ้น โดยเฉพาะในด้านการกำกับตนเองซึ่งนักเรียนเริ่มมีอิสระสามารถกำกับตนเองได้มากขึ้น แต่การรู้คิดเป็นพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวร ต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการปลูกฝังและแก้ไขพฤติกรรมของนักเรียน ดังนั้นในการจัดกิจกรรมครูผู้สอนจึงควรฝึกฝนการรู้คิดให้กับนักเรียนอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

2. ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มนักศึกษาทั้งสี่คนผ่านเกณฑ์ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (อยู่ในระดับยอดเยี่ยม) และนักศึกษา 3 คนจาก 4 คน ผ่านเกณฑ์ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (อยู่ในระดับยอดเยี่ยม 1 คน และระดับมาก 2 คน) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

2.1 นักศึกษาได้รับการฝึกอภิปรายและวิเคราะห์การสอนจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ทำให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการสอนที่เห็นภาพชัดเจนทั้งในวิธีการสอน สื่อการเรียนรู้ และการประเมินผลที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์ และสะท้อนความคิด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของณิศรา อ่ำอำไพ (2543) ที่กล่าวว่า การใช้วีดิทัศน์ช่วยในการวิเคราะห์การสอนได้ละเอียดและชัดเจน ช่วยตรวจสอบการสอนและประเมินการสอนได้ และเป็นเครื่องมือในการให้ผลย้อนกลับทางการสอนที่ดี ดังนั้นนักศึกษาจึงได้รับประสบการณ์การวิเคราะห์การสอนอย่างละเอียด เห็นตัวอย่างการสอนทั้งที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม และนำไปปรับใช้กับการสอนในภาคสนามของตนเองได้

2.2 นักศึกษาได้รับการฝึกปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาและตั้งปัญหา โดยนักศึกษาแต่ละคนได้ฝึกทำบทบาทหน้าที่เป็นทั้งผู้ประเมินและผู้รับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของเพื่อนนักศึกษาคนอื่นๆ ฝึกการประเมินงานเขียนโดยประเมินกระบวนการคิดต่างๆ ของเพื่อนพร้อมไปกับคำตอบที่ได้รับ ฝึกการใช้เกณฑ์การให้คะแนน และการบอกเหตุผลของการให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้นักศึกษายังมีโอกาสดูฝึกประเมินและอภิปรายตัวอย่างงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจริงของนักเรียน จึงทำให้นักศึกษาได้เห็นสภาพผลงานจริงของนักเรียนที่มีความแตกต่างกันอย่างหลากหลาย ทำให้เกิดความพร้อมในการประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริง

2.3 นักศึกษาได้รับการฝึกเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา และฝึกทักษะการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจากการสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) พร้อมทั้งได้ลงมือสร้างและใช้สื่อการเรียนรู้จริง และที่สำคัญคือก่อให้เกิดการอภิปรายและสะท้อนผลการสอนทั้งนักศึกษาที่เป็นผู้สอนและนักศึกษาที่สมมุติว่าเป็นนักเรียน นักศึกษาได้เห็นว่า การสอนที่ตรงตามแผนที่ออกแบบและระยะเวลาที่กำหนดเป็นสิ่งสำคัญ และที่เป็นประโยชน์มากคือการได้รับข้อมูลป้อนกลับที่เห็นข้อดีและข้อควรปรับปรุงในการสอนของแต่ละคน สิ่งเหล่านี้เป็นการฝึกซ้อมการสอนก่อนการสอนจริงในโรงเรียนและเป็นการเตรียมความพร้อมที่ดีให้กับนักศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทิสนา แชมมณี (2552: 412-413) ที่กล่าวว่า การสอนแบบจุลภาคช่วยให้นักศึกษาคูได้ฝึกปฏิบัติการสอนในจุดที่ยังทำไม่ได้หรือยังทำได้ไม่ดี เป็นการฝึกซ้อมให้ตนเองมีความพร้อมในการปฏิบัติงานจริงในโรงเรียน

2.4 การใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study) ของรูปแบบในระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาคณาจารย์ พบว่า เป็นวิธีการที่ดีในการพัฒนาการสอนของนักศึกษาคู นักศึกษาได้ร่วมมือกันอย่างแท้จริงเพื่อพัฒนาการสอนของกลุ่มตนเอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่ได้ร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบในการสอน ร่วมมือกันจัดทำแผนการสอน สร้างสรรค์สื่อการเรียนการสอน ทดลองใช้แผนการสอน มีการสังเกตการปฏิบัติการสอนในห้องเรียนจริง วิเคราะห์และสะท้อนผลการสอนของกลุ่มตนเองเพื่อปรับปรุงแผนการสอน และได้ทดลองสอนซ้ำอีกครั้งตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงเพื่อนำมาปรับแก้แผนการสอน ทำให้ได้บทเรียนที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น กระบวนการต่างๆ ดังกล่าวส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดปฏิสัมพันธ์และความร่วมมือในการสอนระหว่างนักศึกษาด้วยกันเอง โดยมีอาจารย์พี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์เป็นผู้ให้คำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อนักศึกษา ซึ่งบทบาทของอาจารย์พี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ที่สำคัญเป็นเพียงผู้ชี้แนะให้คำปรึกษาและผู้ประเมินในภายหลังหลังจากที่นักศึกษาได้ร่วมกันหาแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงบทเรียนแล้วแต่อาจมีบางส่วนที่ยังไม่เหมาะสม บทบาทของอาจารย์พี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ลดลงกว่าการทำหน้าที่เดิมตามปกติ แต่เพิ่มบทบาทของนักศึกษาให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความร่วมมือกันภายในกลุ่มของนักศึกษาเอง ผลการศึกษาพบว่า สิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปของนักศึกษาจากการฝึกสอนตามปกติคือ นักศึกษาทุกคนมีพัฒนาการในการสอนที่ดีมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สามารถประเมินการสอนของตนเองและชี้ขาดตนเองได้ สามารถวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยในการสอนแต่ละครั้งเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้นได้ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่ากระบวนการศึกษาผ่านบทเรียนสอดคล้องกับทฤษฎีการพัฒนาอย่างเป็นระบบของเดมมิง (Deming, 2005: Online) ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการพัฒนา 4 ขั้นตอน (PDCA) ได้แก่ 1) การวางแผน (Planning) 2) การลงมือปฏิบัติ (Doing) 3) การตรวจสอบ (Checking) และ 4) การปฏิบัติ (Acting) และสอดคล้องกับผลการวิจัยของมารุต พัฒนาผล (2550) ที่ได้พัฒนาประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนาบทเรียน (Lesson study) พบว่า ผู้สอนที่ร่วมการวิจัยและพัฒนาบทเรียนมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบไปใช้

1. จากผลการวิจัยพบว่ารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูมีประสิทธิภาพที่ดี ทำให้นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหา การตั้งปัญหา การวางแผนการสอน และการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์ความสามารถที่กำหนดไว้ซึ่งอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ดังนั้น คณาจารย์ผู้สอนนักศึกษาครูสามารถนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ไปปรับใช้เพื่อเตรียมนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรีให้มีความสามารถในการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และสามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือพัฒนาหลักสูตรฝึกหัดครูคณิตศาสตร์ได้ โดยการนำรูปแบบไปใช้ควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของนักศึกษาครู ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ หลักและวิธีการสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน การสร้างสื่อการสอนคณิตศาสตร์ และการวัดผลและประเมินผลทางคณิตศาสตร์

2. ส่วนหนึ่งของรูปแบบซึ่งเป็นกระบวนการฝึกประสบการณ์สอนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยใช้การศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study) พบว่าสามารถสร้างให้นักศึกษาเกิดแนวทางในการพัฒนาบทเรียน เกิดการวิเคราะห์บทเรียน และที่สำคัญคือทำให้นักศึกษามีความสามารถในการชี้แนะตนเองได้ ซึ่งเป็นสมรรถนะด้านหนึ่งที่จำเป็นของผู้ที่จะออกไปเป็นครูในอนาคต ดังนั้น คณาจารย์ที่เตรียมนักศึกษาครู รวมถึงอาจารย์นิเทศก์และอาจารย์พี่เลี้ยงในโรงเรียนสามารถนำแนวคิดของรูปแบบนี้ไปปรับใช้ได้ เพื่อให้เกิดความร่วมมือกันอย่างแท้จริงในการพัฒนาการสอนของนักศึกษาครู

3. รูปแบบที่พัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบสำหรับพัฒนาครูก่อนประจำการ แต่นักการศึกษาสามารถนำรูปแบบ แนวคิด วิธีการต่างๆ ไปปรับใช้เพื่อเป็นแนวทางในการอบรมครูประจำการและเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยครูประจำการควรได้รับการฝึกฝนให้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาที่ดีเสียก่อนทำการสอนกับนักเรียน นอกจากนี้ นักการศึกษายังสามารถนำรูปแบบ แนวคิด วิธีการต่างๆ ไปปรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนในเรื่องอื่นๆ หรือในสาขาวิชาอื่นๆ สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาได้

4. ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนควรคำนึงถึงทั้งการแก้ปัญหาหลายๆ ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาลักษณะเดียวกัน และการแก้ปัญหาลักษณะเดียวกันด้วยการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาลักษณะต่างๆ ยุทธวิธีที่แตกต่างกัน การแก้ปัญหาไม่ควรใช้วิธีเหมือนกับการให้ทำแบบฝึกหัดที่ทำซ้ำๆ ด้วยปัญหาประเภทเดิมๆ ที่ใช้วิธีการแก้แบบเดิมๆ เพียงแบบเดียว แต่ควรใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปัญหาปลายเปิด หรือปัญหาในชีวิตจริง สำหรับใช้ประเมินหรือสะท้อนความสามารถต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนผ่านวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่หลากหลายของผู้เรียน ส่วนการพัฒนาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนควรจัดคู่ขนานกันไปกับการแก้ปัญหา

ผู้สอนควรพยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งปัญหาทั้งจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วโดยอาศัยการเปลี่ยนมุมมอง เปลี่ยนเงื่อนไข หรือการสลับตำแหน่งของสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาของปัญหาเดิม ไปสู่ปัญหาใหม่ที่ขยายความรู้ออกไป รวมถึงการตั้งปัญหาจากสถานการณ์หรือข้อมูลต่างๆ ที่มาจากบทความในหนังสือพิมพ์ โฆษณาในนิตยสาร ข้อมูลบันทึกที่สุดของโลก แผ่นพับนำเสนอสินค้าตามห้างสรรพสินค้า และข้อมูลอื่นๆ อีกมากมาย โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนถามคำถาม “จะเกิดอะไรขึ้นถ้า...” (What if questions) อย่างสม่ำเสมอในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. สำหรับรูปแบบในระยะที่ 1 ควรได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิผลของตัวแปรอื่นๆ ในเชิงลึก ได้แก่ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ทักษะการรู้คิดในการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหา และทักษะการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2. สำหรับรูปแบบในระยะที่ 2 ควรได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิผลของตัวแปรอื่นๆ ในเชิงลึก ได้แก่ ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดจากการสอนของนักศึกษาคู และความแตกต่างของความรู้ความสามารถทางการสอนก่อนและหลังการใช้รูปแบบ

นอกจากนี้อาจทำการวิจัยต่อยอดโดยใช้แนวคิดของจิตตปัญญาศึกษา (Contemplative education) ด้วยเทคนิควิธีสุนทรียสนทนา (Aesthetic discussion) ของรูปแบบในระยะที่ 2 โดยให้กลุ่มนักศึกษาร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอน และสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์การสอนในโรงเรียน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิจกรรมเสริมทักษะการแก้ปัญหา: วิถีทัศน์ประกอบการอบรมครูผู้สอนคณิตศาสตร์. (2550?). (วิถีทัศน์). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- จรรยา ภูอุดม. (2544). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้. ปรินญาณพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณิศรา อ่ำอำไพ. (2543). การศึกษากระบวนการนิเทศการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิถีทัศน์. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แหมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ธัญญา ผลอนันต์. (2545). แบบฝึกหัดคิด พิชิตมายด์แมป สำหรับพนักงานและหัวหน้างาน. กรุงเทพฯ: ขวัญข้าว'๙๔.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพรทิพย์ แข็งขัน (2551). รายงานการวิจัย สมรรถนะครูและแนวทางการพัฒนาครูในสังคมที่เปลี่ยนแปลง. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- มารุต พัฒนาผล. (2550). การพัฒนาประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนาบทเรียน. ปรินญาณพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2531). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2545). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2538, กุมภาพันธ์ - มีนาคม). ค่าเฉลี่ยกับการแปลความหมาย: เรื่องง่ายๆ ซึ่งบางครั้งก็พลาดได้. ข่าวสารการวิจัยการศึกษา. 18(13): 8-11.
- วิเชียร ไชยบัง. (2551). โรงเรียนนอกกะลา. พิมพ์ครั้งที่ 4. บุรีรัมย์: สำนักพิมพ์โรงเรียนลำปลายมาศพัฒนา.

ศูนย์ปฏิบัติการฝึกประสบการณ์วิชาชีพศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

(2544). คู่มือการฝึกประสบการณ์วิชาชีพศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550ก). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2550ข). เอกสารสำหรับผู้รับการอบรมคณิตศาสตร์ประถมศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรที่ 1. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

_____. (2551). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์: โครงการวิจัยการติดตามผลการอบรมครูคณิตศาสตร์โดยหลักสูตรกลาง หลักสูตรที่ 1 จังหวัดพิษณุโลก. ถ่ายเอกสาร.

_____. (2545). มาตรฐานครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

_____. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

Aristoklis. (2007). *Efficacy Beliefs, Problem Posing, and Mathematics Achievement*.

Retrieved October 24, 2008, from <http://findarticles.com/p/articles>.

Baba, T. (2007). Japanese Education and Lesson Study: An Overview. In *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Isoda, M.; et al. pp.2-7. Singapore: World Scientific Publishing.

Barlow, Angela T.; Cates, Janie M. (2006). *The Impact of Problem Posing on Elementary Teachers' Beliefs about Mathematics and Mathematics Teaching*. Retrieved October 22, 2008, from http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-13779274_ITM.

Baroody, Arthur J. (1993). Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8. In *Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan Publishing Company.

Billstein, R.; Libeskind, S.; & Lott, J. (1997). *A Problem Solving Approach to Mathematics*. New York: Addison Wesley Longman.

Brown, Stephen I., and Walter, Marion I. (2005). *The Art of Problem Posing*. 3th ed. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Charles, R.I. (1988). Teacher Education and Mathematical Problem Solving: Some Issues and Directions. In R.I. Charles; & E.A. Silver (Eds.), *The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving*. pp.259-272. Reston, Virginia: NCTM.

Charles, R.I.; & Lester, F.K. (1984). *Problem Solving: What, Why and How?* Palo Alto, CA: Dale Seymour.

_____. (1982). *Teaching Problem Solving: What Why & How*. Palo Alto, California: Dale Semour Publications.

- Charles, R.; Lester, F.; & O'Daffer, P. (2008). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. 9th ed. Reston, Virginia: NCTM.
- Crespo, S. (2003, April). Learning to Pose Mathematical Problems : Exploring Changes in Preservice Teachers' Practices. In *Educational Studies in Mathematics*. 52(3): 243-270.
- Deming, Edwards W. (2005). *The W. Edwards Deming System of Profound Knowledge*. Retrieved October 21, 2008, from <http://www.thefarm.org/lifestyle/albertbates/akbp9.html>.
- Dickerson, V.M. (1999). *The Impact of Problem-Posing Instruction on the Mathematical Problem-Solving Achievement of Seventh Graders*. Unpublished Doctoral Dissertation, Emory University.
- English, L.D. (1998). Children's Problem Posing within Formal and Informal Contexts. In *Journal for Research in Mathematics Education*. 29(1): 83-106.
- Ernest, P. (1989). The Knowledge, Beliefs, and Attitudes of the Mathematics Teacher: A Model. *Journal of Education for Teaching*. 15: 13-33.
- Ferguson, A.; & Fairburn, J. (1985). Language Experience for Problem Solving in Mathematics. In *The Reading Teacher*. 38: 504-507.
- Fernandez; et al. (2001). *Learning about Lesson Study in the United States*. New York: M.E. Share.
- Foong, P.Y. (2007). Problem Solving in Mathematics. In *Teaching Primary School Mathematics: A Resource Book*. Lee Peng Yee. pp. 54-81. Singapore: McGraw-Hill Education (Asia).
- Fortunato Irene; et al. (1991, December). Metacognition and Problem Solving. In *Arithmetic Teacher*. 39(4): 38-40.
- Frank, M.L. (1988). Problem Solving and Mathematical Beliefs. *Arithmetic Teacher*. 35(5): 32-34.
- Hildebrand; et al., (1999, March). Integrating mathematics with problem solving using the mathematician's chair. In *Teaching Children Mathematics*, pp. 434-441.
- Holmes, Emmue E. (1995). *New Direction in Elementary School Mathematics Interactive Teaching and Learning*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Isoda; et al. (2007). *Japanese Lesson Study in Mathematics Its Impact, Diversity and Potential for Educational Improvement*. Singapore: World Scientific Publishing.
- Kennedy, Leonard M. (1984). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. Belmont, California: Wadsworth.

- Kroll, D.L.; & Miller, T. (1993). Insights from Research on Mathematical Problem Solving in the Middle Grades. In D.T. Owens (Ed.), *Research Ideas for the Classroom: Middle Grades Mathematics*. pp. 58-77. New York: Macmillan Publishing Company.
- Krulik, S.; & Rudnick, J. (1995). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Elementary School*. Massachusetts: Allyn & Bacon.
- _____. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teacher*. Boston: Allyn & Bacon.
- Kwek, M.L.; & Lye, W.L. (2007). *Using Problem-Posing as an Assessment Tool*. Retrieved October 21, 2008, from http://www.hkage.org.hk/events/080714%20APCG/02-%20Curriculum%20&%20Instruction/2.14%20Kwek%20&%20Lye_Using%20Problem-Posing%20as%20an%20Assessment%20Tool.pdf.
- Lester, F.K. (1983). Trends and Issues in Mathematical Problem-Solving Research. In R. Lesh & M. Landau (Eds), *Acquisition of Mathematical Concepts and Processes*. New York: Academic Press.
- Lewis, C. (2000). *Lesson Study: The Core of Japanese Professional Development. Paper Presented at the American Educational Research Association*. New Orleans, LA.
- Lubinski, C.; & Mariani, A. (1999). Affecting K-9 Teachers' Beliefs to Improve Instruction in Mathematics. *The Mathematics Educator*. 4: 149-162.
- Moses, Barbara; et al. (1990). Beyond Problem Solving: Problem Posing. In *Teaching & Learning Mathematics in the 1990s*. 1990 Yearbook. pp. 80-91. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- _____. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- _____. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Ng, S.F. (2007). The Singapore Primary Mathematics Curriculum. In *Teaching Primary School Mathematics: A Resource Book*. Lee Peng Yee. pp. 15-34. Singapore: McGraw-Hill Education (Asia).
- Polya, G. (1954). *Mathematics and Plausible Reasoning*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- _____. (1957). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University.
- _____. (1980). On Solving Mathematical Problems in High School. In *Problem Solving in School Mathematics: 1980 Yearbook*. pp. 1-8. Reston, Virginia: NCTM.

- Reys, Robert E.; et al. (2004). *Helping Children Learn Mathematics*. 7th ed. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Rudnitsky A.; et al. (1995). Learning to Solve Addition and Subtraction Word Problems Through a Structure-Plus-Writing Approach. In *Journal of Educational Research*. 26(5), pp.467-486.
- Rungfa Janjaruporn. (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving*. Dissertation, Ed.D. (Mathematics Education) Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Schoenfeld, Alan H. (1985). *Mathematical Problem-Solving*. Florida: Academic Press.
- _____. (1992). What's All the Fuss about Metacognition? In *Cognitive Science and Mathematics Education*. pp. 189-215. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Silver, Edward A.; & Jinfa Cai. (1996). An Analysis of Arithmetic Problem Posing by Middle School Students. In *Journal for Research in Mathematics Education*. 27(5): 521-539.
- Silver, Edward A. (1994). On Mathematical Problem Posing. In *For the Learning of Mathematics*. 14(1): 19-28.
- Sternberg, Robert J. (1999). The Nature of Mathematical Reasoning. In *Developing Mathematical Reasoning in Grade K-12*. 1999 Yearbook. pp. 40-45. Reston, Virginia: NCTM.
- Stigler, J.W.; & Hiebert. J. (1999). *The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. New York: Free Press.
- Taplin, M.; & Chan, C. (2001). Developing Problem-Solving Practitioners. In *Journal of Mathematics Teacher Education*. 94(4): 285-304.
- Thomas Butts. (1980). Posing Problems Properly. In *Problem Solving in School Mathematics: 1980 Yearbook*. Krulik, Stephen; & Robert Reys. pp. 23-33. Reston, Virginia: NCTM.
- Thompson, A.G. (1992). Teachers' Beliefs and Conceptions: A Synthesis of the Research. In D.A. Grouws (Ed.), *A Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. pp. 127-146. New York: Macmillan Publishing Company.
- _____. (1985). Teachers' Conceptions of Mathematics and the Teaching of Problem Solving. In E. Silver (Ed.), *Teaching and Learning of Mathematical Problem Solving: Multiple Research Perspectives*. pp.281-294. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.

- Whitin, David J. (2004). Building a Mathematical Community through Problem Posing. In *Perspectives on the Teaching of Mathematics: sixty-sixth yearbook*. Rubenstein, Rheta N.; & Bright, George W. pp. 129-140. Reston, Virginia: NCTM.
- Wilson, James W.; et al. (1993). Mathematical Problem Solving. In *Research Ideas for the Classroom: High School*. pp. 57-78. New York: Macmillan Publishing Company.
- Wirtz, R.W.; & Kahn, E. (1982). Another Look at Applications in Elementary School Mathematics. In *Arithmetic Teacher*. 28(2): 48-50.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบรูปแบบและแผนการจัดกิจกรรม

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรพรรณ ต้นบรรจง
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทรา
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญรีน ปานประสงค์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัตนาพร ตันสิทธิแพทย์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

อาจารย์นิเทศก์

1. อาจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์วันดี เกษมสุขพิพัฒน์
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

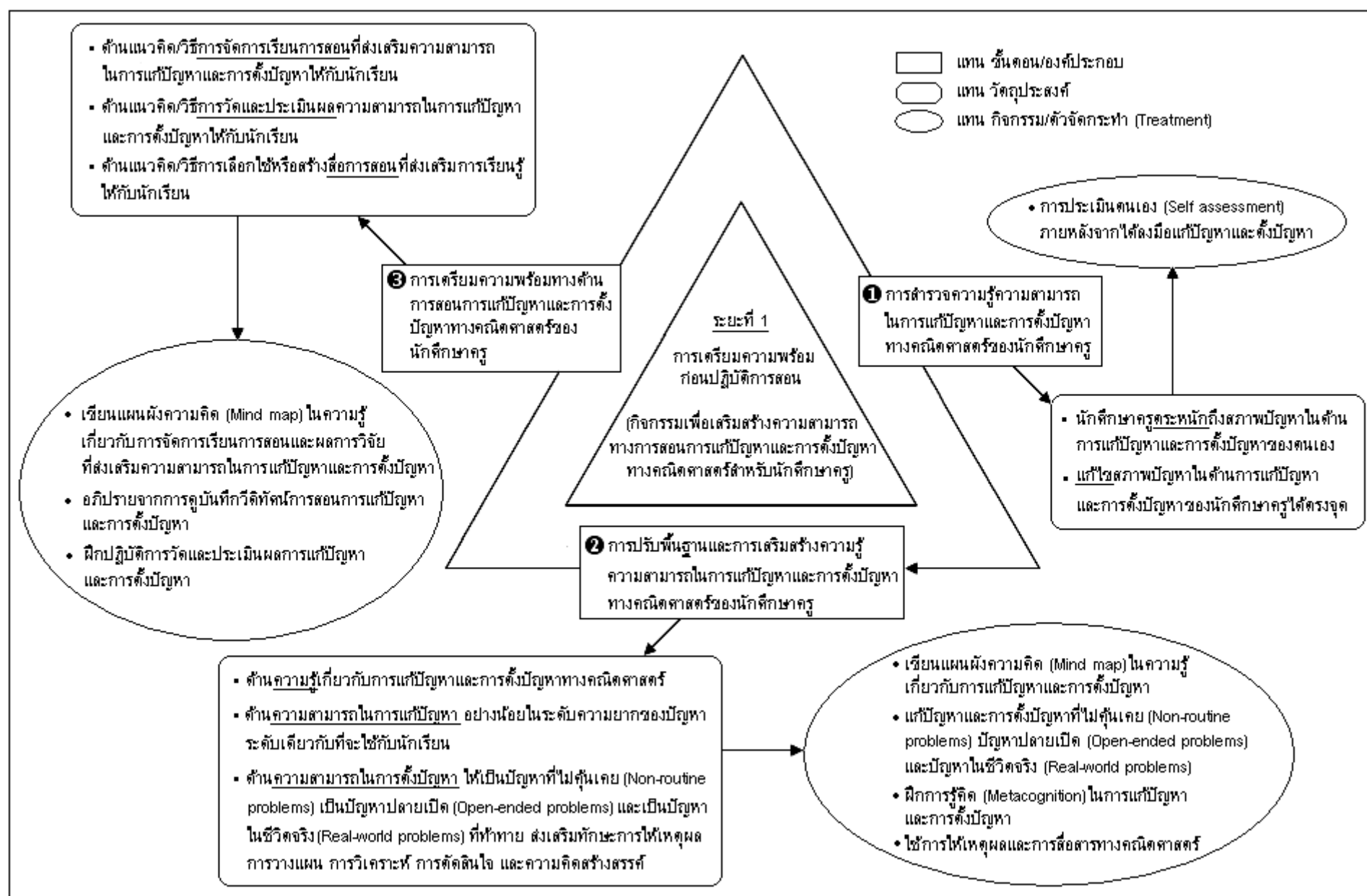
อาจารย์พี่เลี้ยง

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญรีน ปานประสงค์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัตนาพร ตันสิทธิแพทย์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

ภาคผนวก ข

รูปแบบ (Model) และรายละเอียดของรูปแบบ

- ฉบับร่าง
- ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง
- ฉบับสมบูรณ์



รูปแบบ (ฉบับร่าง) ระยะที่ 1

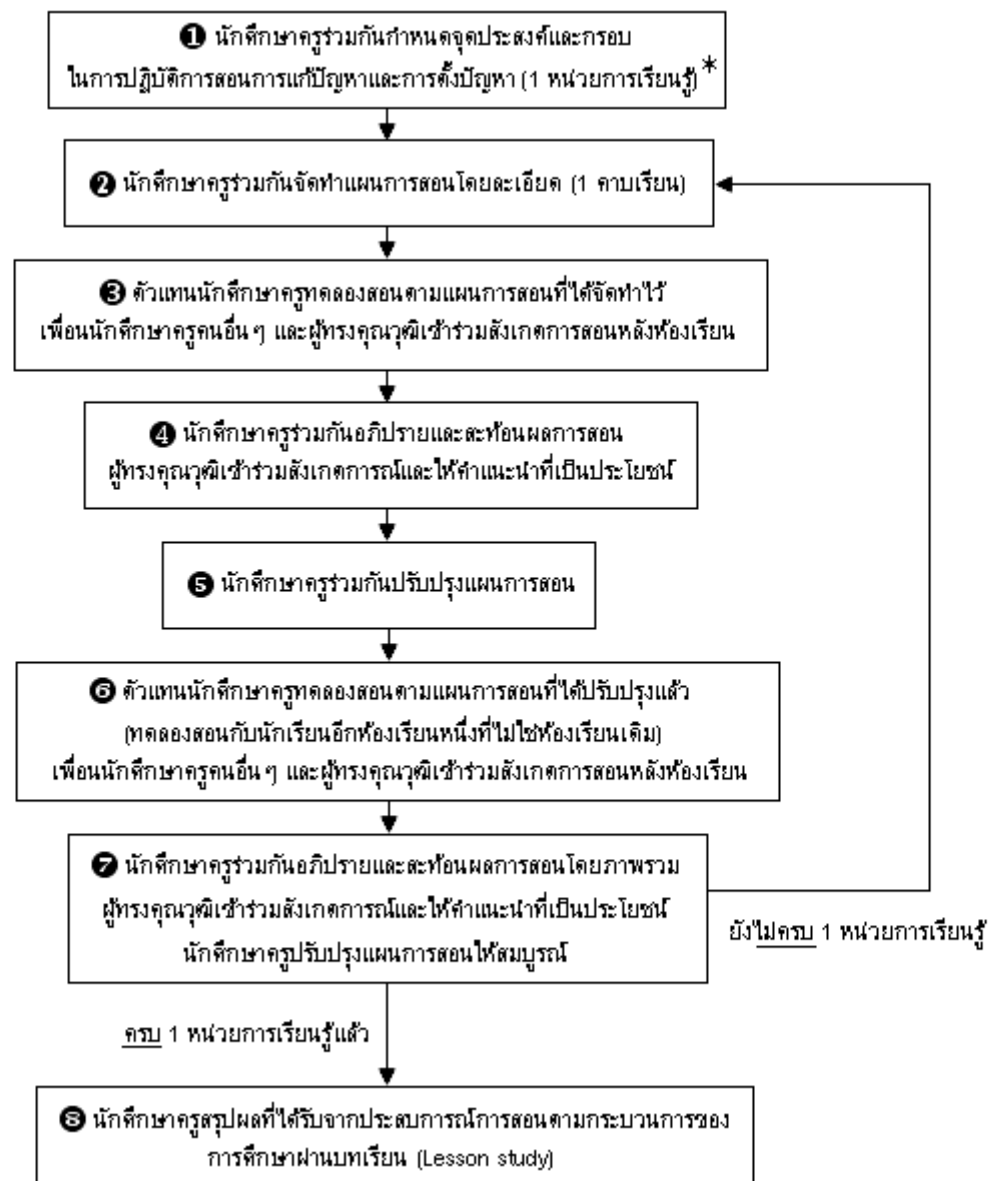
ระยะที่ 2

การทดลองสอน
การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
ภาคสนาม
(ใช้วิธี
การศึกษาผ่านบทเรียน:
Lesson study)

ผู้มีส่วนร่วมในกลุ่ม
การศึกษาผ่านบทเรียน
(Lesson study)

① กลุ่มนักศึกษาคู
② ผู้ทรงคุณวุฒิ

* สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้
1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน



รูปแบบ (ฉบับร่าง) ระยะที่ 2

รายละเอียดของ “รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง)”

ระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน (กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	แนวคิด (Concepts)	กิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments)
1. การสำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	❶ เพื่อให้ นักศึกษาครูตระหนักถึงสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง ❷ เพื่อแก้ไขสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูได้ตรงจุด	การให้นักศึกษาครูได้สำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเอง จะทำให้นักศึกษาครูตระหนักและรับทราบถึงสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง รวมถึงผู้สอนสามารถที่จะสร้างกิจกรรมเพื่อแก้ไขสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูได้ตรงจุด วิธีการประเมินตนเอง (Self assessment) ของนักศึกษาครูสามารถทำให้นักศึกษาครูและผู้สอนรับรู้ถึงความรู้ความสามารถ ความรู้สึก ความเชื่อ ความสนใจ และรูปแบบการคิดต่างๆ ได้	ให้นักศึกษาครูได้ประเมินตนเอง (Self assessment) โดย ❶ ให้นักศึกษาครูลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ❷ ให้นักศึกษาครูเขียนรายงานผล (Student reports) โดยให้เขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในทันทีหลังจากที่แก้ปัญหาและตั้งปัญหาเสร็จแล้ว จากประเด็นคำถามที่ตั้งไว้ ❸ ให้นักศึกษาครูทำแบบสำรวจรายการ (Inventories) เพื่อประเมินผลการปฏิบัติการแก้ปัญหาและเจตคติต่อการแก้ปัญหาของตนเอง (โดยเป็นแบบสำรวจที่ให้นักศึกษาครูแสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นต่อประเด็นในแต่ละข้อคำถามว่าเป็น “จริง” หรือ “เท็จ” อย่างใดอย่างหนึ่ง)
2. การปรับพื้นฐานและการเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	❶ เพื่อให้ นักศึกษาครูมีความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ❷ เพื่อให้นักศึกษาครูมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างน้อยในระดับความยากของปัญหาระดับเดียวกับที่จะใช้กับนักเรียน ❸ เพื่อให้นักศึกษาครูมีความสามารถในการตั้งปัญหา ให้เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย เป็นปัญหาปลายเปิด และเป็นปัญหาในชีวิตจริง ที่ท้าทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์	การปรับพื้นฐานและการเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเป็นการซ่อมเสริมและเติมเต็มเกี่ยวกับความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครู โดย ❶ ความรู้ มี 4 ประเด็น ได้แก่ (1) ความสำคัญของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (2) ลักษณะและประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) กระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และ (4) เทคนิคการตั้งปัญหา ❷ ความสามารถในการแก้ปัญหา มี 4 ประเด็น ได้แก่ (1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา (2) การเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม (3) การแสดงผลและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจนถูกต้อง และ (4) ความสามารถในการคิดตรวจสอบย้อนกลับ ❸ ความสามารถในการตั้งปัญหา มี 2 ประเด็น ได้แก่ (1) ความสามารถในการตั้งปัญหาให้เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย เป็นปัญหาปลายเปิด และเป็นปัญหาในชีวิตจริง และ (2) ความสามารถในการตั้งปัญหาที่ท้าทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์	ปรับพื้นฐานและเสริมสร้างความรู้ โดยจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้ ❶ ให้นักศึกษาครูศึกษาเอกสารความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาเป็นการบ้าน (ทั้งที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้และนักศึกษาครูค้นคว้าเพิ่มเติมเอง) โดยกำหนดคำถามนำไปประเด็นต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้า ให้นักศึกษาครูจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) สรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมด และนำมาอภิปรายในชั้นเรียน ❷ ให้นักศึกษาครูทำกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-Routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems) โดย (1) แก้ปัญหาที่ท้าทาย คิดได้หลายวิธี และใช้ความรู้พื้นฐานในการแก้ปัญหาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักศึกษาครูมีอิสระในการคิดตัดสินใจ และมีเวลาในการคิดไตร่ตรอง (2) ตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้และปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว โดยให้เป็นปัญหาที่ท้าทาย เป็นปัญหาที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ ❸ ให้นักศึกษาครูฝึกการรู้คิด (Metacognition) โดย (1) ให้นักศึกษาครูฝึกเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา แล้วเขียนรายงานผล (Student reports) ในวิธีการคิดของตนเองจากประเด็นคำถามที่ตั้งไว้ (2) ให้นักศึกษาครูทำแบบประเมินเพื่อรายงานความคิดของตนเองในทันทีหลังจากแก้ปัญหาหนึ่งเสร็จแล้ว ซึ่งวัดกระบวนการของการรู้คิดที่ครอบคลุมทั้งด้านการวางแผน การกำกับ และการประเมิน

(ต่อ)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	แนวคิด (Concepts)	กิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments)
		เทคนิคการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) สามารถช่วยจดบันทึกและสรุปความรู้ต่างๆ ได้ การทำกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-Routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems) ช่วยดึงดูดความสนใจและท้าทายความสามารถให้อยากคิดแก้ปัญหาได้ การฝึกการรู้คิด (Metacognition) สามารถช่วยในการคิด ตรวจสอบย้อนกลับ การกำกับความคิดของตนเอง และเปลี่ยนมุมมองการคิดแก้ปัญหาและตั้งปัญหาได้ การฝึกทักษะและกระบวนการให้เหตุผล ช่วยให้ผู้อื่นเชื่อถือตามที่ตนอธิบายได้ และการฝึกทักษะและกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจสาระที่จะถ่ายทอดออกไปได้	④ ฝึกให้นักศึกษาครูเกิดทักษะและกระบวนการให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแสดงการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฝึกการให้เหตุผลโดยหาวิธีการทำให้ผู้อื่นเชื่อถือตามโดยคำนึงถึงการให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นหลัก รวมทั้งส่งเสริมให้นักศึกษาครูเกิดทักษะและกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการแสดงการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมต่อไปนี้ (1) ใช้การออกมานำเสนอผลการปฏิบัติงานหน้าชั้นเรียน การสื่อสารแนวคิดที่ได้รับระหว่างเพื่อนสมาชิกในกลุ่มและระหว่างกลุ่มปฏิบัติงาน (2) ใช้กิจกรรมการสืบสวนสอบสวน (Investigation) และร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ค้นพบ ในแง่ของความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่เป็นความรู้ใหม่และวิธีการที่ใช้สืบหาคำอธิบาย (3) ใช้การเขียนอนุทิน (Journal writing) เพื่อสะท้อนแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้
3. การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	❶ เพื่อให้นักศึกษาครูมีแนวคิด/วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน ❷ เพื่อให้นักศึกษาครูมีแนวคิด/วิธีการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน ❸ เพื่อให้นักศึกษาครูมีแนวคิด/วิธีการเลือกใช้หรือสร้างสื่อการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน	การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเป็นการจัดประสบการณ์จำลองเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในห้องเรียน โดยให้มีบรรยากาศใกล้เคียงกับห้องเรียนจริง ทั้งนี้เพื่อให้นักศึกษาครูมีแนวคิดและวิธีการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ตลอดจนการเลือกใช้หรือสร้างสื่อการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน เทคนิคการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) สามารถช่วยบันทึกและสรุปความรู้เกี่ยวกับการสอน การประเมินผล และผลการวิจัยที่สนับสนุนการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาได้ การอภิปรายจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอน สามารถช่วยให้วิเคราะห์การสอนได้ละเอียด ตรวจสอบและประเมินการสอน ตลอดจนให้ผลย้อนกลับทางการสอนที่ดี การฝึกปฏิบัติการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา สามารถช่วยเตรียมความพร้อมในการประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไปได้	เตรียมความพร้อมทางด้านการสอน โดยจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้ ❶ ให้นักศึกษาครูศึกษาเอกสารความรู้เกี่ยวกับการสอนและการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการวิจัยที่สนับสนุนการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) สรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมด และนำมาอภิปรายในชั้นเรียน ❷ ให้นักศึกษาครูดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์การสอนในประเด็นต่อไปนี้ 1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน 2) เทคนิควิธีการสอน 3) สื่อการสอน 4) การใช้คำถามกระตุ้น 5) การประเมินผล และ 6) ประเด็นข้อสังเกตอื่นๆ ทางการเรียนการสอน ❸ ให้นักศึกษาครูฝึกปฏิบัติการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดย (1) ให้นักศึกษาครูแต่ละคนได้ทำบทบาทหน้าที่เป็นทั้งผู้ประเมินและผู้รับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของเพื่อนนักศึกษาครูคนอื่นๆ ฝึกการประเมินทั้งงานเขียนโดยประเมินกระบวนการคิดต่างๆ ของเพื่อนพร้อมไปกับคำตอบที่ได้รับ ฝึกการใช้เกณฑ์การให้คะแนน การบอกเหตุผลของการให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ฝึกประเมินเจตคติและความเชื่อต่างๆ เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา รวมทั้งฝึกการสังเกตและการสัมภาษณ์ระหว่างเพื่อนนักศึกษาครูด้วยกัน (2) ให้นักศึกษาครูฝึกประเมินและอภิปรายตัวอย่างงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจริงของนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไป

ระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study)

(ฉบับร่าง)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	กิจกรรม (Activities)
1. นักศึกษาร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (1 หน่วยการเรียนรู้)	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาร่วมกันคัดเลือกเนื้อหา แบ่งเนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การสอน และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาใน 1 หน่วยการเรียนรู้ (สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้ 1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที)	① กลุ่มนักศึกษาร่วมกันเพื่อคัดเลือกเนื้อหา แบ่งเนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การสอนโดยภาพรวมทั้งหมด และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาใน 1 หน่วยการเรียนรู้ (8 คาบเรียน) ให้เหมาะสมกับสภาพนักเรียนของกลุ่มตนเอง ② กลุ่มนักศึกษากลับไปศึกษาข้อมูลบางอย่างที่จำเป็น กลับไปคิดหรือค้นหาปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่เหมาะสมกับนักเรียนของกลุ่มตนเอง และกลับไปสำรวจสื่อการสอนหรือทรัพยากรที่มีอยู่ในโรงเรียนของกลุ่มตนเองที่อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 3 วัน ทั้งนี้กลุ่มนักศึกษาร่วมกันปรึกษาอาจารย์ที่เลี้ยงได้)
2. นักศึกษาร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียด (1 คาบเรียน)	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียดจำนวน 1 คาบเรียน โดยให้ร่วมกันออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน คัดเลือกหรือสร้างสื่อการสอน และกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล	① กลุ่มนักศึกษาร่วมกันจัดทำแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนจำนวน 1 คาบเรียน โดยให้ร่วมกันออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน หาวิธีการจัดการเรียนการสอน คัดเลือกปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีและเหมาะสมกับนักเรียนของกลุ่มตนเอง คัดเลือกหรือสร้างสื่อการสอน รวมทั้งกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสม (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 2 วัน ทั้งนี้กลุ่มนักศึกษาร่วมกันปรึกษาอาจารย์ที่เลี้ยงได้)
3. ตัวแทนนักศึกษาร่วมกันทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้ เพื่อนักศึกษาคูณคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนหลังห้องเรียน	เพื่อให้ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาร่วมกันเป็นผู้สอน โดยนำแผนการสอนที่ร่วมกันจัดทำไว้ไปทดลองสอนกับนักเรียน โดยให้เพื่อนนักศึกษาคูณคนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอน และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนหลังห้องเรียน	① ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาร่วมกันนำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปใช้สอนจริง ② เพื่อนนักศึกษาคูณที่เหลือ (ที่ไม่ได้ทำหน้าที่สอน) รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนหลังห้องเรียนโดยใช้สำเนาแผนการสอนเป็นเครื่องมือช่วยในการจดบันทึกข้อมูล ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนมีการเก็บตัวอย่างงานของนักเรียน และถ่ายวิดีโอเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนไว้เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในขั้นตอนการสะท้อนผลการสอน (ขั้นตอนที่ 4) ต่อไป (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลา 1 คาบเรียน (50 นาที))
4. นักศึกษาร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาร่วมกันนำผลจากการทดลองสอนในขั้นตอนที่ 3 มาปรึกษาหารือ อภิปราย และสะท้อนผลการสอนร่วมกัน เพื่อหาข้อบกพร่องที่นำไปสู่การปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้น ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์	① กลุ่มนักศึกษาร่วมกันในตอนเย็นของวันที่ทำการทดลองสอนในช่วงหลังโรงเรียนเลิก โดยร่วมกันอภิปรายซักถาม และสะท้อนผลการสอน ② การสะท้อนผลการสอนเริ่มต้นจากการนำเสนอภาพรวมของการสอนจากวิดีโอที่บันทึกไว้ (เฉพาะบางช่วงที่สำคัญ) จากนั้นนักศึกษาคูณที่เป็นผู้สอนแสดงความคิดเห็นต่อการสอนของตนเอง ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ความสำเร็จและอุปสรรคที่ทำให้การสอนบรรลุหรือไม่บรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้ จากนั้นนักศึกษาคูณคนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอนจึงอภิปราย ซักถาม สะท้อนผลการสอน และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการสอนให้บรรลุเป้าหมายมากขึ้น (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการประชุมและให้ข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาคูณตอนท้ายของการประชุม)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	กิจกรรม (Activities)
5. นักศึกษาร่วมกันปรับปรุงแผนการสอน	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษานำข้อเสนอแนะและความคิดเห็นต่างๆ จากการสะท้อนผลการสอน มาปรับปรุงแผนการสอนให้ดีขึ้น	① กลุ่มนักศึกษาร่วมกันปรับปรุงแผนการสอนภายหลังจากที่ได้รับข้อเสนอแนะและความคิดเห็นต่างๆ จากการสะท้อนผลการสอน ซึ่งอาจมีการปรับปรุงลำดับการสอน การนำเข้าสูบทเรียน กิจกรรมการเรียนการสอน การใช้คำถาม การใช้สื่อการสอน หรืออื่นๆ เพื่อให้การสอนบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 1 วัน ทั้งนี้กลุ่มนักศึกษาศาสามารถปรึกษาอาจารย์ที่เลี้ยงได้)
6. ตัวแทนนักศึกษารูททดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว (ทดลองสอนกับนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม) เพื่อนักศึกษาคูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนหลังห้องเรียน	เพื่อให้ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาคูเป็นผู้สอน โดยนำแผนการสอนที่ร่วมกันปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนอีกครั้งกับนักเรียนที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม โดยให้เพื่อนนักศึกษาคูคนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอน และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนหลังห้องเรียน	① ให้ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาคู (เป็นผู้สอนคนเดิมกับในขั้นตอนที่ 3) นำแผนการสอนที่ได้ร่วมกันปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนซ้ำอีกครั้งกับนักเรียนที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม ② เพื่อนักศึกษาคูที่เหลือ (ที่ไม่ได้ทำหน้าที่สอน) รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนหลังห้องเรียน เช่นเดียวกับการสอนในรอบแรก โดยใช้สำเนาแผนการสอนเป็นเครื่องมือช่วยในการจดบันทึกข้อมูล ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนมีการเก็บตัวอย่างงานของนักเรียน และถ่ายวิดีโอทัศนเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนไว้เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในขั้นตอนการสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม (ขั้นตอนที่ 7) ต่อไป (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลา 1 คาบเรียน (50 นาที))
7. นักศึกษาร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ นักศึกษาคูปรับปรุงแผนการสอนให้สมบูรณ์	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษานำผลจากการทดลองสอนในรอบที่สองมาปรึกษาหารือ อภิปราย และสะท้อนผลร่วมกัน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการสอนอีกครั้งหนึ่งให้สมบูรณ์ โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์	① กลุ่มนักศึกษาคูประชุมกันในตอนเย็นของวันที่ทำการทดลองสอนรอบที่สองในช่วงหลังโรงเรียนเลิก โดยร่วมกันอภิปราย ชักถาม และสะท้อนผลการสอน ② การดำเนินการเช่นเดียวกันกับรอบแรก การสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวมเริ่มต้นจากการนำเสนอภาพรวมของการสอนจากวิดิทัศน์ที่บันทึกไว้ จากนั้นนักศึกษาคูที่เป็นผู้สอนแสดงความคิดเห็นต่อการสอนของตนเอง ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ความสำเร็จและอุปสรรคที่ทำให้การสอนบรรลุหรือไม่บรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้ จากนั้นนักศึกษาคูคนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอนจึงอภิปราย ชักถาม สะท้อนผลการสอน และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการสอนอีกครั้งหนึ่งให้มีความสมบูรณ์ (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์ประชุมและให้ข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาคูตอนท้ายของการประชุม)
8. นักศึกษาคูสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์การสอนตามกระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study)	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาร่วมกันเสนอแนะและสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์สอนตามขั้นตอน/กระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study)	① หลังจากทีกลุ่มนักศึกษาคูผ่านประสบการณ์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอน/กระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study) ครบ 1 หน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้กลุ่มนักศึกษาคูร่วมกันอภิปราย เสนอแนะ และสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาทั้งหมด (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 1 วัน)

หมายเหตุสำหรับรูปแบบในระยะที่ 2

- สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้ 1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน ดังนั้น ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 7 จึงมีลักษณะเป็นวงจร ดำเนินการจนกว่าจะปฏิบัติกิจกรรมครบ 1 หน่วยการเรียนรู้ หรือ 8 คาบเรียน
- ผู้ทรงคุณวุฒิในที่นี้ได้แก่ อาจารย์พี่เลี้ยง (2 คน) และอาจารย์นิเทศก์ (2 คน)
- กลุ่มนักศึกษาคูที่ทำการศึกษาคูผ่านบทเรียน (Lesson study) ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 คน ซึ่งสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ผู้วิจัยมีบทบาทเป็นเพียงผู้ประเมินและสังเกตการณ์ในทุกขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม



รูปแบบ (ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง) ระยะที่ 1

Field experiences

ระยะที่ 2

การทดลองสอน
การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
ภาคสนาม

(ใช้วิธี
การศึกษาผ่านบทเรียน:
Lesson study)

ผู้มีส่วนร่วมในกลุ่ม
การศึกษาผ่านบทเรียน
(Lesson study)

- ① กลุ่มนักศึกษาครู
- ② ผู้ทรงคุณวุฒิ

* สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้
1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน

① นักศึกษาครูร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบ
ในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (1 หน่วยการเรียนรู้)*

② นักศึกษาครูร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียด (1 คาบเรียน)

③ ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้
เพื่อนักศึกษาครูคนอื่น ๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน

④ นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอน
ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

⑤ นักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุงแผนการสอน

⑥ ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว
(ทดลองสอนกับนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม)
เพื่อนักศึกษาครูคนอื่น ๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน

⑦ นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม
ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์
นักศึกษาครูปรับปรุงแผนการสอนให้สมบูรณ์

จบ 1 หน่วยการเรียนรู้แล้ว

⑧ นักศึกษาครูสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์การสอนตามกระบวนการของ
การศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study)

ยังไม่จบ 1 หน่วยการเรียนรู้

รูปแบบ (ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง) ระยะที่ 2

รายละเอียดของ “รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู”
(ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง)

ระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน : Training
(กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู :
จำนวน 10 กิจกรรม กิจกรรมละ 3 ชั่วโมง)

(ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	แนวคิด (Concepts)	กิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments)
❶ การสำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	❶ เพื่อให้ นักศึกษาครูตระหนักถึงสภาพปัญหาในด้านการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง ❷ เพื่อแก้ไขสภาพปัญหาในด้านการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูได้ตรงจุด	การให้นักศึกษาครูได้สำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเอง จะทำให้นักศึกษาครูตระหนักและรับทราบถึงสภาพปัญหาในด้านการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง รวมถึงผู้สอนสามารถที่จะสร้างกิจกรรมเพื่อแก้ไขสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูได้ตรงจุด วิธีการประเมินตนเอง (Self assessment) ของนักศึกษาครูสามารถทำให้นักศึกษาครูและผู้สอนรับรู้ถึงความรู้ความสามารถ ความรู้สึก ความเชื่อ ความสนใจ และรูปแบบการคิดต่างๆ ได้	ให้นักศึกษาครูได้ประเมินตนเอง (Self assessment) โดย 1. ให้นักศึกษาครูลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วเขียนรายงานผล (Student reports) โดยให้เขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในทันทีหลังจากที่แก้ปัญหาและตั้งปัญหาเสร็จแล้ว จากประเด็นคำถามที่ตั้งไว้ (แผนการจัดกิจกรรมที่ 1) 2. ให้นักศึกษาครูทำแบบสำรวจรายการ (Inventories) เพื่อประเมินผลการปฏิบัติการแก้ปัญหาและเจตคติต่อการแก้ปัญหาของตนเอง (โดยเป็นแบบสำรวจที่ให้นักศึกษาครูแสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นต่อประเด็นในแต่ละข้อคำถามว่าเป็น “จริง” หรือ “เท็จ” อย่างใดอย่างหนึ่ง) (แผนการจัดกิจกรรมที่ 5)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	แนวคิด (Concepts)	กิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments)
② การปรับปรุงพื้นฐานและการเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	① เพื่อให้นักศึกษาคูมีความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ② เพื่อให้นักศึกษาคูมีความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างน้อยในระดับความยากของปัญหาระดับเดียวกับที่จะใช้กับนักเรียน ③ เพื่อให้นักศึกษาคูมีความสามารถในการตั้งปัญหา โดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว และตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	การปรับปรุงพื้นฐานและการเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู เป็นการซ่อมเสริมและเติมเต็มเกี่ยวกับความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครู โดย ▪ <u>ความรู้</u> มี 4 ประเด็น ได้แก่ (1) ความสำคัญของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (2) ลักษณะและประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) กระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (4) เทคนิคการตั้งปัญหา ▪ <u>ความสามารถในการแก้ปัญหา</u> มี 4 ประเด็น ได้แก่ (1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา (2) การเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม (3) การแสดงผลและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจน ถูกต้อง (4) ความสามารถในการคิดตรวจสอบย้อนกลับ ▪ <u>ความสามารถในการตั้งปัญหา</u> มี 2 ประเด็น ได้แก่ (1) ความสามารถในการตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว โดยใช้เทคนิคต่างๆ ได้แก่ เทคนิคการปรับเปลี่ยนมุมมองหรือเงื่อนไขของปัญหาเดิม เทคนิคการตัดหรือเพิ่มเติมเงื่อนไขบางประการของปัญหาเดิม และเทคนิคการสลับตำแหน่งระหว่างตัวคำถามกับเงื่อนไขของปัญหาเดิม ทั้งนี้เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่สร้างขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป เพื่อให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาที่คุ้นเคยกลายเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย หรือเพื่อให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาปลายปิดกลายเป็นปัญหาปลายเปิด	ปรับปรุงพื้นฐานและเสริมสร้างความรู้ โดยจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้ 1. ให้นักศึกษาคูทำกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-Routine problems) <u>ปัญหาปลายเปิด</u> (Open-ended problems) และ <u>ปัญหาในชีวิตจริง</u> (Real-world problems) โดย (1) แก้ปัญหาที่ท้าทาย คิดได้หลายวิธี และใช้ความรู้พื้นฐานในการแก้ปัญหาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักศึกษาคูมีอิสระในการคิดตัดสินใจ และมีเวลาในการคิดไตร่ตรอง (2) ตั้งปัญหาโดยปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วและตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยให้เป็นปัญหาที่ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป เป็นปัญหาที่น่าสนใจ ท้าทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ (<i>แผนการจัดกิจกรรมที่ 1, 2, 3, 4 และ 5</i>) 2. ฝึกให้นักศึกษาคูเกิดทักษะและกระบวนการให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแสดงการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งฝึกวิธีการให้เหตุผลที่ทำให้ผู้อื่นเชื่อตามและยอมรับได้ โดยคำนึงถึงการให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นหลัก พร้อมทั้งส่งเสริมให้นักศึกษาคูเกิดทักษะและกระบวนการ <u>สื่อสาร</u> ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการแสดงการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมต่อไปนี้ (1) ใช้การออกมานำเสนอผลการปฏิบัติงานพร้อมทั้งแสดงผลหน้าชั้นเรียน การสื่อสารแนวคิดที่ได้รับระหว่างเพื่อนสมาชิกในกลุ่มและระหว่างกลุ่มปฏิบัติงาน ร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ค้นพบในแง่ของความถูกต้อง และความสมเหตุผลของคำตอบ (2) ใช้การเขียนบันทึก (Journal writing) เพื่อสะท้อนแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้ (<i>แผนการจัดกิจกรรมที่ 2 และ 4</i>) 3. ให้นักศึกษาคูฝึกการ <u>รู้คิด</u> (Metacognition) โดย (1) ให้นักศึกษาคูฝึกเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจากปัญหาที่ต้องอาศัยการเปลี่ยนมุมมองในการคิด (2) ให้นักศึกษาคูทำแบบประเมินเพื่อรายงานความคิดของตนเองในทันทีหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ซึ่งวัดกระบวนการรู้คิดที่ครอบคลุมทั้งด้านการวางแผน การกำกับ และการประเมิน (<i>แผนการจัดกิจกรรมที่ 5</i>)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	แนวคิด (Concepts)	กิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments)
		(2) ความสามารถในการตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยสถานการณ์ที่กำหนดให้อาจนำมาจากบทความในหนังสือพิมพ์ โฆษณาในนิตยสาร บันทึกข้อมูลที่สุดของโลก ปฏิทิน แผนที่เสนอสินค้าตามห้างสรรพสินค้าต่างๆ เป็นต้น เพื่อให้ได้ปัญหาที่น่าสนใจ ทำทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ การทำกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-Routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems) ช่วยดึงดูดความสนใจและท้าทายความสามารถให้ยาคิดแก้ปัญหาได้ <u>การรู้คิด (Metacognition)</u> ที่สำคัญคือการกำกับความคิดของตนเองว่าที่คิดอยู่นั้นเป็นแนวทางที่จะได้ผลหรือไม่ ถ้าไม่ได้ผลควรจะเริ่มพิจารณาเปลี่ยนมุมมอง เปลี่ยนวิธีการหรือแนวคิดของตนเอง การฝึกการรู้คิดสามารถช่วยในการกำกับความคิด ตรวจสอบย้อนกลับ และเปลี่ยนมุมมองการคิดแก้ปัญหาและตั้งปัญหาได้ การฝึกทักษะและกระบวนการ<u>การให้เหตุผล</u> ช่วยให้สามารถอธิบายข้อมูลให้ผู้อื่นเชื่อตามและยอมรับได้ และการฝึกทักษะและกระบวนการ<u>สื่อสาร</u>ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจสาระที่จะถ่ายทอดออกไปได้ เทคนิคการเขียน<u>แผนผังความคิด</u> (Mind map) สามารถนำมาใช้จัดบันทึกและสรุปความรู้ต่างๆ ได้	4. ให้นักศึกษาครูศึกษา รวบรวม และสรุปความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจากการปฏิบัติกิจกรรมที่ผ่านมา แล้วจัดทำ<u>แผนผังความคิด</u> (Mind map) สรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมด และนำมาอภิปรายในชั้นเรียน (<u>แผนการจัดกิจกรรมที่ 10</u>)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	แนวคิด (Concepts)	กิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments)
๓ การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	① เพื่อให้นักศึกษามีแนวคิด/วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน ② เพื่อให้นักศึกษามีแนวคิด/วิธีการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน ③ เพื่อให้นักศึกษามีแนวคิด/วิธีการเลือกใช้หรือสร้าง<u>สื่อการสอน</u>ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน	การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเป็นการจัดประสบการณ์จำลองเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในห้องเรียน โดยให้มีบรรยากาศใกล้เคียงกับห้องเรียนจริง ทั้งนี้เพื่อให้นักศึกษามีแนวคิดและวิธีการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ตลอดจนการเลือกใช้หรือสร้างสื่อการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน การอภิปรายจากกรณีศึกษาที่กวีทัศน์การสอน สามารถช่วยให้วิเคราะห์การสอนได้ละเอียด ตรวจสอบและประเมินการสอน ตลอดจนให้ผลย้อนกลับทางการสอนที่ดี การฝึกปฏิบัติการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา สามารถช่วยเตรียมความพร้อมในการประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไปได้ การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ในชั้นเรียนก่อนออกไปสู่การสอนในโรงเรียนจริง เป็นการเตรียมความพร้อมสู่การสอนในภาคสนามของนักศึกษาครูต่อไปได้ เทคนิคการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) สามารถนำมาใช้จัดบันทึกและสรุปความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการสอนได้	เตรียมความพร้อมทางด้านการสอน โดยจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้ 1. ให้นักศึกษาดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์การสอนในประเด็นต่อไปนี้ 1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน 2) เทคนิควิธีการสอน 3) สื่อการสอน 4) การใช้คำถามกระตุ้น 5) การประเมินผล และ 6) จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ <i>(แผนการจัดกิจกรรมที่ 6)</i> 2. ให้นักศึกษาครูฝึกปฏิบัติการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดย (1) ให้นักศึกษาครูแต่ละคนได้ทำบทบาทหน้าที่เป็นทั้งผู้ประเมินและผู้รับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของเพื่อนนักศึกษาครูคนอื่นๆ ฝึกการประเมินทั้งงานเขียนโดยประเมินกระบวนการคิดต่างๆ ของเพื่อนพร้อมไปกับคำตอบที่ได้รับ ฝึกการใช้เกณฑ์การให้คะแนน การบอกเหตุผลของการให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ตลอดจนฝึกประเมินเจตคติและความเชื่อต่างๆ เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง (2) ให้นักศึกษาครูฝึกประเมินและอภิปรายตัวอย่างงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจริงของนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไป <i>(แผนการจัดกิจกรรมที่ 2, 3, 5 และ 7)</i> 3. ให้นักศึกษาครูฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดย (1) ให้นักศึกษาครูเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน (2) ให้นักศึกษาครูได้ฝึกทักษะการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยการใช้การฝึกสอนแบบจุลภาคในชั้นเรียนก่อนออกไปสู่การสอนในโรงเรียนจริงต่อไป <i>(แผนการจัดกิจกรรมที่ 8 และ 9)</i> 4. ให้นักศึกษาครูศึกษา รวบรวม และสรุปความรู้เกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการปฏิบัติกิจกรรมที่ผ่านมา แล้วจัดทำ<u>แผนผังความคิด</u> (Mind map) สรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมด และนำมาอภิปรายในชั้นเรียน <i>(แผนการจัดกิจกรรมที่ 10)</i>

ระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม: Field experiences
 (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study)

(ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	กิจกรรม (Activities)
❶ นักศึกษาคูรুর่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (1 หน่วยการเรียนรู้)	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาคูรুর่วมกันคัดเลือกเนื้อหา แบ่งเนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การสอน และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาใน 1 หน่วยการเรียนรู้ (สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้ 1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที)	1. กลุ่มนักศึกษาคูรুর่วมกันเพื่อคัดเลือกเนื้อหา แบ่งเนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การสอนโดยภาพรวมทั้งหมด และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาใน 1 หน่วยการเรียนรู้ (8 คาบเรียน) ให้เหมาะสมกับสภาพนักเรียนของกลุ่มตนเอง 2. กลุ่มนักศึกษาคูรูลงไปศึกษาข้อมูลบางอย่างที่จำเป็น กลับไปคิดหรือค้นหาปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่เหมาะสมกับนักเรียนของกลุ่มตนเอง และกลับไปสำรวจสื่อการสอนหรือทรัพยากรที่มีอยู่ในโรงเรียนของกลุ่มตนเองที่อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 3 วัน ทั้งนี้กลุ่มนักศึกษาคูรูลงไปปรึกษาอาจารย์พี่เลี้ยงได้)
❷ นักศึกษาคูรুর่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียด (1 คาบเรียน)	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาคูรুর่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียดจำนวน 1 คาบเรียน โดยให้ร่วมกันออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน คัดเลือกหรือสร้างสื่อการสอน และกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล	1. กลุ่มนักศึกษาคูรুর่วมกันจัดทำแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนจำนวน 1 คาบเรียน โดยให้ร่วมกันออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน หาวิธีการจัดการเรียนการสอน คัดเลือกปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีและเหมาะสมกับนักเรียนของกลุ่มตนเอง คัดเลือกหรือสร้างสื่อการสอน รวมทั้งกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสม (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 2 วัน ทั้งนี้กลุ่มนักศึกษาคูรูลงไปปรึกษาอาจารย์พี่เลี้ยงได้)
❸ ตัวแทนนักศึกษาคูรูลงสอนตามแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้ เพื่อนักศึกษาคูรูลองและผู้ที่ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน	เพื่อให้ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาคูรูลงไปสอน โดยนำแผนการสอนที่ร่วมกันจัดทำไว้ไปทดลองสอนกับนักเรียน โดยให้เพื่อนนักศึกษาคูรูลองอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอน และผู้ที่ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน	1. ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาคูรูลงไปสอนที่สร้างขึ้นไว้สอนจริง 2. เพื่อนนักศึกษาคูรูลอง (ที่ไม่ได้ทำหน้าที่สอน) รวมทั้งผู้ที่ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียนโดยใช้สำเนาแผนการสอนเป็นเครื่องมือช่วยในการจดบันทึกข้อมูล ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนมีการเก็บตัวอย่างงานของนักเรียน และถ่ายวิดีโอเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนไว้เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในขั้นตอนการสะท้อนผลการสอน (ขั้นตอนที่ 4) ต่อไป (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลา 1 คาบเรียน (50 นาที))

ระยะที่ 2 (ต่อ)

(ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	กิจกรรม (Activities)
๔ นักศึกษาครูร่วมกันอภิปราย และสะท้อนผลการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาคูร้นำผลจากการทดลองสอนในขั้นตอนที่ 3 มา ปรีกษาหารือ อภิปราย และสะท้อนผลการสอนร่วมกัน เพื่อหาข้อบกพร่อง ที่นำไปสู่การปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้น ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วม สังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์	1. กลุ่มนักศึกษาคูรประชุมกันในช่วงเวลาว่างที่ตรงกัน ภายหลังกการทดลองสอนในวันนั้นหรือวันถัดไป โดยร่วมกัน อภิปราย ชักถาม และสะท้อนผลการสอน 2. การสะท้อนผลการสอนเริ่มต้นจากการนำเสนอภาพรวมของการสอนจากวิดิทัศน์ที่บันทึกไว้ (เฉพาะบางช่วงที่ สำคัญ) จากนั้นนักศึกษาคูรที่เป็นผู้สอนแสดงความคิดเห็นต่อการสอนของตนเอง ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ความสำเร็จและ อุปสรรคที่ทำให้การสอนบรรลุหรือไม่บรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้ จากนั้นนักศึกษาคูรคนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอนจึง อภิปราย ชักถาม สะท้อนผลการสอน และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการสอนให้ บรรลุเป้าหมายมากขึ้น (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการประชุมและให้ข้อคิดเห็นหรือ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาคูรตอนท้ายของการประชุม)
๕ นักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุง แผนการสอน	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาคูรนำข้อเสนอแนะและความคิดเห็นต่างๆ จากการ สะท้อนผลการสอน มาปรับปรุงแผนการสอนให้ดีขึ้น	1. กลุ่มนักศึกษาคูรร่วมกันปรับปรุงแผนการสอนภายหลังจากที่ได้รับข้อเสนอแนะและความคิดเห็นต่างๆ จากการ สะท้อนผลการสอน ซึ่งอาจมีการปรับปรุงลำดับการสอน การนำเข้าสูบทเรียน กิจกรรมการเรียนการสอน การใช้ คำถาม การใช้สื่อการสอน หรืออื่นๆ เพื่อให้การสอนบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 1 วัน ทั้งนี้กลุ่มนักศึกษาคูรสามารถปรึกษาอาจารย์พี่เลี้ยงได้)
๖ ตัวแทนนักศึกษาคูรทดลอง สอนตามแผนการสอนที่ได้ ปรับปรุงแล้ว (ทดลองสอนกับ นักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งที่ไม่ใช่ ห้องเรียนเดิม) เพื่อนักศึกษา ครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้า ร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน	เพื่อให้ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาคูรเป็นผู้สอน โดยนำแผนการสอน ที่ร่วมกันปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนอีกครั้งกับนักเรียนที่ไม่ใช่ ห้องเรียนเดิม โดยให้เพื่อนนักศึกษาคูรคนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอน และ ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน	1. ให้ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาคูร (เป็นผู้สอนคนเดิมกับในขั้นตอนที่ 3) นำแผนการสอนที่ได้ร่วมกัน ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนซ้ำอีกครั้งกับนักเรียนที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม 2. เพื่อนักศึกษาคูรที่เหลือ (ที่ไม่ได้ทำหน้าที่สอน) รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน เช่นเดียวกับการสอนในรอบแรก โดยใช้สำเนาแผนการสอนเป็นเครื่องมือช่วยในการจดบันทึกข้อมูล ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนมีการเก็บตัวอย่างงานของนักเรียน และถ่ายวิดิทัศน์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการ สอนไว้เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในขั้นตอนการสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม (ขั้นตอนที่ 7) ต่อไป (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลา 1 คาบเรียน (50 นาที))

ระยะที่ 2 (ต่อ)

(ฉบับปรับปรุงก่อนการทดลอง)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	กิจกรรม (Activities)
๗ นักศึกษาร่วมกันอภิปราย และสะท้อนผลการสอนโดย ภาพรวม ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วม สังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ นักศึกษาคูปรับปรุงแผนการสอนให้สมบูรณ์	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาคูนำผลจากการทดลองสอนในรอบที่สอง (สอนซ้ำ) มาปรึกษาหารือ อภิปราย และสะท้อนผลร่วมกัน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง แผนการสอนอีกครั้งหนึ่งให้สมบูรณ์ โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วม สังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์	1. กลุ่มนักศึกษาคูประชุมกันในเวลาว่างที่ตรงกัน ภายหลังกการทดลองสอนรอบที่สอง (สอนซ้ำ) ในวันนั้นหรือวันถัดไป โดยร่วมกันอภิปราย ชักถาม และสะท้อนผลการสอน 2. การดำเนินการเช่นเดียวกันกับรอบแรก การสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวมเริ่มต้นจากการนำเสนอภาพรวมของการสอนจากวิดิทัศน์ที่บันทึกไว้ จากนั้นนักศึกษาคูที่เป็นผู้สอนแสดงความคิดเห็นต่อการสอนของตนเอง ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ความสำเร็จและอุปสรรคที่ทำให้การสอนบรรลุหรือไม่บรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้ จากนั้นนักศึกษาคูคนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอนจึงอภิปราย ชักถาม สะท้อนผลการสอน และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการสอนอีกครั้งหนึ่งให้มีความสมบูรณ์ (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการประชุมและให้ข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาคูตอนท้ายของการประชุม)
๘ นักศึกษาคูสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์การสอนตามกระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study)	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาคูร่วมกันเสนอแนะและสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์สอนตามขั้นตอน/กระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study)	1. หลังจากทีกลุ่มนักศึกษาคูผ่านประสบการณ์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอน/กระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study) ครบ 1 หน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้กลุ่มนักศึกษาคูร่วมกันอภิปราย เสนอแนะ และสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาทั้งหมด (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 1 วัน)

หมายเหตุสำหรับรูปแบบในระยะที่ 2

- 1. สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้ 1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน ดังนั้น ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 7 จึงมีลักษณะเป็นวงจร ดำเนินการจนกว่าจะปฏิบัติกิจกรรมครบ 1 หน่วยการเรียนรู้ หรือ 8 คาบเรียน
- 2. ผู้ทรงคุณวุฒิในที่นี่ได้แก่ อาจารย์พี่เลี้ยง (2 คน) และอาจารย์นิเทศก์ (2 คน)
- 3. กลุ่มนักศึกษาคูที่ทำการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study) ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 คน ซึ่งสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- 4. ผู้วิจัยมีบทบาทเป็นเพียงผู้ประเมินและสังเกตการณ์ในทุกขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม



รูปแบบ (ฉบับสมบูรณ์) ระยะที่ 1

Field experiences

ระยะที่ 2

การทดลองสอน
การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
ภาคสนาม
(ใช้วิธี
การศึกษาผ่านบทเรียน:
Lesson study)

ผู้มีส่วนร่วมในกลุ่ม
การศึกษาผ่านบทเรียน
(Lesson study)

- ① กลุ่มนักศึกษาครู
- ② ผู้ทรงคุณวุฒิ

* สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้
1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน

① นักศึกษาครูร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบ
ในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (1 หน่วยการเรียนรู้)*

② นักศึกษาครูร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียด (1 คาบเรียน)

③ ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้
เพื่อนักศึกษาครูคนอื่น ๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน

④ นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอน
ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

⑤ นักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุงแผนการสอน

⑥ ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้ว
(ทดลองสอนกับนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม)
เพื่อนักศึกษาครูคนอื่น ๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน

⑦ นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม
ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์
นักศึกษาครูปรับปรุงแผนการสอนให้สมบูรณ์

ยังไม่ครบ 1 หน่วยการเรียนรู้

ครบ 1 หน่วยการเรียนรู้แล้ว

⑧ นักศึกษาครูสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์การสอนตามกระบวนการของ
การศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study)

รูปแบบ (ฉบับสมบูรณ์) ระยะที่ 2

รายละเอียดของ “รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู”
(ฉบับสมบูรณ์)

ระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน : Training
(กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู :
จำนวน 10 กิจกรรม กิจกรรมละ 3 ชั่วโมง)

(ฉบับสมบูรณ์)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	แนวคิด (Concepts)	กิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments)
❶ การสำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	❶ เพื่อให้ นักศึกษาครูตระหนักถึงสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง ❷ เพื่อแก้ไขสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูได้ตรงจุด	การให้นักศึกษาครูได้สำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเอง จะทำให้นักศึกษาครูตระหนักและรับทราบถึงสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง รวมถึงผู้สอนสามารถที่จะสร้างกิจกรรมเพื่อแก้ไขสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูได้ตรงจุด วิธีการประเมินตนเอง (Self assessment) ของนักศึกษาครูสามารถทำให้นักศึกษาครูและผู้สอนรับรู้ถึงความรู้ความสามารถ ความรู้สึก ความเชื่อ ความสนใจ และรูปแบบการคิดต่างๆ ได้	ให้นักศึกษาครูได้ประเมินตนเอง (Self assessment) โดย 1. ให้นักศึกษาครูลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วเขียนรายงานผล (Student reports) โดยให้เขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในทันทีหลังจากที่แก้ปัญหาและตั้งปัญหาเสร็จแล้ว จากประเด็นคำถามที่ตั้งไว้ (แผนการจัดกิจกรรมที่ 1) 2. ให้นักศึกษาครูทำแบบสำรวจรายการ (Inventories) เพื่อประเมินผลการปฏิบัติการแก้ปัญหาและเจตคติต่อการแก้ปัญหาของตนเอง (โดยเป็นแบบสำรวจที่ให้นักศึกษาครูแสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นต่อประเด็นในแต่ละข้อคำถามว่าเป็น “จริง” หรือ “เท็จ” อย่างใดอย่างหนึ่ง) (แผนการจัดกิจกรรมที่ 5)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	แนวคิด (Concepts)	กิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments)
② การปรับปรุงพื้นฐานและการเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	① เพื่อให้นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ② เพื่อให้นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างน้อยในระดับความยากของปัญหาระดับเดียวกับที่จะใช้กับนักเรียน ③ เพื่อให้นักศึกษามีความสามารถในการตั้งปัญหา โดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว และตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	การปรับปรุงพื้นฐานและการเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู เป็นการซ่อมเสริมและเติมเต็มเกี่ยวกับความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครู โดย ▪ <u>ความรู้ มี 4 ประเด็น ได้แก่</u> (1) ความสำคัญของการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (2) ลักษณะและประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) กระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (4) เทคนิคการตั้งปัญหา ▪ <u>ความสามารถในการแก้ปัญหา มี 4 ประเด็น ได้แก่</u> (1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา (2) การเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม (3) การแสดงผลและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจน ถูกต้อง (4) ความสามารถในการคิดตรวจสอบย้อนกลับ ▪ <u>ความสามารถในการตั้งปัญหา มี 2 ประเด็น ได้แก่</u> (1) ความสามารถในการตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว โดยใช้เทคนิคต่างๆ ได้แก่ เทคนิคการปรับเปลี่ยนมุมมองหรือเงื่อนไขของปัญหาเดิม เทคนิคการตัดหรือเพิ่มเติมเงื่อนไขบางประการของปัญหาเดิม และเทคนิคการสลับตำแหน่งระหว่างตัวคำถามกับเงื่อนไขของปัญหาเดิม ทั้งนี้เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่สร้างขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป เพื่อให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาที่คุ้นเคย กลายเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย หรือเพื่อให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาปลายปิดกลายเป็นปัญหาปลายเปิด	ปรับปรุงพื้นฐานและเสริมสร้างความรู้ โดยจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้ 1. ให้นักศึกษาครูทำกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยใช้สถานการณ์<u>ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย</u> (Non-Routine problems) <u>ปัญหาปลายเปิด</u> (Open-ended problems) และ<u>ปัญหาในชีวิตจริง</u> (Real-world problems) โดย (1) แก้ปัญหาที่ท้าทาย คิดได้หลายวิธี และใช้ความรู้พื้นฐานในการแก้ปัญหาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักศึกษาครูมีอิสระในการคิดตัดสินใจ และมีเวลาในการคิดไตร่ตรอง (2) ตั้งปัญหาโดยปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วและตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยให้เป็นปัญหาที่ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป เป็นปัญหาที่น่าสนใจ ท้าทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ (<u>แผนการจัดกิจกรรมที่ 1, 2, 3, 4, 5 และปรับขยายเพิ่มในแผนการจัดกิจกรรมที่ 6 และ 7</u>) 2. ฝึกให้นักศึกษาครูเกิดทักษะและกระบวนการให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแสดงการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งฝึกวิธีการให้เหตุผลที่ทำให้ผู้อื่นเชื่อตามและยอมรับได้ โดยคำนึงถึงการให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นหลัก พร้อมทั้งส่งเสริมให้นักศึกษาครูเกิดทักษะและกระบวนการ<u>สื่อสาร</u>ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการแสดงการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมต่อไปนี้ (1) ใช้การออกมานำเสนอผลการปฏิบัติงานพร้อมทั้งแสดงผลหน้าชั้นเรียน การสื่อสารแนวคิดที่ได้รับระหว่างเพื่อนสมาชิกในกลุ่มและระหว่างกลุ่มปฏิบัติงาน ร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ค้นพบในแง่ของความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของคำตอบ (2) ใช้การเขียนบันทึก (Journal writing) เพื่อสะท้อนแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้ (<u>แผนการจัดกิจกรรมที่ 2 และ 4</u>) 3. ให้นักศึกษาครูฝึกการ<u>รู้คิด</u> (Metacognition) โดย (1) ให้นักศึกษาครูฝึกเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจากปัญหาที่ต้องอาศัยการเปลี่ยนมุมมองในการคิด (2) ให้นักศึกษาครูทำแบบประเมินเพื่อรายงานความคิดของตนเองในทันทีหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ซึ่งวัดกระบวนการรู้คิดที่ครอบคลุมทั้งด้านการวางแผน การกำกับ และการประเมิน (<u>แผนการจัดกิจกรรมที่ 5</u>)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	แนวคิด (Concepts)	กิจกรรม (Activities) / ดำเนินการ (Treatments)
		(2) ความสามารถในการตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยสถานการณ์ที่กำหนดให้อาจนำมาจากบทความในหนังสือพิมพ์ โฆษณาในนิตยสาร บันทึกข้อมูลที่สุดของโลก ปฏิทิน แผนที่ที่เสนอสินค้าตามห้างสรรพสินค้าต่างๆ เป็นต้น เพื่อให้ได้ปัญหาที่น่าสนใจ ทำทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ การทำกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-Routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems) ช่วยดึงดูดความสนใจและท้าทายความสามารถให้อยากคิดแก้ปัญหาได้ การรู้คิด (Metacognition) ที่สำคัญคือการกำกับความคิดของตนเองว่าที่คิดอยู่นั้นเป็นแนวทางที่จะได้ผลหรือไม่ ถ้าไม่ได้ผลควรจะเริ่มพิจารณาเปลี่ยนมุมมอง เปลี่ยนวิธีการหรือแนวคิดของตนเอง การฝึกการรู้คิดสามารถช่วยในการกำกับความคิด ตรวจสอบย้อนกลับ และเปลี่ยนมุมมองการคิดแก้ปัญหาและตั้งปัญหาได้ การฝึกทักษะและกระบวนการให้เหตุผล ช่วยให้สามารถอธิบายข้อมูลให้ผู้อื่นเชื่อตามและยอมรับได้ และการฝึกทักษะและกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจสาระที่จะถ่ายทอดออกไปได้ เทคนิคการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) สามารถนำมาใช้จัดบันทึกและสรุปความรู้ต่างๆ ได้ การมีเจตคติที่ดี ความเชื่อที่เหมาะสม และความมั่นใจในตนเองในการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาแก่ผู้เรียนได้	4. ให้นักศึกษาศึกษา รวบรวม และสรุปความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจากการปฏิบัติกิจกรรมที่ผ่านมา แล้วจัดทำ<u>แผนผังความคิด</u> (Mind map) สรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมด และนำมาอภิปรายในชั้นเรียน (แผนการจัดกิจกรรมที่ 10) 5. สอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริม<u>เจตคติ</u> <u>ความเชื่อ</u> และ<u>ความมั่นใจ</u>ในตนเองในการแก้ปัญหาและตั้งปัญหา (ปรับขยายเพิ่มในแผนการจัดกิจกรรมที่ 1 ถึงกิจกรรมที่ 7)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	แนวคิด (Concepts)	กิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments)
③ การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	① เพื่อให้นักศึกษามีแนวคิด/วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน ② เพื่อให้นักศึกษามีแนวคิด/วิธีการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน ③ เพื่อให้นักศึกษามีแนวคิด/วิธีการเลือกใช้หรือสร้างสื่อการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน	การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเป็นการจัดประสบการณ์จำลองเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในห้องเรียน โดยให้มีบรรยากาศใกล้เคียงกับห้องเรียนจริง ทั้งนี้เพื่อให้นักศึกษามีแนวคิดและวิธีการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ตลอดจนการเลือกใช้หรือสร้างสื่อการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน การอภิปรายจากกรณีศึกษาที่กวีทัศน์การสอน สามารถช่วยให้วิเคราะห์การสอนได้ละเอียด ตรวจสอบและประเมินการสอน ตลอดจนให้ผลย้อนกลับทางการสอนที่ดี การฝึกปฏิบัติการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา สามารถช่วยเตรียมความพร้อมในการประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไปได้ การสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ในชั้นเรียนก่อนออกไปสู่การสอนในโรงเรียนจริง เป็นการเตรียมความพร้อมสู่การสอนในภาคสนามของนักศึกษาครูต่อไปได้ เทคนิคการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) สามารถนำมาใช้จัดบันทึกและสรุปความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการสอนได้	เตรียมความพร้อมทางด้านการสอน โดยจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้ 1. ให้นักศึกษาดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์การสอนในประเด็นต่อไปนี้ 1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน 2) เทคนิควิธีการสอน 3) สื่อการสอน 4) การใช้คำถามกระตุ้น 5) การประเมินผล และ 6) จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ (แผนการจัดกิจกรรมที่ 6) 2. ให้นักศึกษาศึกษาฝึกปฏิบัติการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดย (1) ให้นักศึกษาแต่ละคนได้ทำบทบาทหน้าที่เป็นทั้งผู้ประเมินและผู้รับการประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของเพื่อนนักศึกษาครูคนอื่นๆ ฝึกการประเมินทั้งงานเขียนโดยประเมินกระบวนการคิดต่างๆ ของเพื่อนพร้อมไปกับคำตอบที่ได้รับ ฝึกการใช้เกณฑ์การให้คะแนน การบอกเหตุผลของการให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ตลอดจนฝึกประเมินเจตคติและความเชื่อต่างๆ เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง (2) ให้นักศึกษาศึกษาฝึกประเมินและอภิปรายตัวอย่างงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจริงของนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไป (แผนการจัดกิจกรรมที่ 2, 3, 5 และ 7) 3. ให้นักศึกษาศึกษาฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดย (1) ให้นักศึกษาเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน (2) ให้นักศึกษาศึกษาได้ฝึกทักษะการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยใช้การฝึกสอนแบบจุลภาคในชั้นเรียนก่อนออกไปสู่การสอนในโรงเรียนจริงต่อไป (แผนการจัดกิจกรรมที่ 8 และ 9) 4. ให้นักศึกษาศึกษา รวบรวม และสรุปความรู้เกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการปฏิบัติกิจกรรมที่ผ่านมา แล้วจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) สรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมด และนำมาอภิปรายในชั้นเรียน (แผนการจัดกิจกรรมที่ 10)

ระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม: Field experiences
 (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study)

(ฉบับสมบูรณ์)		
ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	กิจกรรม (Activities)
❶ นักศึกษาร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (1 หน่วยการเรียนรู้)	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาร่วมกันคัดเลือกเนื้อหา แบ่งเนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การสอน และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาใน 1 หน่วยการเรียนรู้ (สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้ 1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที)	1. กลุ่มนักศึกษาร่วมกันเพื่อคัดเลือกเนื้อหา แบ่งเนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การสอนโดยภาพรวมทั้งหมด และกรอบในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาใน 1 หน่วยการเรียนรู้ (8 คาบเรียน) ให้เหมาะสมกับสภาพนักเรียนของกลุ่มตนเอง 2. กลุ่มนักศึกษากลับไปศึกษาข้อมูลบางอย่างที่จำเป็น กลับไปคิดหรือค้นหาปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่เหมาะสมกับนักเรียนของกลุ่มตนเอง และกลับไปสำรวจสื่อการสอนหรือทรัพยากรที่มีอยู่ในโรงเรียนของกลุ่มตนเองที่อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 3 วัน ทั้งนี้กลุ่มนักศึกษารูสามารถปรึกษาอาจารย์ที่เลี้ยงได้)
❷ นักศึกษาร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียด (1 คาบเรียน)	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียดจำนวน 1 คาบเรียน โดยให้ร่วมกันออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน คัดเลือกหรือสร้างสื่อการสอน และกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล	1. กลุ่มนักศึกษาร่วมกันจัดทำแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนจำนวน 1 คาบเรียน โดยให้ร่วมกันออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน หาวิธีการจัดการเรียนการสอน คัดเลือกปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีและเหมาะสมกับนักเรียนของกลุ่มตนเอง คัดเลือกหรือสร้างสื่อการสอน รวมทั้งกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสม (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 2 วัน ทั้งนี้กลุ่มนักศึกษารูสามารถปรึกษาอาจารย์ที่เลี้ยงได้)
❸ ตัวแทนนักศึกษาทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้ เพื่อนักศึกษาคูคนอื่น ๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน	เพื่อให้ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาคูเป็นผู้สอน โดยนำแผนการสอนที่ร่วมกันจัดทำไว้ไปทดลองสอนกับนักเรียน โดยให้เพื่อนนักศึกษาคูคนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอน และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน	1. ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาคูนำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปใช้สอนจริง 2. เพื่อนนักศึกษาคูที่เหลือ (ที่ไม่ได้ทำหน้าที่สอน) รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียนโดยใช้สำเนาแผนการสอนเป็นเครื่องมือช่วยในการจดบันทึกข้อมูล ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ตลอดจนมีการเก็บตัวอย่างงานของนักเรียน และถ่ายวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนไว้เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในขั้นตอนการสะท้อนผลการสอน (ขั้นตอนที่ 4) ต่อไป (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลา 1 คาบเรียน (50 นาที))

ระยะที่ 2 (ต่อ)

(ฉบับสมบูรณ์)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	กิจกรรม (Activities)
๔ นักศึกษาครูร่วมกันอภิปราย และสะท้อนผลการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาครูนำผลจากการทดลองสอนในขั้นตอนที่ 3 มาปรึกษาหารือ อภิปราย และสะท้อนผลการสอนร่วมกัน เพื่อหาข้อบกพร่อง ที่นำไปสู่การปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้น ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์	1. กลุ่มนักศึกษาครูประชุมกันในเวลาว่างที่ตรงกัน ภายหลังจากทดลองสอนในวันนั้นหรือวันถัดไป โดยร่วมกัน อภิปราย ชักถาม และสะท้อนผลการสอน 2. การสะท้อนผลการสอนเริ่มต้นจากการนำเสนอภาพรวมของการสอนจากวิดิทัศน์ที่บันทึกไว้ (เฉพาะบางช่วงที่สำคัญ) จากนั้นนักศึกษาครูที่เป็นผู้สอนแสดงความคิดเห็นต่อการสอนของตนเอง ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ความสำเร็จและอุปสรรคที่ทำให้การสอนบรรลุหรือไม่บรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้ จากนั้นนักศึกษาครูคนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอนจึง อภิปราย ชักถาม สะท้อนผลการสอน และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการสอนให้บรรลุเป้าหมายมากขึ้น (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการประชุมและให้ข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาครูตอนท้ายของการประชุม)
๕ นักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุงแผนการสอน	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาครูนำข้อเสนอแนะและความคิดเห็นต่างๆ จากการสะท้อนผลการสอน มาปรับปรุงแผนการสอนให้ดีขึ้น	1. กลุ่มนักศึกษาครูร่วมกันปรับปรุงแผนการสอนภายหลังจากที่ได้รับข้อเสนอแนะและความคิดเห็นต่างๆ จากการสะท้อนผลการสอน ซึ่งอาจมีการปรับปรุงลำดับการสอน การนำเข้าสูบทเรียน กิจกรรมการเรียนการสอน การใช้คำถาม การใช้สื่อการสอน หรืออื่นๆ เพื่อให้การสอนบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 1 วัน ทั้งนี้กลุ่มนักศึกษาครูสามารถปรึกษาอาจารย์ที่เลี้ยงได้)
๖ ตัวแทนนักศึกษาครูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว (ทดลองสอนกับนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม) เพื่อนักศึกษาครูคนอื่นๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน	เพื่อให้ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาครูเป็นผู้สอน โดยนำแผนการสอนที่ร่วมกันปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนอีกครั้งกับนักเรียนที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม โดยให้เพื่อนนักศึกษาครูคนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอน และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน	1. ให้ตัวแทน 1 คนของกลุ่มนักศึกษาครู (เป็นผู้สอนคนเดิมกับในขั้นตอนที่ 3) นำแผนการสอนที่ได้ร่วมกันปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนซ้ำอีกครั้งกับนักเรียนที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม 2. เพื่อนักศึกษาครูที่เหลือ (ที่ไม่ได้ทำหน้าที่สอน) รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนในห้องเรียน เช่นเดียวกับการสอนในรอบแรก โดยใช้สำเนาแผนการสอนเป็นเครื่องมือช่วยในการจดบันทึกข้อมูล ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนมีการเก็บตัวอย่างงานของนักเรียน และถ่ายวิดิทัศน์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนไว้เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในขั้นตอนการสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม (ขั้นตอนที่ 7) ต่อไป (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลา 1 คาบเรียน (50 นาที))

ระยะที่ 2 (ต่อ)

(ฉบับสมบูรณ์)

ขั้นตอน / องค์ประกอบ	วัตถุประสงค์ (Objectives)	กิจกรรม (Activities)
๗ นักศึกษาร่วมกันอภิปราย และสะท้อนผลการสอนโดย ภาพรวม ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วม สังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ นักศึกษาคู ปรับปรุงแผนการสอนให้สมบูรณ์	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาคูนำผลจากการทดลองสอนในรอบที่สอง (สอนซ้ำ) มาปรึกษาหารือ อภิปราย และสะท้อนผลร่วมกัน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง แผนการสอนอีกครั้งหนึ่งให้สมบูรณ์ โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วม สังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์	1. กลุ่มนักศึกษาคูประชุมกันในเวลาว่างที่ตรงกัน ภายหลังการทดลองสอนรอบที่สอง (สอนซ้ำ) ในวันนั้นหรือ วันถัดไป โดยร่วมกันอภิปราย ชักถาม และสะท้อนผลการสอน 2. การดำเนินการเช่นเดียวกันกับรอบแรก การสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวมเริ่มต้นจากการนำเสนอภาพรวม ของการสอนจากวิดิทัศน์ที่บันทึกไว้ จากนั้นนักศึกษาคูที่เป็นผู้สอนแสดงความคิดเห็นต่อการสอนของตนเอง ซึ่ง มุ่งเน้นไปที่ความสำเร็จและอุปสรรคที่ทำให้การสอนบรรลุหรือไม่บรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้ จากนั้นนักศึกษาคูคน อื่นๆ ที่ไม่ใช่ผู้สอนจึงอภิปราย ชักถาม สะท้อนผลการสอน และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปสู่การ ปรับปรุงแผนการสอนอีกครั้งหนึ่งให้มีความสมบูรณ์ (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการประชุมและให้ข้อคิดเห็นหรือ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาคูตอนท้ายของการประชุม)
๘ นักศึกษาคูสรุปผลที่ได้รับ จากประสบการณ์การสอนตาม กระบวนการของการศึกษาผ่าน บทเรียน (Lesson study)	เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาคูร่วมกันเสนอแนะและสรุปผลที่ได้รับจาก ประสบการณ์สอนตามขั้นตอน/กระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study)	1. หลังจากที่กลุ่มนักศึกษาคูผ่านประสบการณ์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตาม ขั้นตอน/กระบวนการของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study) ครบ 1 หน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้กลุ่มนักศึกษาคู ร่วมกันอภิปราย เสนอแนะ และสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาทั้งหมด (ขั้นตอนนี้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 1 วัน)

หมายเหตุสำหรับรูปแบบในระยะที่ 2

- 1. สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้ 1 หน่วยการเรียนรู้มี 8 คาบเรียน ดังนั้น ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 7 จึงมีลักษณะเป็นวงจร ดำเนินการจนกว่าจะปฏิบัติกิจกรรมครบ 1 หน่วยการเรียนรู้ หรือ 8 คาบเรียน
- 2. ผู้ทรงคุณวุฒิในที่นี้ได้แก่ อาจารย์พี่เลี้ยง (2 คน) และอาจารย์นิเทศก์ (2 คน)
- 3. กลุ่มนักศึกษาคูที่ทำการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study) ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 คน ซึ่งสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- 4. ผู้วิจัยมีบทบาทเป็นเพียงผู้ประเมินและสังเกตการณ์ในทุกขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

ภาคผนวก ค

แบบประเมิน

“รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและ
การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง)”
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจงการประเมิน
รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและ
การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง)
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

การสร้างรูปแบบ (ฉบับร่างนี้) เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิจัยเรื่อง “การพัฒนาแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู” เพื่อใช้เป็นกรอบในการสร้างและพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนเป็นแนวทางในการปฏิบัติการสอนภาคสนามของนักศึกษาครูต่อไป

รูปแบบประกอบด้วย ระยะในการดำเนินกิจกรรม 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1: การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน: Training

(กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู)

ระยะที่ 2: การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม: Field experiences

(ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study)

โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนองค์ประกอบ วัตถุประสงค์ แนวคิด และกิจกรรมต่างๆ ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในเอกสารที่แนบมาพร้อมกันนี้

เอกสารที่แนบมาเพื่อใช้ประกอบการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ประกอบไปด้วย

- 1) แบบประเมิน “รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง)”
- 2) รูปแบบ เพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง)
- 3) รายละเอียดของ “รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง)”
- 4) กิจกรรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง)”

ผู้วิจัยมีความประสงค์ให้รูปแบบ (ฉบับร่าง) นี้ได้รับการประเมินความเหมาะสม (รายการที่ประเมินทั้งหมด 10 ข้อ) จากผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปปรับปรุงก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ต่อไป

แบบประเมิน

“รูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู (ฉบับร่าง)”

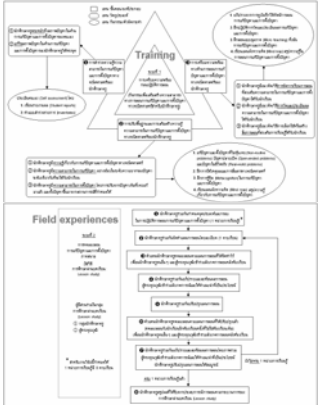
คำชี้แจง

1. โปรดทำเครื่องหมาย ○ ล้อมรอบตัวเลขที่แทนระดับความเหมาะสมในแต่ละรายการที่ประเมินตามความคิดเห็นของท่าน
2. โปรดให้ความคิดเห็น และ/หรือข้อเสนอแนะในบรรทัดที่เว้นไว้ของแต่ละรายการที่ประเมิน

ข้อ	รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		น้อย 1	ค่อนข้างน้อย 2	ปานกลาง 3	ค่อนข้างมาก 4	มาก 5
1	การกำหนดระยะในการดำเนินกิจกรรม ของรูปแบบมี 2 ระยะ <u>ระยะที่ 1:</u> การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการสอน (กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู) <u>ระยะที่ 2:</u> การทดลองสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาภาคสนาม (ใช้วิธีการศึกษาผ่านบทเรียน: Lesson study)	1	2	3	4	5
	ความคิดเห็น และ/หรือข้อเสนอแนะ 					
2	การกำหนดขั้นตอน/องค์ประกอบ ของรูปแบบในระยะที่ 1 <u>ขั้นที่ 1</u> การสำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู <u>ขั้นที่ 2</u> การปรับพื้นฐานและการเสริมสร้างความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู <u>ขั้นที่ 3</u> การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู	1	2	3	4	5
	ความคิดเห็น และ/หรือข้อเสนอแนะ 					

ข้อ	รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		น้อย 1	ค่อนข้างน้อย 2	ปานกลาง 3	ค่อนข้างมาก 4	มาก 5
3	การกำหนดวัตถุประสงค์ (Objectives) ของรูปแบบในระยะที่ 1	1	2	3	4	5
4	การกำหนดแนวคิด (Concepts) ของรูปแบบในระยะที่ 1	1	2	3	4	5
5	การกำหนดกิจกรรม (Activities) / ตัวจัดกระทำ (Treatments) ของรูปแบบในระยะที่ 1 1) การประเมินตนเอง (Self assessment) 2) การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problems) 3) การฝึกการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 4) การฝึกการรู้คิด (Metacognition) 5) การอภิปรายจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอน 6) การฝึกปฏิบัติการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา 7) การเขียนแผนผังความคิด (Mind map)	1	2	3	4	5

ข้อ	รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		น้อย 1	ค่อนข้างน้อย 2	ปานกลาง 3	ค่อนข้างมาก 4	มาก 5
6	การกำหนดขั้นตอน/องค์ประกอบ ของรูปแบบในระยที่ 2 <u>ขั้นที่ 1</u> นักศึกษาร่วมกันกำหนดจุดประสงค์และกรอบในการปฏิบัติ การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (1 หน่วยการเรียนรู้) <u>ขั้นที่ 2</u> นักศึกษาร่วมกันจัดทำแผนการสอนโดยละเอียด (1 คาบเรียน) <u>ขั้นที่ 3</u> ตัวแทนนักศึกษาคูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้ เพื่อน นักศึกษาคูคนอื่น ๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนหลัง ห้องเรียน <u>ขั้นที่ 4</u> นักศึกษาร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิเข้า ร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ <u>ขั้นที่ 5</u> นักศึกษาร่วมกันปรับปรุงแผนการสอน <u>ขั้นที่ 6</u> ตัวแทนนักศึกษาคูทดลองสอนตามแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว (ทดลองสอนกับนักเรียนอีกห้องเรียนหนึ่งที่ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม) เพื่อน นักศึกษาคูคนอื่น ๆ และผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการสอนหลัง ห้องเรียน <u>ขั้นที่ 7</u> นักศึกษาร่วมกันอภิปรายและสะท้อนผลการสอนโดยภาพรวม ผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วมสังเกตการณ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ นักศึกษาคูปรับปรุงแผนการสอนให้สมบูรณ์ <u>ขั้นที่ 8</u> นักศึกษาคูสรุปผลที่ได้รับจากประสบการณ์การสอนตามกระบวนการ ของการศึกษาผ่านบทเรียน (Lesson study)	1	2	3	4	5
ความคิดเห็น และ/หรือข้อเสนอแนะ 						
7	การกำหนดวัตถุประสงค์ (Objectives) ของรูปแบบในระยที่ 2	1	2	3	4	5
ความคิดเห็น และ/หรือข้อเสนอแนะ 						

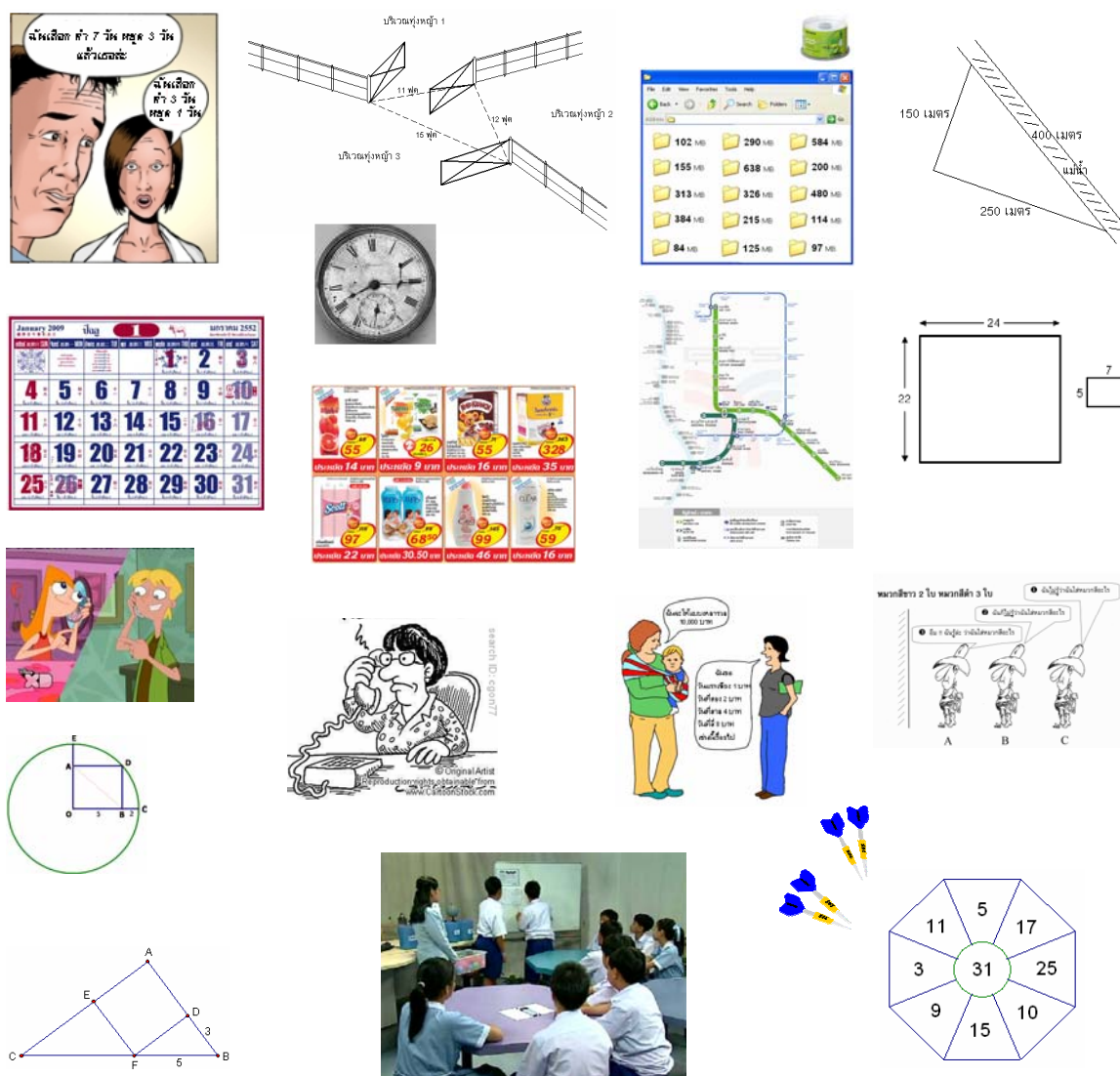
ข้อ	รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		น้อย 1	ค่อนข้างน้อย 2	ปานกลาง 3	ค่อนข้างมาก 4	มาก 5
8	การกำหนดกิจกรรม (Activities) ของรูปแบบในระยะที่ 2	1	2	3	4	5
	ความคิดเห็น และ/หรือข้อเสนอแนะ 					
9	การกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ของรูปแบบในระยะที่ 2	1	2	3	4	5
	ความคิดเห็น และ/หรือข้อเสนอแนะ 					
10	การจัดวางแผนผังเพื่อนำเสนอรูปแบบ มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	1	2	3	4	5
	 					

ภาคผนวก ง

กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอน
การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู

กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอน การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู

THE ACTIVITIES TO ENHANCE TEACHING ABILITY ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND PROBLEM POSING FOR PRESERVICE TEACHERS



โดย

นายทรงชัย อักษรคิด

นักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

แผนการจัดกิจกรรม

กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักศึกษาครู ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 30 ชั่วโมง โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 10 กิจกรรม กิจกรรมละ 3 ชั่วโมง ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมประกอบไปด้วย 1) ชื่อกิจกรรม 2) จุดประสงค์ 3) แนวคิดที่สำคัญ 4) สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ 5) ขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6) การประเมินผล 7) บันทึกหลังการจัดกิจกรรม 8) ใบกิจกรรม และ/หรือใบความรู้ และ 9) เอกสารเพิ่มเติมท้ายกิจกรรม (ถ้ามี)

กิจกรรมที่ ชื่อกิจกรรม

- 1 กิจกรรมประเมินตนเอง
- 2 กิจกรรมฐานการแก้ปัญหา
- 3 กิจกรรมเรียนรู้เทคนิคการตั้งปัญหา
- 4 กิจกรรมฝึกการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 5 กิจกรรมฝึกการรู้คิด (Metacognition)
- 6 กิจกรรมฝึกอภิปรายจากการดูวีดิทัศน์การสอน
- 7 กิจกรรมฝึกประเมินงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
ของนักเรียน
- 8 กิจกรรมฝึกเขียนแผนการสอน
- 9 กิจกรรมฝึกสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
- 10 กิจกรรมเขียนแผนผังความคิด (Mind map)

แผนการจัดกิจกรรมที่ 1

ชื่อกิจกรรม

เวลา 3 ชั่วโมง

กิจกรรมประเมินตนเอง

จุดประสงค์

เพื่อให้ นักศึกษาครูตระหนักและรับทราบถึงสภาพปัญหาในด้านการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง

แนวคิดที่สำคัญ

การให้นักศึกษาครูได้สำรวจความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเอง จะทำให้นักศึกษาครูตระหนักและรับทราบถึงสภาพปัญหาในด้านการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของตนเอง รวมถึงผู้สอนสามารถที่จะสร้างกิจกรรมเพื่อแก้ไขสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูได้ตรงจุด ทั้งนี้วิธีการประเมินตนเอง (Self assessment) โดยให้นักศึกษาครูเขียนรายงานผล (Student report) เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในทันทีหลังจากที่แก้ปัญหาและตั้งปัญหาเสร็จแล้วจากประเด็นคำถามที่ตั้งไว้ สามารถทำให้นักศึกษาครูและผู้สอนรับรู้ถึงความรู้ความสามารถ ความรู้สึก ความเชื่อ ความสนใจ และรูปแบบการคิดต่างๆ ได้

สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1-1 (Solve problem)
2. ใบกิจกรรมที่ 1-2 (Student report for problem solving)
3. ใบกิจกรรมที่ 1-3 (Pose problem)
4. ใบกิจกรรมที่ 1-4 (Student report for problem posing)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. นักศึกษาครู (รายบุคคล) แก้ปัญหาเรื่อง ‘วันหยุดตรงกัน’ ในใบกิจกรรมที่ 1-1 โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดอย่างละเอียด (ใช้เวลา 30 นาที)

ปัญหา ‘วันหยุดตรงกัน’ เป็นดังนี้



นลินีและชาคริตเริ่มทำงานเป็นพนักงานใหม่ของบริษัทผลิตหนังสือพิมพ์แห่งหนึ่งพร้อมกัน (เริ่มงานในวันเดียวกัน) โดยนลินีเลือกทำงานแบบทำ 3 วันหยุด 1 วัน ส่วนชาคริตเลือกทำงานแบบทำ 7 วัน หยุด 3 วัน อยากทราบว่าเมื่อทั้งสองคนทำงานไปได้ครบ 1 ปี (365 วัน) จะมีวันหยุดตรงกันทั้งหมดกี่วัน

2. นักศึกษาครู (รายบุคคล) เขียนรายงานผล (Student report) ในใบกิจกรรมที่ 1-2 โดยให้นักศึกษามองและคิดย้อนกลับไปขณะแก้ปัญหาเรื่อง ‘วันหยุดตรงกัน’ ในใบกิจกรรมที่ 1-1 แล้วเขียนตอบคำถามจำนวน 6 ข้อตามสภาพจริง (ใช้เวลา 15 นาที)

คำถาม 6 ข้อ เป็นดังนี้

- 1) เมื่อแรกพบปัญหาและอ่านปัญหาเสร็จแล้ว นักศึกษาคิดถึงอะไร อย่างไร
- 2) นักศึกษาเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเลยหรือไม่ ใช้ยุทธวิธีใด ผลเป็นอย่างไร มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง
- 3) ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จหรือไม่แน่ใจในวิธีการ นักศึกษาพยายามหายุทธวิธีอื่นมาลองใช้อีกหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร
- 4) นักศึกษาหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ และรู้สึกอย่างไร
- 5) นักศึกษาตรวจสอบคำตอบหรือไม่ ลองใช้วิธีการอื่นๆ บ้างหรือไม่ และแน่ใจหรือไม่ว่าคำตอบที่หาได้ถูกต้อง
- 6) ความรู้สึกของนักศึกษาโดยภาพรวมเป็นอย่างไรเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเรื่องนี้

3. นักศึกษาครูแต่ละคนออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน พร้อมกับเล่าหรือรายงานผลการแก้ปัญหาจากคำถามทั้งหกข้อ เพื่อนักศึกษาคนอื่นๆ ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหา และความเป็นไปได้ของคำตอบจากการนำเสนอของเพื่อน (ใช้เวลา 40 นาที)

4. นักศึกษาครู (รายบุคคล) ตั้งปัญหาในใบกิจกรรมที่ 1-3 โดยการปรับจากปัญหาเรื่อง ‘วันหยุดตรงกัน’ ที่นักศึกษาได้แก้มาแล้วในใบกิจกรรมที่ 1-1 ให้เป็นปัญหาที่น่าสนใจ ทำทาย และขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป เพื่อใช้ถามเพื่อนนักศึกษาคณะอื่นๆ พร้อมทั้งแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมานี้ด้วย (ใช้เวลา 40 นาที)

5. นักศึกษาครู (รายบุคคล) เขียนรายงานผล (Student report) ในใบกิจกรรมที่ 1-4 โดยให้นักศึกษามองและคิดย้อนกลับไปขณะตั้งปัญหาในใบกิจกรรมที่ 1-3 แล้วเขียนตอบคำถามจำนวน 4 ข้อตามสภาพจริง (ใช้เวลา 15 นาที)

คำถาม 4 ข้อ เป็นดังนี้

- 1) นักศึกษามีวิธีการตั้งปัญหาอย่างไร
- 2) ในการตั้งปัญหา นักศึกษาพยายามแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมา ควบคุมไปด้วยกันหรือไม่ อย่างไร
- 3) เมื่อนักศึกษาแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมาไม่ได้ นักศึกษาทำอะไร มีการปรับปัญหามากหรือไม่ อย่างไร
- 4) ปัญหาที่ตั้งขึ้นมานั้น นักศึกษาคิดว่าเป็นปัญหาที่น่าสนใจ ทำทาย และขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไปได้อย่างไร

6. นักศึกษาครูแต่ละคนออกมานำเสนอผลการตั้งปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยให้เพื่อนนักศึกษาคณะอื่นๆ ลองแก้ปัญหาที่เพื่อนตั้งขึ้น จากนั้นให้นักศึกษาที่ออกมานำเสนอได้เล่าหรือรายงานผลการตั้งปัญหาจากคำถามทั้งสี่ข้อ เพื่อนักศึกษาคณะอื่นๆ ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่อไปนี้

- 1) ปัญหาที่ตั้งขึ้นน่าสนใจ ทำหายหรือไม่ อย่างไร
- 2) ปัญหาขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไปหรือไม่ อย่างไร

(ใช้เวลา 40 นาที)

7. นักศึกษาครูช่วยกันสรุปแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้ จากนั้นผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาครูกลับไปทบทวนและศึกษาค้นคว้าความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่นักศึกษาเคยเรียนรู้มา จากเอกสารความรู้ที่นักศึกษาเคยได้รับ จากหนังสือตำราในห้องสมุด หรือจากเว็บไซต์ต่างๆ ในอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป และใช้สำหรับจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) เพื่อสรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดในกิจกรรมที่ 10 (กิจกรรมสุดท้าย) ต่อไป

การประเมินผล

1. ประเมินสภาพปัญหาในการแก้ปัญหานักศึกษาครู จากใบกิจกรรมที่ 1-1 และใบกิจกรรมที่ 1-2 พร้อมทั้งสังเกตจากการนำเสนอ การรายงานผล และการอภิปรายเกี่ยวกับการแก้ปัญหานักศึกษาครู
2. ประเมินสภาพปัญหาในการตั้งปัญหานักศึกษาครู จากใบกิจกรรมที่ 1-3 และใบกิจกรรมที่ 1-4 พร้อมทั้งสังเกตจากการนำเสนอ การรายงานผล และการอภิปรายเกี่ยวกับการตั้งปัญหานักศึกษาครู

บันทึกหลังการจัดกิจกรรม

ผลการประเมินสภาพปัญหาในการแก้ปัญหาของนักศึกษาครู

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้นักศึกษาครูแต่ละคนลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 1-1 แล้วเขียนรายงานผลในใบกิจกรรมที่ 1-2 ซึ่งให้เขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้ในทันทีหลังจากที่แก้ปัญหาเสร็จแล้วจากประเด็นคำถามที่ตั้งไว้ โดยในการแก้ปัญหาเรื่อง “วันหยุดตรงกัน” ที่กล่าวว่า



นลินีและชาคริตเริ่มทำงานเป็นพนักงานใหม่ของบริษัทผลิตหนังสือพิมพ์แห่งหนึ่งพร้อมกัน (เริ่มงานในวันเดียวกัน) โดยนลินีเลือกทำงานแบบทำ 3 วัน หยุด 1 วัน ส่วนชาคริตเลือกทำงานแบบทำ 7 วัน หยุด 3 วัน อยากทราบว่าเมื่อทั้งสองคนทำงานไปได้ครบ 1 ปี (365 วัน) จะมีวันหยุดตรงกันทั้งหมดกี่วัน

เมื่อให้นักศึกษาครูย้อนคิดทบทวนกลับไป “เมื่อแรกพบปัญหาและอ่านปัญหาเสร็จแล้ว นักศึกษาคิดถึงอะไร อย่างไร” พบว่า นักศึกษา 6 คนระบุไปในประเด็นเครื่องมือหรือความรู้คณิตศาสตร์ที่จะใช้แก้ปัญหา เช่น บางคนตอบว่านึกถึงแผนภาพปฏิทินรายปีที่มียี่ 365 วัน บางคนตอบว่านึกถึงการใช้ตัวคูณร่วมน้อย (ค.ร.น.) เพราะคุ้นกับโจทย์ทำนองนี้เกี่ยวกับการหาเวลาที่พร้อมกันอีกครั้งหนึ่งเมื่อเริ่มงานพร้อมกัน เป็นต้น นักศึกษา 4 คนระบุไปในประเด็นขั้นตอน/กระบวนการที่ต้องทำ เช่น บางคนตอบว่าพยายามคิดไตร่ตรองว่าจะใช้วิธีการใดแก้ปัญหา บางคนตอบว่าอ่านทวนโจทย์อีกรอบเพื่อดูให้แน่ชัดว่าโจทย์ให้อะไรมาบ้างและสามารถใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดมาแก้ปัญหา เป็นต้น ส่วนนักศึกษาอีก 2 คนระบุไปในประเด็นความรู้สึกที่มีต่อปัญหาโดยคนหนึ่งตอบว่าเป็นปัญหาที่ทำทายน่าสนใจ และอีกคนหนึ่งตอบว่าเป็นปัญหาที่ตนไม่น่าจะสามารถหาคำตอบได้ ไม่เคยเจอโจทย์อย่างนี้มาก่อน แต่ก็พยายามดู

สำหรับคำถามที่ว่า “นักศึกษาเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเลยหรือไม่ ใช้ยุทธวิธีใด ผลเป็นอย่างไร มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ยุทธวิธีนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาได้คำตอบเลยหรือไม่” และ “ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จหรือไม่แน่ใจในวิธีการ นักศึกษาพยายามหายุทธวิธีอื่นมาลองใช้อีกหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร” พบว่า นักศึกษา 6 คนระบุไปในประเด็นว่าใช้ยุทธวิธีการมองหาคำความสัมพันธ์ แบบรูป และวาดภาพประกอบ เช่น บางคนตอบว่าพยายามหาวันหยุดที่ตรงกันใน 1 เดือน ซึ่งได้ 3 วัน แต่เมื่อพิจารณาอีกก็พบว่าแต่ละเดือนมีจำนวนวันไม่เท่ากัน จึงคิดว่าวิธีการนี้ไม่น่าจะได้ผล บางคนตอบว่าใช้การนับวันและวงกลมวันที่ตรงกัน เขียนวันจันทร์ถึงวันอาทิตย์แล้วตรวจสอบวันที่ตรงกัน แต่วิธีการนี้ต้องเขียนตัวเลขเยอะมาก มองไม่เห็นแนวทางว่าจะมีเหตุผลในการนำไปสู่คำตอบได้อย่างไร เป็นต้น นักศึกษา 4 คนระบุไปในประเด็นว่าใช้วิธีหา ค.ร.น. ของ 4 และ 10 ซึ่งพบว่าทุก 20 วันจะต้องมีวันหยุดตรงกัน 2 วัน ซึ่งวิธีการนี้น่าจะนำไปสู่คำตอบได้ ส่วนนักศึกษาอีก 2 คน คนหนึ่งตอบว่าวิธีแรกที่ลองใช้คือการหาสมการ แต่ไม่ได้ผล จึงคิดทบทวนใหม่และค้นพบค่าที่เป็นกุญแจสำคัญคือค่าว่าวันหยุดตรงกัน ซึ่งทำให้นึกถึงการหา ค.ร.น. ส่วนอีกคนหนึ่งตอบว่าใช้วิธีการคิดและสร้างคำถาม

ใหม่ย่อยๆ ไปทีละชั้น กล่าวคือ ทั้งสองคนต้องทำงานที่วัน หยุดที่วัน จึงจะกลับมาเริ่มทำงานวันแรก พร้อมกันอีก เมื่อหารอบของการหยุดงานตรงกันได้แล้วจึงหาต่อไปว่า ใน 365 วันจะมีวันหยุดตรงกันกี่วัน ซึ่งเป็นวิธีการที่คิดวน่าไปสู่คำตอบ

สำหรับคำถามที่ว่า “นักศึกษาหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ และรู้สึกอย่างไร” พบว่า นักศึกษาทั้งสิบสองคนตอบว่าหาคำตอบได้ โดยนักศึกษา 9 คนระบุไปในประเด็นว่ารู้สึกภูมิใจที่แก้ปัญหามาได้และปัญหาไม่ได้ยากเกินความสามารถ เช่น บางคนตอบว่าสนุกกับการแก้ปัญหาด้วยตนเอง รู้สึกท้าทายและอยากที่จะแก้ปัญห่อื่นๆ บางคนตอบว่ามีความรู้สึกบ้างครั้งในการมองปัญหาบางปัญหาในครั้งแรก อาจจะคิดว่าตนเองคงไม่สามารถหาหนทางในการแก้ปัญหานั้นๆ ได้อย่างแน่นอน แต่เมื่อได้ตั้งใจและพยายามคิดหาวิธีการต่างๆ แก้ปัญหา ก็สามารถบรรลุผลตามที่มุ่งหวังได้ ถึงแม้ว่าจะใช้เวลาที่แตกต่างกันแต่ก็ได้ผลสำเร็จเหมือนกัน เป็นต้น นักศึกษา 2 คนระบุไปในประเด็นว่ารู้สึกว่ายังไม่แน่ใจในคำตอบว่าจะถูกต้องหรือไม่ ส่วนนักศึกษ่อีก 1 คนตอบว่า ตนเองก็สงสัยว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ ที่ง่ายกว่านี้ในการหาคำตอบหรือไม่

สำหรับคำถามที่ว่า “นักศึกษาตรวจสอบคำตอบหรือไม่ ลองใช้วิธีการอื่นๆ บ้างหรือไม่ และแน่ใจหรือไม่ว่าคำตอบที่หาได้ถูกต้อง” พบว่า นักศึกษา 7 คนระบุไปในประเด็นว่าได้ตรวจสอบคำตอบ เช่น บางคนตอบว่าได้ตรวจสอบคำตอบและพยายามหาวิธีการคิดแบบอื่นๆ แต่ก็ยังไม่แน่ใจว่าคำตอบจะถูกต้อง บางคนตอบว่าตรวจสอบจากผังการทำงาน โดยทำแบบย้อนกลับเพื่อดูว่าสอดคล้องกันหรือไม่ แต่ยังไม่ได้ลองใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ เป็นต้น ส่วนนักศึกษ่อีก 5 คนระบุไปในประเด็นว่าไม่ได้ตรวจสอบคำตอบ เช่น บางคนตอบว่าไม่ได้ทำการตรวจสอบคำตอบเพราะไม่รู้ว่าจะหาวิธีการตรวจสอบอย่างไร บางคนตอบว่าไม่ได้ตรวจทานคำตอบและไม่ได้ลองคิดวิธีการอื่นๆ เพราะเวลาไม่เพียงพอ เป็นต้น

สำหรับคำถามสุดท้ายที่ว่า “ความรู้สึกของนักศึกษาโดยภาพรวมเป็นอย่างไรเกี่ยวกับการแก้ปัญหานี้” พบว่า นักศึกษา 5 คนระบุไปในประเด็นว่าเป็นปัญหาน่าสนใจ และไม่ยากอย่างที่คิด เช่น บางคนตอบว่าจากโจทย์ดูเหมือนยาก เหมือนโจทย์ให้มาไม่ครบ แต่เป็นโจทย์ที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถ บางคนตอบว่าเป็นปัญหาน่าสนใจมาก ถ้าหากอ่านโจทย์ในตอนแรกจะรู้สึกว่ายาก แต่หากใช้การวาดแผนภาพช่วยก็จะทำให้คิดได้ง่ายขึ้น เป็นต้น นักศึกษา 4 คนระบุไปในประเด็นว่าอยากนำปัญหานี้ไปลองใช้กับนักเรียนของตน เช่น บางคนตอบว่าคิดว่าสามารถนำปัญหานี้ไปใช้กับนักเรียนได้ ซึ่งระดับความยากเหมาะสมกับนักเรียนชั้น ป.6 ขึ้นไป บางคนตอบว่าโจทย์ข้อนี้อยากเอาไปให้เด็กนักเรียนทำเพราะใช้การหา ค.ร.น. มาช่วย ซึ่งถ้านำไปให้นักเรียนลองคิดอาจจะคิดได้เร็วกว่าตนเองก็ได้ เป็นต้น ส่วนนักศึกษ่อีก 3 คนระบุไปในประเด็นเกี่ยวกับความรู้หรือแนวคิดที่ได้รับ เช่น บางคนตอบว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อนี้ต้องใช้ความสามารถส่วนบุคคลคนที่แก้ปัญหามาได้แต่ละคนอาจใช้วิธีการที่แตกต่างกัน บางคนตอบว่าผู้คิดจะต้องพยายามจัดระบบของความคิด รวมถึงลำดับขั้นตอนการคิดให้ได้จึงจะแก้ปัญหานี้ได้ เป็นต้น

ผลการประเมินสภาพปัญหาในการตั้งปัญหาของนักศึกษาครู

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้นักศึกษาครูแต่ละคนลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 1-3 แล้วเขียนรายงานผลในใบกิจกรรมที่ 1-4 ซึ่งให้เขียนเล่าประสบการณ์ที่ได้ในทันทีหลังจากที่ตั้งปัญหาเสร็จแล้วจากประเด็นคำถามที่ตั้งไว้ โดยให้นักศึกษาปรับและขยายปัญหาที่ได้แก้ไปแล้วเรื่อง “วันหยุดตรงกัน” ดังกล่าวข้างต้น เมื่อให้นักศึกษาครูลย้อนคิดทบทวนกลับไปว่า “นักศึกษามีวิธีการตั้งปัญหาอย่างไร” พบว่า นักศึกษา 7 คนระบุไปในประเด็นว่ายังคงใช้ข้อมูลของปัญหาเดิมเป็นหลักแต่ได้เพิ่มเติมเงื่อนไขบางอย่างเข้าไป เช่น บางคนเปลี่ยนเฉพาะคำถามว่าถ้าต้องการให้ทั้งสองคนมีวันหยุดที่เท่ากัน จะต้องให้ใครเริ่มทำงานก่อนและเริ่มทำงานก่อนกี่วัน บางคนเพิ่มเติมเงื่อนไขว่าถ้าทั้งสองคนได้เงินเดือนเฉพาะวันที่มาทำงาน โดยณลินีได้วันละ 150 บาท และชาคริตได้วันละ 120 บาท เมื่อวันหยุดตรงกันครั้งที่สองใครจะได้เงินมากกว่ากัน เป็นต้น ส่วนนักศึกษาอีก 5 คนระบุไปในประเด็นว่าได้ปรับเปลี่ยนตัวเลขใหม่ทั้งหมดและเพิ่มเติมเงื่อนไขบางอย่างเข้าไป เช่น บางคนเปลี่ยนตัวเลขจากทำ 3 วัน หยุด 1 วัน และทำ 7 วัน หยุด 3 วัน ไปเป็นทำ 4 วัน หยุด 2 วัน และทำ 6 วัน หยุด 4 วัน พร้อมกับเพิ่มเติมเงื่อนไขว่าถ้าบริษัทต้องมอบเงินโบนัสแก่พนักงานทั้งสองคนให้เร็วที่สุดหลังจากครบรอบปีไปแล้วกี่วัน โดยวันที่จ่ายโบนัส พนักงานทั้งสองคนต้องมาทำงานตรงกัน เป็นต้น

สำหรับคำถามที่ว่า “ในการตั้งปัญหา นักศึกษาพยายามแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมา ควบคุมไปด้วยกันหรือไม่ อย่างไร” พบว่า นักศึกษา 8 คนระบุไปในประเด็นว่าได้ทำควบคุมไปด้วยกัน เช่น บางคนตอบว่าทำควบคุมกันไปเพราะต้องดูตามความเป็นจริงและความเหมาะสมจึงปรับเปลี่ยนไปเรื่อยๆ บางคนตอบว่าทำควบคุมไปด้วยกันเพราะหากมีปัญหาลักษณะคำตอบไม่ได้จะได้นำมาเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ดีขึ้น เป็นต้น ส่วนนักศึกษาอีก 4 คนระบุไปในประเด็นว่าได้ตั้งปัญหาให้เสร็จไปก่อนแล้วจึงค่อยลงมือแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นในภายหลัง

สำหรับคำถามที่ว่า “เมื่อนักศึกษาแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมาไม่ได้ นักศึกษาทำอย่างไร มีการปรับปัญหาอีกหรือไม่ อย่างไร” พบว่า นักศึกษา 11 คนระบุไปในประเด็นว่าได้ปรับเปลี่ยนเงื่อนไขหรือตัวเลขใหม่ เช่น บางคนตอบว่าปรับตัวเลขใหม่เพื่อให้ได้ตัวเลขที่ถูกต้องและเหมาะสม ถ้าปรับแล้วยังไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้จะเปลี่ยนคำถามหรือเปลี่ยนข้อความบางส่วนของปัญหา บางคนตอบว่าหากปัญหาที่ตั้งขึ้นแก้ไม่ได้ก็จะลองเปลี่ยนตัวเลขในเงื่อนไขและลองแก้ปัญหาใหม่อีกครั้งเพื่อให้ได้คำตอบและทำให้ทราบถึงความซับซ้อนของปัญหาว่าเราต้องการให้ยากง่ายเพียงใด เป็นต้น ส่วนนักศึกษาอีก 1 คน ตอบว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมานั้นได้เลย

สำหรับคำถามสุดท้ายที่ว่า “ปัญหาที่ตั้งขึ้นมานั้น นักศึกษาคิดว่าเป็นปัญหาที่น่าสนใจ ทำท้าทาย และขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไปได้อย่างไร” พบว่า นักศึกษา 10 คนระบุไปในประเด็นว่าเป็นปัญหาที่ท้าทายและต้องใช้ความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์มากขึ้นกว่าเดิม เช่น บางคนตอบว่าเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนมากกว่าเดิม ทำท้าทายสำหรับเด็กเก่ง และอาศัยการคิดแก้ปัญหาเป็นไปตามลำดับขั้นตอน บางคนตอบว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นมามีการขยายความรู้จากปัญหาเดิม

คือคิดคำนวณเพิ่มมากขึ้น เป็นการแก้ปัญหาหลายขั้นตอนเพราะโจทย์ที่ตั้งขึ้นไม่ได้มีเพียงคำถามเดียว อาจใช้ความรู้เรื่องเซต หรือทักษะการแก้สมการหาค่าตัวแปร เป็นต้น ส่วนนักศึกษาอีก 2 คนระบุไปในประเด็นว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นไม่ค่อยท้าทายหรือขยายความรู้ออกไปเท่าใดนัก เพราะยังใช้แนวคิดเดิมๆ

ใบกิจกรรมที่ 1-1

ชื่อนักศึกษา

(Solve problem)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 30 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง 'วันหยุดตรงกัน' โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดอย่างละเอียด

ปัญหา 'วันหยุดตรงกัน'



นลินีและชาคริตเริ่มทำงานเป็นพนักงานใหม่ของ บริษัทผลิตหนังสือพิมพ์แห่งหนึ่งพร้อมกัน (เริ่มงานในวันเดียวกัน) โดยนลินีเลือกทำงานแบบทำ 3 วัน หยุด 1 วัน ส่วนชาคริตเลือกทำงานแบบทำ 7 วัน หยุด 3 วัน อยากทราบว่าเมื่อทั้งสองคนทำงานไปได้ครบ 1 ปี (365 วัน) จะมีวันหยุดตรงกันทั้งหมดกี่วัน

วิธีคิดอย่างละเอียด

ใบกิจกรรมที่ 1-2

ชื่อนักศึกษา

(Student report for problem solving)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 15 นาที)

จากการแก้ปัญหาเรื่อง 'วันหยุดตรงกัน' ในใบกิจกรรมที่ 1-1 ให้นักศึกษามองและคิดย้อนกลับไป แล้วตอบคำถามต่างๆ ต่อไปนี้ตามสภาพจริง

1. เมื่อแรกพบปัญหาและอ่านปัญหาเสร็จแล้ว นักศึกษาคิดถึงอะไร อย่างไร

2. นักศึกษาเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเลยหรือไม่ ใช้ยุทธวิธีใด ผลเป็นอย่างไร มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ยุทธวิธีนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาได้คำตอบเลยหรือไม่

3. ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จหรือไม่แน่ใจในวิธีการ นักศึกษาพยายามหายุทธวิธีอื่นมาลองใช้อีกหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร

4. นักศึกษาหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ และรู้สึกอย่างไร

5. นักศึกษาตรวจสอบคำตอบหรือไม่ ลองใช้วิธีการอื่นๆ บ้างหรือไม่ และแน่ใจหรือไม่ว่าคำตอบที่หาได้ถูกต้อง

6. ความรู้สึกของนักศึกษาโดยภาพรวมเป็นอย่างไรเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเรื่องนี้

ใบกิจกรรมที่ 1-3

ชื่อนักศึกษา

(Pose problem)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 40 นาที)

จงตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเรื่อง ‘วันหยุดตรงกัน’ ที่นักศึกษาได้แก้มาแล้วในใบกิจกรรมที่ 1-1 ให้เป็นปัญหาที่น่าสนใจ ทำทาย และขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป เพื่อใช้ถามเพื่อน นักศึกษาคนอื่นๆ พร้อมทั้งแก้ปัญหานั้นด้วย

ปัญหาเดิม เรื่อง ‘วันหยุดตรงกัน’



นลินีและชาคริตเริ่มทำงานเป็นพนักงานใหม่ของ บริษัทผลิตหนังสือพิมพ์แห่งหนึ่งพร้อมกัน (เริ่มงานในวันเดียวกัน) โดยนลินีเลือกทำงานแบบทำ 3 วัน หยุด 1 วัน ส่วนชาคริตเลือกทำงานแบบทำ 7 วัน หยุด 3 วัน อยากทราบว่าเมื่อทั้งสองคนทำงานไปได้ครบ 1 ปี (365 วัน) จะมีวันหยุดตรงกันทั้งหมดกี่วัน

ปัญหาใหม่ เรื่อง

ใบกิจกรรมที่ 1-3 (ต่อ)

แก้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้น

ใบกิจกรรมที่ 1-4

ชื่อนักศึกษา

(Student report for problem posing)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 15 นาที)

จากการตั้งปัญหาที่นักศึกษาดำเนินงานใหม่ในใบกิจกรรมที่ 1-3 ให้นักศึกษามองและคิดย้อนกลับไป แล้วตอบคำถามต่างๆ ต่อไปนี้ตามสภาพจริง

1. นักศึกษามีวิธีการตั้งปัญหาอย่างไร

2. ในการตั้งปัญหา นักศึกษาพยายามแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมา ควบคุมไปด้วยกันหรือไม่ อย่างไร

3. เมื่อนักศึกษาแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมาไม่ได้ นักศึกษาทำอะไร มีการปรับปัญหาอีกหรือไม่ อย่างไร

4. ปัญหาที่ตั้งขึ้นมานั้น นักศึกษาคิดว่าเป็นปัญหาที่น่าสนใจ ทำหาย และขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ ออกไปได้อย่างไร

เอกสารเพิ่มเติมท้ายกิจกรรมที่ 1

เฉลยคำตอบและตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาเรื่อง ‘วันหยุดตรงกัน’

ปัญหา ‘วันหยุดตรงกัน’



นลินีและชาคริตเริ่มทำงานเป็นพนักงานใหม่ของ บริษัทผลิตหนังสือพิมพ์แห่งหนึ่งพร้อมกัน (เริ่มงานในวันเดียวกัน) โดยนลินีเลือกทำงานแบบทำ 3 วัน หยุด 1 วัน ส่วนชาคริตเลือกทำงานแบบทำ 7 วัน หยุด 3 วัน อยากทราบว่าเมื่อทั้งสองคนทำงานไปได้ครบ 1 ปี (365 วัน) จะมีวันหยุดตรงกันทั้งหมดกี่วัน

เฉลยคำตอบ 36 วัน

ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหา

นลินีทำ 3 วัน หยุด 1 วัน แต่ชาคริตทำ 7 วัน หยุด 3 วัน ดังนั้นรอบ (วงจร) การทำงานของนลินีคือ 4 วัน และของชาคริต คือ 10 วัน

เนื่องจาก ค.ร.น. ของ 4 และ 10 คือ 20 ดังนั้นทั้งสองคนจึงมีรอบการทำงานด้วยกันคือ 20 วัน

ในช่วง 1 ปี (365 วัน) จะมีรอบการทำงานด้วยกันทั้งหมด 18 รอบ และเหลือเศษ 5 วัน (ได้มาจาก $365 \div 20$ ได้ 18 เหลือเศษ 5)

ในรอบ (วงจร) แรก นลินีหยุดงานในวันที่ 4, 8, 12, 16 และ 20

ในรอบ (วงจร) แรก ชาคริตหยุดงานในวันที่ 8, 9, 10, 18, 19 และ 20

ดังนั้นในรอบแรก ทั้งสองคนมีวันหยุดตรงกัน 2 วัน

นั่นคือในรอบละ 20 วัน ทั้งสองคนมีวันหยุดตรงกัน 2 วัน

ฉะนั้นใน 1 ปี (365 วัน) ทั้งสองคนจะมีวันหยุดตรงกันเท่ากับ $18 \times 2 = 36$ วัน โดยเฉพาะที่เหลืออีก 5 วัน ไม่มีวันไหนที่หยุดตรงกัน เพราะวันแรกของการหยุดตรงกันในแต่ละรอบคือวันที่ 8

แผนการจัดกิจกรรมที่ 2

ชื่อกิจกรรม

เวลา 3 ชั่วโมง

กิจกรรมฐานการแก้ปัญหา

จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาครูได้ฝึกทักษะ/กระบวนการแก้ปัญหา ฝึกการให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา และฝึกการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อให้นักศึกษาครูได้เรียนรู้ลักษณะและเห็นคุณค่าของปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งสามประเภท ได้แก่ ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problem) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problem)
3. เพื่อให้นักศึกษาครูได้ฝึกการให้คะแนนสำหรับการแก้ปัญหา

แนวคิดที่สำคัญ

การทำกิจกรรมการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-Routine problem) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problem) ช่วยดึงดูดความสนใจและท้าทายความสามารถให้อยากคิดแก้ปัญหา การฝึกทักษะและกระบวนการให้เหตุผลช่วยให้ผู้อื่นเชื่อตามที่ตนอธิบายได้ การฝึกทักษะและกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจสาระที่จะถ่ายทอดออกไปได้ อีกทั้งการฝึกการให้คะแนนสำหรับการแก้ปัญหาสามารถช่วยเตรียมความพร้อมในการประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไป

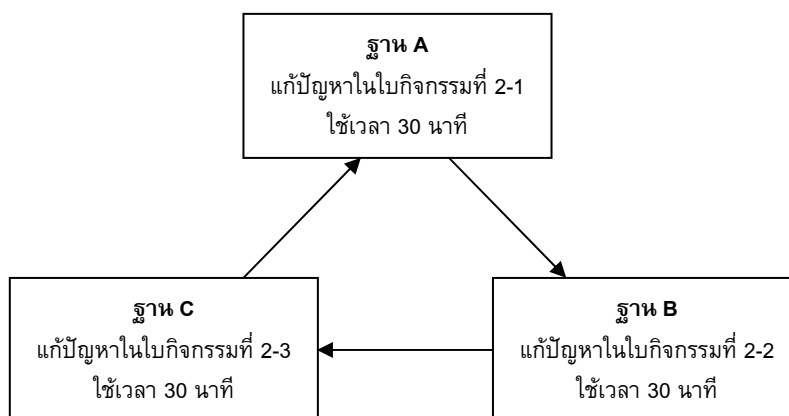
สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 2-1 (Holistic scoring scale for problem solving)
2. ใบกิจกรรมที่ 2-1 (Solve problem A)
3. ใบกิจกรรมที่ 2-2 (Solve problem B)
4. ใบกิจกรรมที่ 2-3 (Solve problem C)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. นักศึกษาครูเรียนรู้เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการแก้ปัญหาจากใบความรู้ที่ 2-1 (ใช้เวลา 10 นาที)
2. แบ่งกลุ่มนักศึกษาครูออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน เพื่อปฏิบัติกิจกรรมฐานการแก้ปัญหาจำนวน 3 ฐาน ดังแผนภาพต่อไปนี้

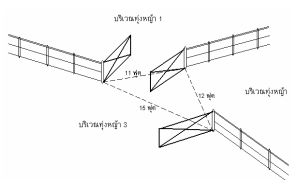
กิจกรรมฐานการแก้ปัญหา



กิจกรรมฐานการแก้ปัญหาเริ่มต้นจากให้นักศึกษาครูกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ประจำฐาน A, B และ C ตามลำดับ แล้วเริ่มปฏิบัติการแก้ปัญหาพร้อมกันในแต่ละฐาน เมื่อหมดเวลา (30 นาที) ให้นักศึกษาครูแต่ละกลุ่มหมุนเวียนปฏิบัติกิจกรรมในฐานอื่นเป็นวงจร (ดังแผนภาพ) จนครบทั้งสามฐาน (ใช้เวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง 30 นาที)

ทั้งนี้ปัญหาในแต่ละฐานเป็นดังนี้

ฐาน A ⇨ ปัญหา ‘ประตูรั้ว’



ลุงสนั่นต้องการหมุนเปลี่ยนการเข้าไปกินหญ้าของฝูงวัวในแต่ละบริเวณทุ่งหญ้าทั้งสามของทุกๆ สัปดาห์ (ดังรูป) เพื่อให้เป็นการประหยัดลุงสนั่นจึงใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ออกแบบประตูรั้วเป็น 3 ประตู โดยเมื่อสองประตูใดๆ หมุนเข้าหากัน ประตูก็จะปิดบริเวณทุ่งหญ้านั้นๆ ได้พอดีโดยที่ไม่มีส่วนใดของประตูซ้อนทับกัน อยากทราบว่าลุงสนั่นจะสร้างประตูรั้วทั้งสามประตูนี้ให้มีความยาวในแต่ละประตูเป็นเท่าไร

ฐาน B ⇨ ปัญหา ‘การบันทึกลงแผ่น CD-R’



นักเรียนห้องหนึ่งไปเที่ยวทัศนศึกษาที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีผู้เฝ้ากล้องถ่ายรูปไปทั้งหมด 15 คน แต่ละคนถ่ายรูปกลับมาซึ่งใช้หน่วยความจำในการเก็บรูปที่แตกต่างกัน (ดังรูป) วสันต์ต้องการเก็บรูปทั้งหมดซึ่งมีอยู่ 15 ไฟล์เดอร์ บันทึกใส่ในแผ่น CD-R ที่มีหน่วยความจำแผ่นละ 700 MB วสันต์ต้องวางแผนให้ดีเพื่อประหยัดในการใช้จำนวนแผ่น CD-R ให้น้อยที่สุด อยากทราบว่า วสันต์สามารถใช้จำนวนแผ่น CD-R น้อยที่สุดกี่แผ่น และแบ่งการบันทึกไฟล์เดอร์ต่างๆ ลงใน CD-R แต่ละแผ่นอย่างไร

ฐาน C ⇨ ปัญหา ‘มุมของเข็มนาฬิกา’



สุนัยหันไปมองนาฬิกาซึ่งขณะนั้นเป็นเวลา 8.16 น. เขานึกสงสัยในทันทีว่ามุมระหว่างเข็มสั้นและเข็มนาฬิกา ณ เวลา 8.16 น. (ที่เป็นมุมป้าน) มีขนาดเป็นกี่องศา นักศึกษาจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หาคำตอบให้สุนัยได้อย่างไร

3. นักศึกษาครูในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาของแต่ละฐานหน้าชั้นเรียน โดยเน้นการให้เหตุผลเพื่อให้ผู้อื่นเชื่อตามที่กลุ่มตนอธิบาย และเน้นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจสาระที่กลุ่มตนถ่ายทอดออกไป ทั้งนี้เมื่อนักศึกษากลุ่มใดนำเสนอผลการแก้ปัญหาของแต่ละฐานใดเสร็จแล้ว ให้กลุ่มอื่นพิจารณาให้คะแนนการแก้ปัญหา (ตามใบความรู้ที่ 2-1) พร้อมทั้งรวมอภิปรายถึงเหตุผลในการให้คะแนนดังกล่าว (ใช้เวลา 70 นาที)

4. นักศึกษาครูร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายถึงลักษณะของปัญหาในแต่ละฐานทั้งสามข้อที่แก้มาแล้ว อภิปรายถึงข้อดีของปัญหาประเภทต่อไปนี้ ได้แก่ ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problem) ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) และปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problem) ที่ช่วยดึงดูดความสนใจและท้าทายความสามารถให้ผู้เรียนอยากคิดแก้ปัญหาได้ (ใช้เวลา 10 นาที)

5. นักศึกษาครูช่วยกันสรุปแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้ เพื่อใช้สำหรับจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) ในการสรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดในกิจกรรมที่ 10 (กิจกรรมสุดท้าย) ต่อไป

การประเมินผล

1. ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมฐานการแก้ปัญหา จากใบกิจกรรมที่ 2-1 ถึงใบกิจกรรมที่ 2-3 พร้อมทั้งสังเกตการนำเสนออย่างเป็นเหตุเป็นผลในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา ตลอดจนสังเกตการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มและจากการออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน

2. สังเกตความเป็นเหตุเป็นผลของการให้คะแนน (ตามใบความรู้ที่ 2-1) สำหรับการแก้ปัญหาของนักศึกษาครู

บันทึกหลังการจัดกิจกรรม

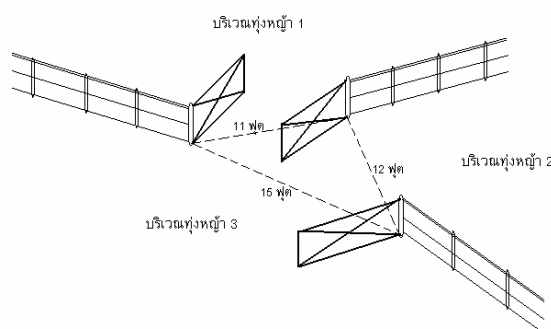
ผลการประเมินกิจกรรมฐานการแก้ปัญหา

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้นักศึกษาครูแต่ละกลุ่ม (3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน) ปฏิบัติกิจกรรมฐานการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2-1 ถึงใบกิจกรรมที่ 2-3 ปรากฏผลดังนี้

สำหรับใบกิจกรรมที่ 2-1 ที่ให้นักศึกษาแก้ปัญหาเรื่อง “ประตูรั้ว” ที่กล่าวว่า

ปัญหา “ประตูรั้ว”

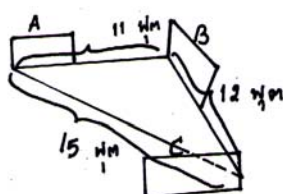
ลุงสนั่นต้องการหมุนเปลี่ยนการเข้าไปกินหญ้าของฝูงวัวในแต่ละบริเวณทุ่งหญ้าทั้งสามของทุกๆ สัปดาห์ (ดังรูป) เพื่อให้เป็นการประหยัดลุงสนั่นจึงใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ออกแบบประตูรั้วเป็น 3 ประตู โดยเมื่อสองประตูใดๆ หมุนเข้าหากัน ประตูก็จะปิดบริเวณทุ่งหญ้านั้นๆ ได้พอดีโดยที่ไม่มีส่วนใดของประตูซ้อนทับกัน



อยากทราบว่าลุงสนั่นจะสร้างประตูรั้วทั้งสามประตูนี้ให้มีความยาวในแต่ละประตูเป็นเท่าไร

พบว่า นักศึกษา 2 กลุ่มใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาโดยสร้างระบบสมการเชิงเส้นสามตัวแปร ส่วนนักศึกษาอีก 1 กลุ่มใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ โดยแสดงตัวอย่างการแก้ปัญหาดังภาพประกอบ ๑ และภาพประกอบ ๒ ต่อไปนี้

กำหนดให้ A, B, C แทนความยาวของประตูแต่ละด้านดังรูป.



จากโจทย์ เมื่อสองประตูใดๆ หมุนเข้าหากัน ประตูก็จะปิดบริเวณทุ่งหญ้านั้นๆ ได้พอดี

จะได้สมการดังนี้

$$\begin{aligned} A + B &= 11 & \text{--- ①} \\ B + C &= 12 & \text{--- ②} \\ A + C &= 15 & \text{--- ③} \end{aligned}$$

③ - ① ; $C - A = 4$ --- ④

④ + ② ; $2C = 16$
 $C = 8$

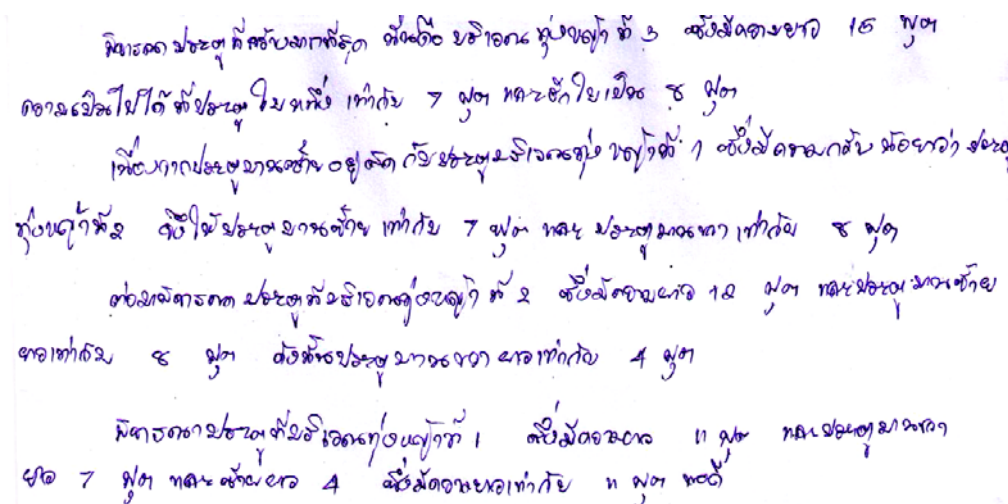
แทนค่า C ใน ② $B + 8 = 12$
 $B = 12 - 8 = 4$

ดังนั้น A มีความยาว 7 ฟุต
 B มีความยาว 4 ฟุต
 C มีความยาว 8 ฟุต

ดังนั้นลุงสนั่นจะสร้างประตูทั้ง 3 ประตู
 1. มีความยาวแต่ละประตูเป็น 7 ฟุต
 4 ฟุต และ 8 ฟุต. ตอบ

ภาพประกอบ ๑ ตัวอย่างการแก้ปัญหาเรื่องประตูรั้ว โดยใช้ยุทธวิธีสร้างระบบสมการเชิงเส้นสามตัวแปร

จากภาพประกอบ ๑ จะเห็นว่านักศึกษาในกลุ่มนี้ทำการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีสร้างระบบ
สมการเชิงเส้นสามตัวแปร และวาดภาพประกอบการแสดงแนวคิด ซึ่งดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธี
ที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบของปัญหาถูกต้อง สมบูรณ์ ดังนั้นจึงได้คะแนน
การแก้ปัญหาอยู่ในระดับ 5: ยอดเยี่ยม



ภาพประกอบ ๒ ตัวอย่างการแก้ปัญหาเรื่องประตูรั้ว โดยใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ

จากภาพประกอบ ๒ จะเห็นว่านักศึกษาในกลุ่มนี้ทำการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ
ใช้การเขียนบรรยายแสดงแนวคิดอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่เหมาะสม
แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบของปัญหาถูกต้อง สมบูรณ์ ดังนั้นจึงได้คะแนนการแก้ปัญหา
อยู่ในระดับ 5: ยอดเยี่ยม

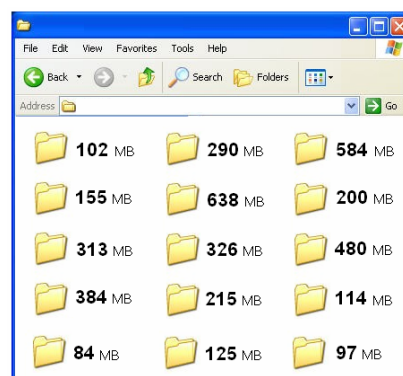
สำหรับใบกิจกรรมที่ 2-2 ที่ให้นักศึกษาแก้ปัญหาเรื่อง “การบันทึกลงแผ่น CD-R” ที่กล่าวว่า

ปัญหา ‘การบันทึกลงแผ่น CD-R’

นักเรียนห้องหนึ่งไปเที่ยวทัศนศึกษาที่จังหวัด
เชียงใหม่ โดยมีผู้เฝ้ากล้องถ่ายรูปไปทั้งหมด 15 คน แต่
ละคนถ่ายรูปกลับมาซึ่งใช้หน่วยความจำในการเก็บรูปที่
แตกต่างกัน (ดังรูป)

วสันต์ต้องการเก็บรูปทั้งหมดซึ่งมีอยู่ 15 โฟลเดอร์
บันทึกใส่ในแผ่น CD-R ที่มีหน่วยความจำแผ่นละ 700 MB
วสันต์ต้องวางแผนให้ดีเพื่อประหยัดในการใช้จำนวนแผ่น
CD-R ให้น้อยที่สุด

อยากทราบว่า วสันต์สามารถใช้จำนวนแผ่น CD-R น้อยที่สุดกี่แผ่น
และแบ่งการบันทึกโฟลเดอร์ต่างๆ ลงใน CD-R แต่ละแผ่นอย่างไร



พบว่า นักศึกษา 2 กลุ่มใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาโดยเรียงและจัดข้อมูลอย่างเป็นระบบรวมทั้งให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล ส่วนนักศึกษาอีก 1 กลุ่มใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ โดยแสดงตัวอย่างการแก้ปัญหาดังภาพประกอบ ๓ และภาพประกอบ ๔ ต่อไปนี้

638 เปรียบจากโฟลเดอร์ที่มีขนาดพื้นที่เป็น 638 MB. ไม่สามารถรวมกัน
 584 โฟลเดอร์อื่นได้ จึงได้รวบรวมพื้นที่ 1 แผ่น
 480 ขัดกรณีการหาโฟลเดอร์ที่มีความจุ เรียงจากมากไปน้อยดังนี้.
 384
 326
 313 $700 - 584 = 116$ โฟลเดอร์ที่มีค่าใกล้เคียงกับ 116 คือ 114 $\therefore$ แผ่นที่ 2 จะมีพื้นที่ 114 MB.
 290 $584 + 114 = 698$ MB.
 215 $700 - 480 = 220$ โฟลเดอร์ที่มีค่าใกล้เคียงกับ 220 คือ 215
 200 $\therefore$ แผ่นที่ 3 จะมีพื้นที่ 215 MB.
 155 $480 + 215 = 695$ MB
 125 $700 - 384 = 316$ โฟลเดอร์ที่มีค่าใกล้เคียงกับ 316 คือ 313
 114 $\therefore$ แผ่นที่ 4 จะมีพื้นที่ 313 MB.
 102 $384 + 313 = 697$ MB
 97 $700 - 326 = 374$ โฟลเดอร์ที่มีค่าใกล้เคียงกับ 374 คือ 370 + 4
 84 $\therefore$ แผ่นที่ 5 จะมีพื้นที่ 374 MB.
 แผ่นที่ 6. จากเนื้อโฟลเดอร์ที่มีพื้นที่รวมกันดังนี้ $800 + 155 + 125 + 102 + 97 = 679$ MB.
 $\therefore$ จงใช้จำนวนแผ่น CD-R ที่น้อยที่สุดเท่ากับ 6 แผ่น. หลีกเลี่ยงการบันทึกโฟลเดอร์ต่าง ๆ ลงใน
 CD-R จากจำนวน.

ภาพประกอบ ๓ ตัวอย่างการแก้ปัญหาเรื่องการบันทึกลงแผ่น CD-R โดยใช้ยุทธวิธีเรียงและจัดข้อมูลอย่างเป็นระบบรวมทั้งให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล

จากภาพประกอบ ๓ จะเห็นว่านักศึกษากลุ่มนี้ทำการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีเรียงและจัดข้อมูลอย่างเป็นระบบรวมทั้งให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล กล่าวคือ ได้ทำการเรียงข้อมูลจากมากไปหาน้อย และพิจารณาจัดแบ่งข้อมูลตามลำดับจากมากไปหาน้อยโดยได้คำนวณ ตรวจสอบ และให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งถือว่าได้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบของปัญหาถูกต้อง สมบูรณ์ ดังนั้นจึงได้คะแนนการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ 5: ยอดเยี่ยม

เพื่อหาผลรวมของข้อมูล 15 ไฟล์คือ 3910 MB สามารถนำข้อมูลไปใส่ใน CD-R ที่มี
 ความจุ 700 MB ได้กี่แผ่นจึงพอ $\frac{3910}{700} = 5.58 \approx 6$ แผ่น (ตัดทิ้งไว้)
 ข้อคิดเรื่องข้อนี้

แผ่นที่ 1	638	= 638 MB
1 → 2	584 + 114	= 698 MB
1 → 3	480 + 215	= 695 MB
1 → 4	384 + 313	= 697 MB
4 → 5	386 + 200 + 155	= 681 MB
1 → 6	290 + 125 + 102 + 97 + 84	= 698 MB

ข้อนี้ถ้าคิดรวมแล้วจะได้ 6 แผ่นในกรณีนี้ถ้าคิด *

ภาพประกอบ ๔ ตัวอย่างการแก้ปัญหาเรื่องการบันทึกลงแผ่น CD-R โดยใช้ยุทธวิธี
 เดาและตรวจสอบ

จากภาพประกอบ ๔ จะเห็นว่านักศึกษากลุ่มนี้ทำการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ โดยได้วิเคราะห์จำนวนแผ่นที่น้อยที่สุดที่จะเป็นไปได้ก่อนจากการหาค่าเฉลี่ย แต่ทั้งนี้มีการคำนวณที่ผิดพลาดบางส่วน กล่าวคือ ผลบวกของหน่วยความจำทั้งหมดที่ถูกต้องเท่ากับ 4,107 MB ซึ่งนักศึกษาคำนวณผิดพลาดเป็น 3,910 MB แต่ความผิดพลาดไม่ได้ส่งผลต่อคำตอบ จากนั้นนักศึกษาก็ใช้วิธีการสุ่มข้อมูลบางจำนวนมาคำนวณโดยใช้การบวก ตรวจสอบ และปรับเปลี่ยนข้อมูลไปเรื่อยๆ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่การเขียนนำเสนอการแก้ปัญหายังขาดรายละเอียด ดังนั้นจึงได้คะแนนการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ 4: มาก

สำหรับใบกิจกรรมที่ 2-3 ที่ให้นักศึกษาแก้ปัญหาเรื่อง “มุมของเข็มนาฬิกา” ที่กล่าวว่า

ปัญหา ‘มุมของเข็มนาฬิกา’

สุนัยหันไปมองนาฬิกาซึ่งขณะนั้นเป็นเวลา 8.16 น. เขานึกสงสัยในทันทีว่ามุมระหว่างเข็มสั้นและเข็มนาฬิกา ณ เวลา 8.16 น. (ที่เป็นมุมป้าน) มีขนาดเป็นกี่องศา นักศึกษาจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์หาคำตอบให้สุนัยได้อย่างไร



พบว่า นักศึกษาทั้งสามกลุ่มใช้ยุทธวิธีที่เหมือนกันในการแก้ปัญหา โดยสร้างสมการและใช้ความรู้เรื่องเวลา อัตราส่วน และการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ โดยแสดงตัวอย่างการแก้ปัญหาดังภาพประกอบ ๕ ต่อไปนี้

ใบความรู้ที่ 2-1

(Holistic scoring scale for problem solving)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการแก้ปัญหา

5 ยอดเยี่ยม	ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบของปัญหาถูกต้อง สมบูรณ์
4 มาก	- ดำเนินการตามยุทธวิธีแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไปโดยเงื่อนไขบางอย่างของปัญหา หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม หาคำตอบถูกต้อง แต่ดำเนินการตามยุทธวิธีได้ไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา
3 ปานกลาง	- ใช้ยุทธวิธีไม่เหมาะสมและได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือ - ใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือ - ใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบของปัญหาบ่อยๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนด แต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา
2 น้อย	- แสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหาบางประการ และมีแนวทางที่จะไม่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - พยายามแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่ไม่เหมาะสมเพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหายุทธวิธีอื่น หรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่จะหาเป้าหมายย่อยๆ ของปัญหา แต่ไม่ดำเนินการต่อ
1 น้อยมาก หรือไม่พยายาม	ไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา คัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

ที่มา: ปรับจากเกณฑ์ของปริชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์* โดยการใช้การแก้ปัญหาลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. หน้า 311.

ใบกิจกรรมที่ 2-1

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

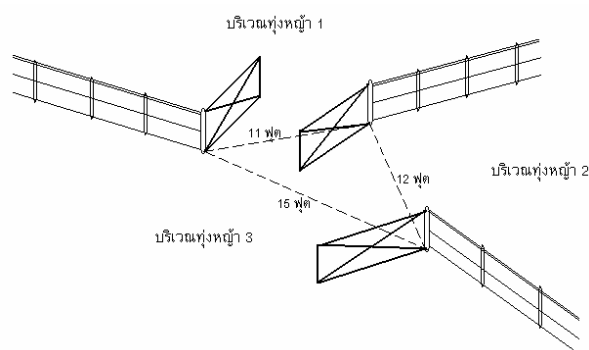
(Solve problem A)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 30 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง ‘ประตูรั้ว’ (Problem A) โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดอย่างละเอียด

ปัญหา ‘ประตูรั้ว’

ลุงสนั่นต้องการหมุนเปลี่ยนการเข้าไป
กินหญ้าของฝูงวัวในแต่ละบริเวณทุ่งหญ้าทั้งสาม
ของทุกๆ สัปดาห์ (ดังรูป) เพื่อให้เป็นการประหยัด
ลุงสนั่นจึงใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ออกแบบประตู
รั้วเป็น 3 ประตู โดยเมื่อสองประตูใดๆ หมุนเข้าหา
กัน ประตูก็จะปิดบริเวณทุ่งหญ้านั้นๆ ได้พอดีโดย
ที่ไม่มีส่วนใดของประตูซ้อนทับกัน



อยากทราบว่าลุงสนั่นจะสร้างประตูรั้วทั้งสามประตูนี้ให้มีความยาวในแต่ละประตูเป็นเท่าไร

วิธีคิดอย่างละเอียด

ใบกิจกรรมที่ 2-2

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

(Solve problem B)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 30 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง ‘การบันทึกลงแผ่น CD-R’ (Problem B) โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดอย่างละเอียด

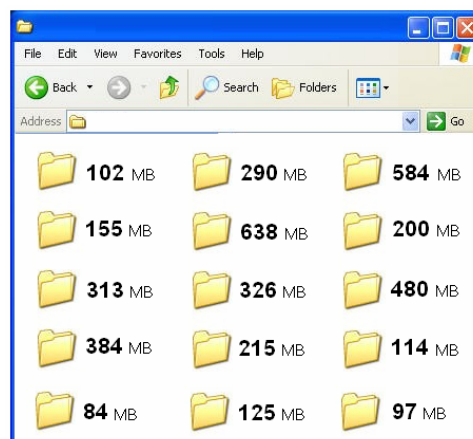
ปัญหา ‘การบันทึกลงแผ่น CD-R’

นักเรียนห้องหนึ่งไปเที่ยวทัศนศึกษาที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีผู้เฝ้ากล้องถ่ายรูปไปทั้งหมด 15 คน แต่ละคนถ่ายรูปกลับมาซึ่งใช้หน่วยความจำในการเก็บรูปที่แตกต่างกัน (ดังรูป)

วสันต์ต้องการเก็บรูปทั้งหมดซึ่งมีอยู่ 15 โฟลเดอร์บันทึกใส่ในแผ่น CD-R ที่มีหน่วยความจำแผ่นละ 700 MB วสันต์ต้องวางแผนให้ดีเพื่อประหยัดในการใช้จำนวนแผ่น CD-R ให้น้อยที่สุด

อยากทราบว่า วสันต์สามารถใช้จำนวนแผ่น CD-R น้อยที่สุดกี่แผ่น และแบ่งการบันทึกโฟลเดอร์ต่างๆ ลงใน CD-R แต่ละแผ่นอย่างไร

วิธีคิดอย่างละเอียด



ใบกิจกรรมที่ 2-3

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

(Solve problem C)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 30 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง ‘มุมของเข็มนาฬิกา’ (Problem C) โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดอย่างละเอียด

ปัญหา ‘มุมของเข็มนาฬิกา’

สุนัขหันไปมองนาฬิกาซึ่งขณะนั้นเป็นเวลา 8.16 น. เขานึกสงสัยในทันทีว่ามุมระหว่างเข็มสั้นและเข็มายาวของนาฬิกา ณ เวลา 8.16 น. (ที่เป็นมุมป้าน) มีขนาดเป็นกี่องศา นักศึกษาจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์หาคำตอบให้สุนัขได้อย่างไร

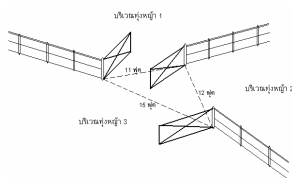


วิธีคิดอย่างละเอียด

เอกสารเพิ่มเติมท้ายกิจกรรมที่ 2

เฉลยคำตอบและตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาในกิจกรรมฐานการแก้ปัญหา

1. ฐาน A ⇨ ปัญหา ‘ประตูรั้ว’ (Problem A)



ลุงสนั่นต้องการหมุนเปลี่ยนการเข้าไปกินหญ้าของฝูงวัวในแต่ละบริเวณทุ่งหญ้าทั้งสามของทุกๆ สัปดาห์ (ดังรูป) เพื่อให้เป็นการประหยัดลุงสนั่นจึงใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ออกแบบประตูรั้วเป็น 3 ประตู โดยเมื่อสองประตูใดๆ หมุนเข้าหากัน ประตูก็จะปิดบริเวณทุ่งหญ้านั้นๆ ได้พอดีโดยที่ไม่มีส่วนใดของประตูซ้อนทับกัน อยากทราบว่าลุงสนั่นจะสร้างประตูรั้วทั้งสามประตูนี้ให้มีความยาวในแต่ละประตูเป็นเท่าไร

เฉลยคำตอบ ประตู A, B และ C ยาว 7, 4 และ 8 ฟุต

ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหา

เราอาจใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบได้

เรารู้แล้วว่า $A + B = 11$, $B + C = 12$ และ $C + A = 15$

สมมติให้ $A = 5$

$$A = 5 \rightarrow B = 6 \rightarrow C = 6 \text{ แต่ } C + A = 11 \neq 15$$

สมมติให้ $A = 6$

$$A = 6 \rightarrow B = 5 \rightarrow C = 7 \text{ แต่ } C + A = 13 \neq 15$$

สมมติให้ $A = 7$

$$A = 7 \rightarrow B = 4 \rightarrow C = 8 \text{ แต่ } C + A = 15 \text{ พอดี}$$

ดังนั้น ประตู A ยาว 7 ฟุต ประตู B ยาว 4 ฟุต และประตู C ยาว 8 ฟุต

หรือเราอาจใช้วิธีการแก้ระบบสมการก็ได้ ดังนี้

$$A + B = 11 \quad \text{①}$$

$$B + C = 12 \quad \text{②}$$

$$C + A = 15 \quad \text{③}$$

$$\text{สมการ ②} - \text{①}; \quad C - A = 1 \quad \text{④}$$

$$\text{สมการ ④} + \text{③}; \quad 2C = 16 \quad \text{⑤}$$

$$\text{ดังนั้น } C = 8$$

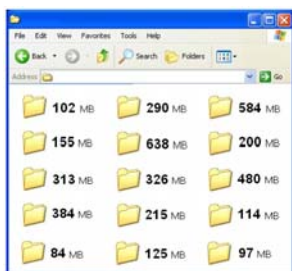
$$B = 4$$

$$A = 7$$

วิเคราะห์ประเภทของปัญหา ‘ประตูรั้ว’

- 1) เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problem)
- 2) ไม่เป็นปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem)
- 3) เป็นปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problem)

2. ฐาน B ➡ ปัญหา ‘การบันทึกลงแผ่น CD-R’ (Problem B)



นักเรียนห้องหนึ่งไปเที่ยวทัศนศึกษาที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีผู้เฝ้ากล้องถ่ายรูปไปทั้งหมด 15 คน แต่ละคนถ่ายรูปกลับมาซึ่งใช้หน่วยความจำในการเก็บรูปที่แตกต่างกัน (ดังรูป) วสันต์ต้องการเก็บรูปทั้งหมดซึ่งมีอยู่ 15 ไฟลเดอร์ บันทึกใส่ในแผ่น CD-R ที่มีหน่วยความจำแผ่นละ 700 MB วสันต์ต้องวางแผนให้ดีเพื่อประหยัดในการใช้จำนวนแผ่น CD-R ให้น้อยที่สุด อยากทราบว่า วสันต์สามารถใช้จำนวนแผ่น CD-R น้อยที่สุดกี่แผ่น และแบ่งการบันทึกไฟลเดอร์ต่างๆ ลงใน CD-R แต่ละแผ่นอย่างไร

เฉลยคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา

จำนวนแผ่น CD-R น้อยที่สุด คือ 6 แผ่น แต่มีวิธีการแบ่งการบันทึกไฟลเดอร์ต่างๆ ลงใน CD-R หลายวิธี โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบคาดการณ์แล้วตรวจสอบคำตอบ ในที่นี้ขอเสนอตัวอย่างของคำตอบสัก 2 ตัวอย่าง ต่อไปนี้

ตัวอย่างคำตอบแบบที่ 1

แผ่นที่ 1	$384 + 313 = 697$ MB
แผ่นที่ 2	$215 + 326 + 155 = 696$ MB
แผ่นที่ 3	$584 + 102 = 686$ MB
แผ่นที่ 4	$84 + 125 + 290 + 200 = 699$ MB
แผ่นที่ 5	638 MB
แผ่นที่ 6	$97 + 114 + 480 = 691$ MB

ตัวอย่างคำตอบแบบที่ 2

แผ่นที่ 1	$584 + 114 = 698$ MB
แผ่นที่ 2	$480 + 215 = 695$ MB
แผ่นที่ 3	$97 + 102 + 200 + 290 = 689$ MB
แผ่นที่ 4	$384 + 313 = 697$ MB
แผ่นที่ 5	638 MB
แผ่นที่ 6	$155 + 326 + 84 + 125 = 690$ MB

วิเคราะห์ประเภทของปัญหา ‘การบันทึกลงแผ่น CD-R’

- 1) เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problem)
- 2) เป็นปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem)
- 3) เป็นปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problem)

3. ฐาน C ⇨ ปัญหา ‘มุมของเข็มนาฬิกา’ (Problem C)



สุนัยหันไปมองนาฬิกาซึ่งขณะนั้นเป็นเวลา 8.16 น. เขานึกสงสัยในทันทีว่ามุมระหว่างเข็มสั้นและเข็มายาวของนาฬิกา ณ เวลา 8.16 น. (ที่เป็นมุมป้าน) มีขนาดเป็นกี่องศา นักศึกษาจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หาคำตอบให้สุนัยได้อย่างไร

เฉลยคำตอบ 152°

ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหา

ขณะเวลา 8.16 น. เข็มายาวเดินไปได้ $16/60$ ของรอบวงกลม

คิดเป็นองศาได้ $(16/60) \cdot 360^\circ = 96^\circ$

ทั้งนี้เข็มสั้นต้องอยู่ระหว่างตัวเลข 8 และ 9 ซึ่งองศาระหว่าง

ตัวเลข 8 และ 9 คือ $(1/12) \cdot 360^\circ = 30^\circ$

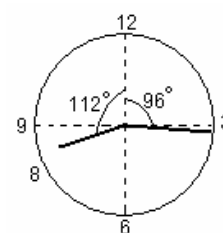
ดังนั้นเข็มสั้นเดินจากตัวเลข 8 ไป ณ ตำแหน่งเวลา 8.16 น.

เป็นขนาดของมุมเท่ากับ $(16/60) \cdot 30^\circ = 8^\circ$

จะได้มุมระหว่างตำแหน่งเข็มสั้นเวลา 8.16 น. จนถึงตัวเลข 9 เท่ากับ $30^\circ - 8^\circ = 22^\circ$

จะได้มุมระหว่างตำแหน่งเข็มสั้นเวลา 8.16 น. จนถึงตัวเลข 12 เท่ากับ $90^\circ + 22^\circ = 112^\circ$

ดังนั้นขนาดของมุมระหว่างเข็มสั้นและเข็มายาวของนาฬิกา ณ เวลา 8.16 น. (เอาที่เป็นมุมป้าน) จึงคำนวณได้จาก $360^\circ - 96^\circ - 112^\circ = 152^\circ$



วิเคราะห์ประเภทของปัญหา ‘มุมของเข็มนาฬิกา’

- 1) เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problem)
- 2) ไม่เป็นปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem)
- 3) เป็นปัญหาในชีวิตจริง (Real-world problem)

แผนการจัดกิจกรรมที่ 3

ชื่อกิจกรรม

เวลา 3 ชั่วโมง

กิจกรรมเรียนรู้เทคนิคการตั้งปัญหา

จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาครูได้เรียนรู้เทคนิคการตั้งปัญหาอย่างหลากหลาย
2. เพื่อให้นักศึกษาครูได้ฝึกการให้คะแนนสำหรับการตั้งปัญหา

แนวคิดที่สำคัญ

การตั้งปัญหามี 2 แนวทางหลัก คือ

- 1) การตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว โดยใช้เทคนิคต่างๆ

ได้แก่

- 1.1) เทคนิคการปรับเปลี่ยนมุมมองหรือเงื่อนไขของปัญหาเดิม
- 1.2) เทคนิคการตัดหรือเพิ่มเติมเงื่อนไขบางประการของปัญหาเดิม
- 1.3) เทคนิคการสลับตำแหน่งระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาของปัญหาเดิม

ทั้งนี้เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่สร้างขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป เพื่อให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาที่คุ้นเคยกลายเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย หรือเพื่อให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาปลายปิดกลายเป็นปัญหาปลายเปิด

- 2) การตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยสถานการณ์ที่กำหนดให้

อาจนำมาจากบทความในหนังสือพิมพ์ โฆษณาในนิตยสาร ข้อมูลบันทึกที่สุดของโลก ปฏิทิน แผ่นพับที่เสนอสินค้าตามห้างสรรพสินค้าต่างๆ เป็นต้น เพื่อให้ได้ปัญหาที่น่าสนใจ ทำทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์

การฝึกการให้คะแนนสำหรับการตั้งปัญหาสามารถช่วยเตรียมความพร้อมในการประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไป

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 3-1 (Techniques for problem posing)
2. ใบความรู้ที่ 3-2 (Holistic scoring scale for problem posing)
3. ใบกิจกรรมที่ 3-1 (Pose problem from problem A)
4. ใบกิจกรรมที่ 3-2 (Pose problem from problem B)
5. ใบกิจกรรมที่ 3-3 (Pose problem from problem C)
6. ใบกิจกรรมที่ 3-4 (Pose problem from situation)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. นักศึกษาครูเรียนรู้เทคนิคการตั้งปัญหาจากใบความรู้ที่ 3-1 โดยให้นักศึกษาได้อภิปรายและลองฝึกคิดแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นในแต่ละตัวอย่าง แล้วแสดงความคิดเห็นว่าปัญหาที่สร้างขึ้นด้วยเทคนิคการตั้งปัญหาแบบต่างๆ นั้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไปอย่างไร ได้ทำให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาที่คุ้นเคยกลายเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยอย่างไร ได้ทำให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาปลายปิดกลายเป็นปัญหาปลายเปิดอย่างไร และปัญหาที่สร้างขึ้นใหม่นั้นน่าสนใจ ทำท่าย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์อย่างไร (ใช้เวลา 30 นาที)

2. นักศึกษาครูเรียนรู้เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการตั้งปัญหาจากใบความรู้ที่ 3-2 (ใช้เวลา 10 นาที)

3. แบ่งกลุ่มนักศึกษาครูออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน เพื่อปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 3-1 ถึงใบกิจกรรมที่ 3-3 โดยให้

- นักศึกษาครูกลุ่มที่ 1 ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 3-1
- นักศึกษาครูกลุ่มที่ 2 ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 3-2
- นักศึกษาครูกลุ่มที่ 3 ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 3-3

ซึ่งนักศึกษาในแต่ละกลุ่มต้องตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว (เป็นปัญหาที่อยู่ในแผนการจัดกิจกรรมที่ 2 ที่ได้ทำผ่านมาแล้ว) เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่สร้างขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป หรือเพื่อให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาปลายปิดกลายเป็นปัญหาปลายเปิด พร้อมทั้งแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นมานั้นด้วยกลุ่มละ 1 ปัญหา (ใช้เวลา 40 นาที)

4. นักศึกษาครูในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการตั้งปัญหาลงหน้าชั้นเรียน นักศึกษาคนอื่นๆ ร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นว่าการตั้งปัญหาของเพื่อนกลุ่มนั้นๆ ได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไปหรือไม่อย่างไร ได้ทำให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาปลายปิดกลายเป็นปัญหาปลายเปิดหรือไม่อย่างไร โดยให้เสนอการตั้งปัญหาเพิ่มเติมจากนักศึกษาในกลุ่มที่ออกมานำเสนอได้ นอกจากนี้ให้เพื่อนนักศึกษากลุ่มอื่นพิจารณาให้คะแนนการตั้งปัญหา (ตามใบความรู้ที่ 3-2) พร้อมทั้งร่วมอภิปรายถึงเหตุผลในการให้คะแนนดังกล่าว (ใช้เวลา 30 นาที)

5. นักศึกษาครู 3 กลุ่มเดิมปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 3-4 โดยให้ตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มา 1 ปัญหา เพื่อให้ได้ปัญหาที่น่าสนใจ ทำท่าย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นมานั้นด้วยโดยสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นข้อมูลแผนผังเส้นทางและประเภทบัตรโดยสารรถไฟฟ้า (ใช้เวลา 40 นาที)

6. นักศึกษาครูในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการตั้งปัญหาหน้าชั้นเรียน นักศึกษาคนอื่นๆ ร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นว่าการตั้งปัญหาของเพื่อนกลุ่มนั้นๆ เป็นปัญหาที่น่าสนใจ ทำทาส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์หรือไม่อย่างไร นอกจากนี้ให้เพื่อนนักศึกษากลุ่มอื่นพิจารณาให้คะแนนการตั้งปัญหา (ตามใบความรู้ที่ 3-2) พร้อมทั้งร่วมอภิปรายถึงเหตุผลในการให้คะแนนดังกล่าว (ใช้เวลา 30 นาที)

7. นักศึกษาครูช่วยกันสรุปแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้ เพื่อใช้สำหรับจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) ในการสรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดในกิจกรรมที่ 10 (กิจกรรมสุดท้าย) ต่อไป

การประเมินผล

1. ประเมินผลการตั้งปัญหา จากใบกิจกรรมที่ 3-1 ถึงใบกิจกรรมที่ 3-4 โดยพิจารณาว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นนั้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไปหรือไม่อย่างไร ได้ทำให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาลายปิดกลายเป็นปัญหาลายเปิดหรือไม่อย่างไร และปัญหาที่ตั้งขึ้นใหม่นั้นน่าสนใจ ทำทาส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์หรือไม่อย่างไร

2. สังเกตความเป็นเหตุเป็นผลของการให้คะแนน (ตามใบความรู้ที่ 3-2) สำหรับการตั้งปัญหาของนักศึกษาครู

บันทึกหลังการจัดกิจกรรม

ผลการประเมินการตั้งปัญหา

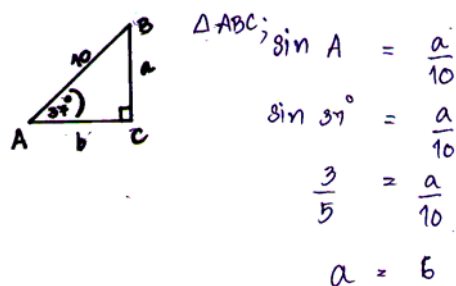
การวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้นักศึกษาคูรายกลุ่ม (3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน) ปฏิบัติกิจกรรมการตั้งปัญหาในใบกิจกรรมที่ 3-1 ถึงใบกิจกรรมที่ 3-3 โดยนักศึกษากลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 3-1 ใบกิจกรรมที่ 3-2 และใบกิจกรรมที่ 3-3 ตามลำดับ ประการผลดังนี้

สำหรับใบกิจกรรมที่ 3-1 ที่ให้นักศึกษาตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วเรื่อง “ประตูรั้ว” พบว่า นักศึกษาตั้งปัญหาใหม่ดังภาพประกอบ ๖ และแก้ปัญหาคู่ใหม่ที่ตั้งขึ้นดังภาพประกอบ ๗ ต่อไปนี้

ปัญหาใหม่เรื่อง ประตูเปิด

ลุงแดงต้องการหมุนเปลี่ยนการเปิดประตูรั้วของฟาร์มวัว
แต่ลานบริเวณทุ่งหญ้าห้วยสามของลุงแดง สันตก เพื่อให้น้ำ
ตกประตูรั้ว ลุงแดงจึงได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์คือแบบประตู
รั้วมี 3 ประตู โดยเมื่อสองประตูโดย หมุนเข้าหน้า
ประตูรั้วเปิดบริเวณทุ่งหญ้าห้วยสามได้พอดีโดยที่ไม้ส่วนใดของ
ประตูรั้วไม่ติดกัน โดยที่ไม้ประตูบานหนึ่งหมุนได้ 90° และอีกบานหนึ่ง
หมุนได้ 30° ถ้าระยะห่างระหว่างประตูสองประตูที่ห่างที่สุดยาว
10 เมตร อยากรู้ว่า ลุงแดงจากสร้างประตู ห้วยสามประตูนี้ให้
ตามยาวในแต่ละประตูเป็นเท่าไร (กำหนดให้ $\cos 30^\circ = \frac{4}{5}$)

ภาพประกอบ ๖ การตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วเรื่องประตูรั้ว



จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

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

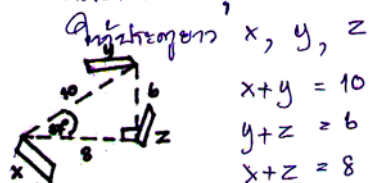
$$10^2 = 6^2 + b^2$$

$$\therefore b^2 = 10^2 - 6^2 = 64$$

$$\therefore b = \sqrt{64} = 8$$

ดังนั้น ด้านแต่ละด้านยาว 6, 8 และ 10 เมตรตามลำดับ

หากถามหาอัตราส่วน



$$x + y = 10$$

$$y + z = 6$$

$$x + z = 8$$

$$\therefore x = 6, y = 4, z = 2$$

ภาพประกอบ ๗ การแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นโดยการปรับจากปัญหาเดิมเรื่องประตูรั้ว

จากภาพประกอบ ๖ และภาพประกอบ ๗ จะเห็นว่านักศึกษาได้ปรับเปลี่ยนเงื่อนไขของปัญหาเดิม โดยจำกัดองศาแห่งการหมุนของประตูรั้วสองประตูใดๆ เป็น 90° และ 37° นั่นคือผู้แก้ปัญหาต้องวิเคราะห์ว่ารูปสามเหลี่ยมที่ได้ต้องเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก นอกจากนี้โจทย์ได้กำหนดให้ระยะห่างระหว่างประตูสองประตูที่ห่างที่สุดยาว 10 เมตร นั่นคือผู้แก้ปัญหามองว่าด้านตรงข้ามมุมฉากต้องยาว 10 เมตรเพราะเป็นด้านที่ยาวที่สุด ทั้งนี้การแก้ปัญหานอกจากต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสามตัวแปรที่ได้ใช้กับปัญหาเดิมแล้ว ยังต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องตรีโกณมิติและทฤษฎีบทพีทาโกรัสซึ่งเป็นความรู้ที่ขยายออกไปจากปัญหาเดิมอีกด้วย โดยถือได้ว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นมีความซับซ้อนระดับกลาง (Moderate complexity) เนื่องจากใช้วิธีการที่มากกว่าที่เคยทำมาหรือต้องใช้วิธีการแบบหลายขั้นตอน แต่ยังไม่ถึงระดับที่ต้องใช้การคิดอย่างเป็นนามธรรมที่ลึกซึ้งมากนัก และยังไม่ถึงระดับที่ต้องใช้การวางแผน การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง ดังนั้นจึงได้คะแนนการตั้งปัญหาอยู่ในระดับ 4: มาก

สำหรับใบกิจกรรมที่ 3-2 ที่ให้นักศึกษาตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว เรื่อง “การบันทึกลงแผ่น CD-R” พบว่า นักศึกษาตั้งปัญหาใหม่ดังภาพประกอบ ๘ และแก้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นดังภาพประกอบ ๙ ต่อไปนี้

ปัญหาใหม่เรื่อง การเดินทาง

บริษัทเดินเรือแห่งหนึ่ง มีเรือทั้งหมด 6 ลำ ซึ่งเรือแต่ละลำสามารถบรรทุกผู้โดยสารได้ 700 คน กำหนดการหาพนักงานที่เรือทั้งหมด 15 ประเทศ จากท่าเรือไปยังท่าเรือ ดังนี้

ไทย 102 คน	สิงคโปร์ 290 คน	อังกฤษ 584 คน
เกาหลี 155 คน	มาเลเซีย 638 คน	อิตาลี 200 คน
ญี่ปุ่น 313 คน	U.S.A 326 คน	ฝรั่งเศส 480 คน
จีน 384 คน	แคนาดา 215 คน	เยอรมนี 114 คน
เวียดนาม 84 คน	ออสเตรเลีย 125 คน	บราซิล 97 คน

โดยพนักงานที่เรือจะต้องมีอัตราค่าโดยสารคนละ 150 บาท และพนักงานที่เรือประเทศเดียวกันจะต้องอยู่ในเรือลำเดียวกัน ซึ่งการเดินทางตรงหนึ่งๆ เรือแต่ละลำจะเสียค่าใช้จ่าย 100,000 บาท อยากทราบว่าบริษัทเรือประเทศใดเดินทางร่วมกันบ้าง และเรือแต่ละลำจะได้กำไรหรือขาดทุนเท่าไร

ภาพประกอบ ๘ การตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วเรื่อง การบันทึกลงแผ่น CD-R

จากโจทย์กำหนดว่ามีเรืออยู่ 6 ลำ ซึ่งเรือแต่ละลำสามารถบรรทุกผู้โดยสารได้ 700 คน และพนักงานที่เรือประเทศเดียวกันจะต้องอยู่ในเรือลำเดียวกัน เพราะฉะนั้นจึงสามารถหาพนักงานที่เรือที่เดินทางร่วมกันได้ ดังนี้

เรือลำที่ 1

$$U.S.A, \text{ สิงคโปร์, เวียดนาม} \Rightarrow 326 + 290 + 84 = 700$$

เรือลำที่ 2

$$\text{อังกฤษ, เยอรมนี} \Rightarrow 584 + 114 = 698$$

เรือลำที่ 3

$$\text{ญี่ปุ่น, จีน} \Rightarrow 313 + 384 = 697$$

เรือลำที่ 4

$$\text{ฝรั่งเศส, แคนาดา} \Rightarrow 480 + 215 = 695$$

เรือลำที่ 5

$$\text{ไทย, เกาหลี, ออสเตรเลีย, อิตาลี, บราซิล} \Rightarrow 102 + 155 + 125 + 200 + 97 = 679$$

$$102 + 155 + 125 + 200 + 97 = 679$$

เรือลำที่ 6

$$\text{มาเลเซีย} \Rightarrow 638$$

จากโจทย์บอกว่าเรือแต่ละลำเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางตรงหนึ่งๆ 100,000 บาท และพนักงานที่เรืออัตราค่าโดยสารคนละ 150 บาท

<u>เรือลำที่ 1</u>	$700 \times 150 = 105,000$	$\Rightarrow$	ได้กำไร	5,000 บาท
<u>เรือลำที่ 2</u>	$698 \times 150 = 104,700$	$\Rightarrow$	ได้กำไร	4,700 บาท
<u>เรือลำที่ 3</u>	$697 \times 150 = 104,550$	$\Rightarrow$	ได้กำไร	4,550 บาท
<u>เรือลำที่ 4</u>	$695 \times 150 = 104,250$	$\Rightarrow$	ได้กำไร	4,250 บาท
<u>เรือลำที่ 5</u>	$679 \times 150 = 101,850$	$\Rightarrow$	ได้กำไร	1,850 บาท
<u>เรือลำที่ 6</u>	$638 \times 150 = 95,700$	$\Rightarrow$	ขาดทุน	4,300 บาท

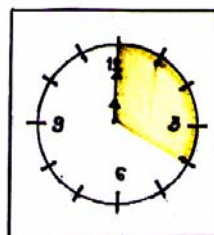
ภาพประกอบ ๙ การแก้ปัญหาคู่ที่ตั้งขึ้นโดยการปรับจากปัญหาเดิมเรื่องการบันทึกลงแผ่น CD-R

จากภาพประกอบ ๘ และภาพประกอบ ๙ จะเห็นว่านักศึกษาได้เปลี่ยนเรื่องราวจากเรื่อง การบันทึกลงแผ่น CD-R ไปสู่เรื่องราวหรือสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างในเรื่องการเดินเรือ แต่ขั้นตอน กระบวนการ ทักษะ และข้อมูลเชิงตัวเลขสำหรับปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นยังคงเหมือนเดิม ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ได้เพิ่มเติมขึ้นมาเล็กน้อยในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหาที่ต้องใช้ทักษะการคูณ และการเปรียบเทียบจำนวนเพื่อหาค่าไรชาตุน โดยถือได้ว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นมีความซับซ้อนระดับต่ำ (Low complexity) เนื่องจากใช้วิธีการที่ส่วนใหญ่ผู้แก้ปัญหาเพียงทบทวนแนวคิดต่างๆ ที่ได้ผ่านการ เรียนรู้หรือแก้ปัญหามาแล้ว ผู้แก้ปัญหาใช้วิธีการหรือกระบวนการที่ได้ปฏิบัติมาแล้วจากปัญหาเดิม และแทบไม่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ใหม่ๆ ดังนั้นจึงได้คะแนนการตั้งปัญหาอยู่ในระดับ 3: ปาน กลาง

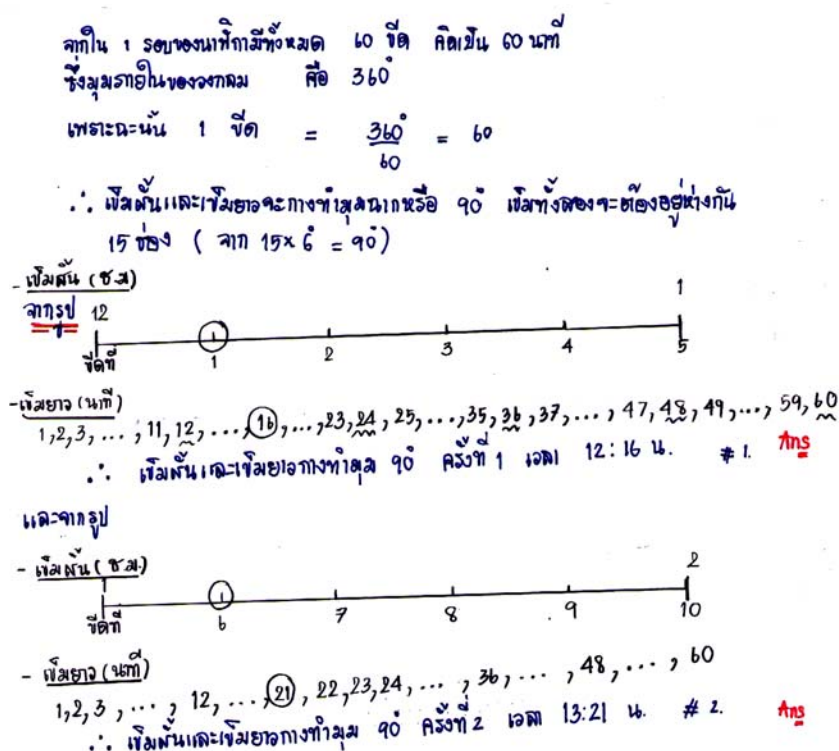
สำหรับใบกิจกรรมที่ 3-3 ที่ให้นักศึกษาตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว เรื่อง “มุมของเข็มนาฬิกา” พบว่า นักศึกษาตั้งปัญหาใหม่ดังภาพประกอบ ๑๐ และแก้ปัญหาใหม่ที่ตั้ง ขึ้นดังภาพประกอบ ๑๑ ต่อไปนี้

ปัญหาใหม่เรื่อง ปริศนาขโมยนาฬิกา

ฮีโร่ (Hero) ไปมองนาฬิกาซึ่งขณะนั้นเป็นเวลา 12.00 น.
และเขานึกสงสัยว่าเวลาเท่าไรที่เข็มนาฬิกาและโรตอร์ของ
นาฬิกาทำมุมกันเป็นมุมฉาก ครั้งที่ 2 คิดตามหัวนาฬิกา
(เข็มนาฬิกาเดิน 1 จี๊ด เข็มโรตอร์เดินทุก 12 นาที)



ภาพประกอบ ๑๐ การตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วเรื่องมุมของเข็มนาฬิกา



ภาพประกอบ ๑๑ การแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นโดยการปรับจากปัญหาเดิมเรื่องมุมของเข็มนาฬิกา

จากภาพประกอบ ๑๐ และภาพประกอบ ๑๑ จะเห็นว่านักศึกษาได้ใช้เทคนิคการตั้งปัญหาโดยสลับตำแหน่งระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาของปัญหาเดิม กล่าวคือ จากปัญหาเดิมให้หาขนาดของมุมระหว่างเข็มนสั้นกับเข็มนยาว ณ เวลาที่กำหนดให้ (8.16 น.) แต่ปัญหาใหม่ได้กำหนดขนาดของมุมมาให้ (90°) แต่ให้หาเวลา ทั้งนี้การแก้ปัญหานอกจากต้องใช้ความรู้ในเรื่องเวลา อัตราส่วน และการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ที่ได้ใช้แก้กับปัญหาเดิมแล้ว ยังต้องใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการมองหาลักษณะรูปแบบและการนึกภาพ (Visualization) ซึ่งเป็นทักษะที่ขยายออกไปจากปัญหาเดิมอีกด้วย โดยถือได้ว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นมีความซับซ้อนระดับกลาง (Moderate complexity) เนื่องจากใช้วิธีการที่มากกว่าที่เคยทำมาหรือต้องใช้วิธีการแบบหลายขั้นตอน แต่ยังไม่ถึงระดับที่ต้องใช้การคิดอย่างเป็นนามธรรมที่ลึกซึ้งมากนัก และยังไม่ถึงระดับที่ต้องใช้การวางแผน การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง ดังนั้นจึงได้คะแนนการตั้งปัญหาอยู่ในระดับ 4: มาก

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้นักศึกษารายกลุ่ม (3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน) ปฏิบัติกิจกรรมการตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับแผนผังเส้นทางรถไฟฟ้าในใบกิจกรรมที่ 3-4 พบว่า นักศึกษา 2 กลุ่มได้คะแนนการตั้งปัญหาอยู่ในระดับ 3: ปานกลาง ส่วนนักศึกษาอีก 1 กลุ่มได้คะแนนการตั้งปัญหาอยู่ในระดับ 4: มาก โดยแสดงตัวอย่างดังภาพประกอบ ๑๒ ถึงภาพประกอบ ๑๓ ต่อไปนี้

ปัญหาเรื่อง กลับบ้านกันเถอะ.....

ดู โฉม เดย์ ดอย เป็นเพื่อนกัน ทั้งสามคนก็จะให้รถไฟ
ซึ่งก็เอ่ไปใช้จนหมดที่สถานีต่างๆ อยู่จนวันหนึ่ง พวกทั้ง 3 คน
โอบอ้อมกระเฝ้าสถานี และทั้งสามคนก็เฝ้ากันอยู่ 60 นาที

- ① หมายความว่าทั้งสามคนจะกลับ บ้านโอบอ้อม (60 นาที)
(โอบ จะต้องรอสถานี) (2) ทั้งสามคนจะไปขึ้นรถไฟที่สถานีโอบอ้อม (60 นาที)
(โอบ จะต้องรอรถไฟ) (สถานีโอบอ้อม) (โอบ จะต้องรอรถไฟ)
(ดอย จะต้องรอรถไฟ) (สถานีโอบอ้อม)

ภาพประกอบ ๑๒ ตัวอย่างการตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับแผนผังเส้นทาง
รถไฟ โดยได้คะแนนอยู่ในระดับ 3: ปานกลาง

- ① ดอย ทั้งสามคนสามารถกลับบ้านได้
โอบ จะต้องรอรถไฟ 20 นาที
เดย์ จะต้องรอรถไฟ 30 นาที
ดอย จะต้องรอรถไฟ 40 นาที เพราะสถานีโอบอ้อม
∴ เวลาทั้งหมด 10 นาที
- ② ดอย. เฝ้ารถไฟ 40 นาที
สถานีที่โอบอ้อม
สถานี โอบอ้อม อยู่ข้างรถไฟ
สถานี โอบอ้อม อยู่ข้างรถไฟ
∴ เวลาทั้งหมด 10 นาที
สถานีโอบอ้อม

ภาพประกอบ ๑๓ การแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นตามภาพประกอบ ๑๒

จากภาพประกอบ ๑๒ และภาพประกอบ ๑๓ จะเห็นว่านักศึกษาตั้งปัญหาโดยผู้แก้ปัญหา
เพียงใช้ข้อมูลจากแผนผังและตารางที่กำหนดมาให้เท่านั้น แก้ปัญหาเพียงขั้นตอนเดียว และแก้ปัญหา
โดยแทบไม่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นปัญหาที่ตั้งขึ้นมีความซับซ้อนระดับต่ำ (Low complexity)
จึงได้คะแนนการตั้งปัญหาอยู่ในระดับ 3: ปานกลาง

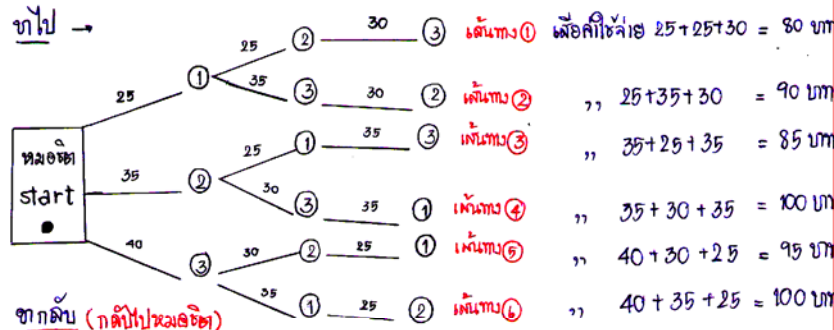
ปัญหาเรื่อง เดินทาง BTS.....

จักรพงษ์ต้องเดินทางโดยรถไฟฟ้าโดยรถไฟฟ้าจากวันศุกร์ จากที่ทำงานซึ่งอยู่บริเวณสถานีรถไฟฟ้าหมอชิต เพื่อไปพบลูกค้าบริเวณต่างๆ ดังนี้ 1. อนุสาวรีย์ 2. ศาลาแดง 3. พระรามวงษ์ อียากรบว่าจักรพงษ์ควรจัดสรรวิธีเดินทางอย่างไร จึงจะเสียค่าเดินทางน้อยที่สุด หากใช้บัตรประเภทเที่ยวเดียว

ภาพประกอบ ๑๔ การตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับแผนผังเส้นทางรถไฟฟ้า โดยได้คะแนนอยู่ในระดับ 4: มาก

จากปัญหาเพื่อนำมาแผนภาพดังนี้

ทั่วไป →



จากซ้าย (การเดินทางหมอชิต)

เส้นทางที่ ①	เสียค่าเดินทาง	40 บาท	∴ เสียค่าเดินทางทั้งหมด = 80 + 40 = 120
" ②		35 บาท	∴ " = 90 + 35 = 125
" ③		40 บาท	∴ " = 85 + 40 = 125
" ④		25 บาท	∴ " = 100 + 25 = 125
" ⑤		25 บาท	∴ " = 95 + 25 = 120
" ⑥		35 บาท	∴ " = 100 + 35 = 135

ดังนั้น จักรพงษ์ ควรเดินทางจากที่ทำงาน → อนุสาวรีย์ → ศาลาแดง → พระรามวงษ์ หรือ จากที่ทำงาน → พระรามวงษ์ → ศาลาแดง → อนุสาวรีย์ และกลับไปที่ทำงาน จึงจะเสียค่าเดินทางน้อยที่สุด คือ 120 บาท. Ans

ภาพประกอบ ๑๕ การแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นตามภาพประกอบ ๑๔

จากภาพประกอบ ๑๔ และภาพประกอบ ๑๕ จะเห็นว่านักศึกษาตั้งปัญหาโดยผู้แก้ปัญหาต้องใช้การวิเคราะห์ การวางแผน ใช้ข้อมูลจากแผนผังและตารางที่กำหนดมาให้เพื่อประกอบการตัดสินใจแก้ปัญหาแบบหลายขั้นตอน แต่ยังไม่ถึงระดับที่ต้องใช้การคิดอย่างเป็นนามธรรมที่ลึกซึ้งมากนักหรือความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง ดังนั้นปัญหาที่ตั้งขึ้นมีความซับซ้อนระดับกลาง (Moderate complexity) จึงได้คะแนนการตั้งปัญหาอยู่ในระดับ 4: มาก

ใบความรู้ที่ 3-1

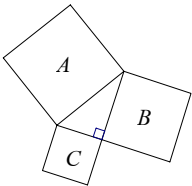
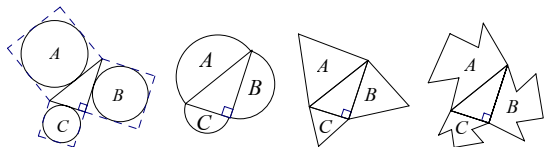
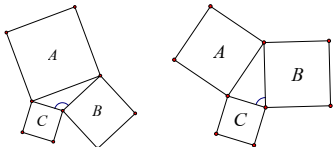
(Techniques for problem posing)

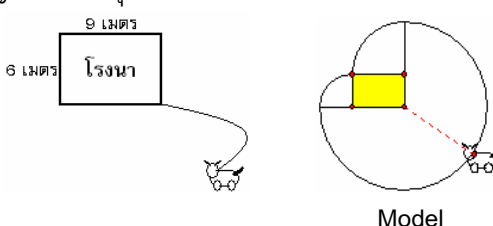
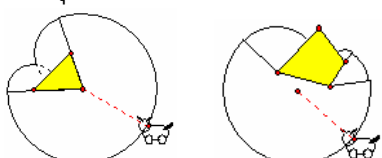
การตั้งปัญหา มี 2 แนวทางหลัก คือ

1) การตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป เพื่อให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาที่คุ้นเคยกลายเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย หรือเพื่อให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาลายปิดกลายเป็นปัญหาลายเปิด โดยใช้เทคนิคต่างๆ ได้แก่

1.1) เทคนิคการปรับเปลี่ยนมุมมองหรือเงื่อนไขของปัญหาเดิม

ตัวอย่างที่ 1

ปัญหาเดิม	ตั้งปัญหาใหม่
■ จากรูป พื้นที่ A เท่ากับพื้นที่ B บวกกับพื้นที่ C หรือไม่ เพราะเหตุใด 	■ ถ้ารูปบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่เป็นรูปอื่นๆ เช่น รูปวงกลม รูปครึ่งวงกลม รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า หรือรูปที่คล้ายกันแบบอื่นๆ แล้ว พื้นที่ A จะเท่ากับพื้นที่ B บวกกับพื้นที่ C หรือไม่ เพราะเหตุใด  ■ ถ้ารูปสามเหลี่ยมไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมแหลมหรือรูปสามเหลี่ยมมุมป้าน) แล้วรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร นั่นคือ พื้นที่ A และพื้นที่ B บวกกับพื้นที่ C จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพราะเหตุใด 

ปัญหาเดิม	ตั้งปัญหาใหม่
■ แพะตัวหนึ่งเจ้าของใช้เชือกผูกติดไว้ที่โคนเสาของโรงนา ซึ่งมีหญาอ่อนเขียวขจีอยู่รอบๆ โรงนา ถ้าเชือกที่ผูกแพะนั้นมีความยาว 15 เมตร บริเวณพื้นของโรงนามีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 6 เมตร และยาว 9 เมตร อยากทราบว่าบริเวณที่แพะสามารถกินหญ้าได้มากที่สุดนั้นมีพื้นที่เป็นเท่าไร 	■ ถ้าโรงนาเป็นรูปอื่นๆ เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า เป็นต้น หรือถ้าความยาวเชือกสั้นกว่าหรือยาวกว่าเดิม หรือถ้าตำแหน่งที่ผูกติดเชือกไม่ได้อยู่ที่รั้วของโรงนาแล้ว บริเวณที่แพะสามารถกินหญ้าได้มากที่สุดนั้นมีพื้นที่เป็นเท่าไร  (ปรับเปลี่ยนรูปร่างลักษณะของโรงนา ความยาวเชือก หรือตำแหน่งที่ผูกติดเชือก)

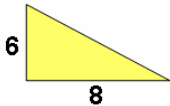
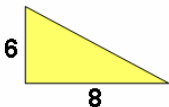
1.2) เทคนิคการตัดหรือเพิ่มเติมเงื่อนไขบางประการของปัญหาเดิม

ตัวอย่างที่ 2

ปัญหาเดิม	ตั้งปัญหาใหม่
■ กำหนดจำนวนนับ 4 จำนวน ได้แก่ 1, 1, 9 และ 9 ให้นำจำนวนทั้งสี่จำนวนนี้มาดำเนินการกันแล้วให้ได้ผลลัพธ์เป็น 10	■ กำหนดจำนวนนับ 4 จำนวน ได้แก่ 1, 1, 9 และ 9 ให้นำจำนวนทั้งสี่จำนวนนี้มาดำเนินการบวก ลบ คูณ หรือหารกัน (เลือกจากสี่การดำเนินการนี้เท่านั้น และแต่ละการดำเนินการจะเลือกใช้กี่ครั้งก็ได้) แล้วให้ได้ผลลัพธ์เป็น 10
■ จงเติมเลขโดด 2, 4, 6 และ 8 ในช่องต่อไปนี้ แล้วทำให้ผลคูณมีค่ามากที่สุด 	■ จงเติมเลขโดดในช่องต่อไปนี้ แล้วทำให้ผลคูณมีค่ามากที่สุด 

1.3) เทคนิคการสลับตำแหน่งระหว่างสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาของ ปัญหาเดิม

ตัวอย่างที่ 3

ปัญหาเดิม	ตั้งปัญหาใหม่
■ จงหาค่าของ $124 + 125 + 126$	■ จงเขียน 375 ในรูปผลบวกของจำนวนเต็มต่างๆ ที่เรียงกัน โดยเขียนให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
■ จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากต่อไปนี้ 	■ จงสร้างรูปสามเหลี่ยมรูปอื่นๆ ให้มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมข้างล่างนี้ 
■ จงหาพื้นที่ผิวของลูกบาศก์ที่มีด้านยาวด้านละ 3 หน่วย	■ จงหารูปเรขาคณิตสามมิติมาอย่างน้อย 3 รูป ที่แต่ละรูปมีพื้นที่ผิวเท่ากับ 54 ตารางหน่วย
■ จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมัธยฐานของข้อมูลต่อไปนี้ 8, 2, 4, 7, 9, 5, 1, 4, 5, 5	■ จงหาข้อมูลชุดหนึ่งที่มีอยู่ 10 จำนวน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมัธยฐานเป็น 5 ■ ปูท่าแถบบันทึกข้อมูลชุดหนึ่งที่มีจำนวนอยู่ 10 จำนวน ฉีกขาดหายไปครึ่งหนึ่ง (ดังรูป) แต่ได้ทำการประมวลผลแล้วว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมัธยฐานของข้อมูลชุดดังกล่าวคือ 5 ปูจะตกแต่งข้อมูลที่ขาดหายไปนี้อย่างไร 

2) การตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยสถานการณ์ที่กำหนดให้ อาจนำมาจากบทความในหนังสือพิมพ์ โฆษณาในนิตยสาร ข้อมูลบันทึกที่สุดของโลก ปฏิทิน แผ่นพับที่เสนอสินค้าตามห้างสรรพสินค้าต่างๆ เป็นต้น เพื่อให้ได้ปัญหาที่น่าสนใจ ทำท่าย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์

ตัวอย่างที่ 4

สถานการณ์ที่กำหนดให้	ตั้งปัญหา
<u>ปฏิทิน</u> 	■ ถ้าสมมติเราต่อวันของปฏิทินที่กำหนดให้ออกไปเรื่อยๆ (ดังรูป) และเมื่อเราลองเอากบรอบมูมจากมาครอบจำนวนทั้งสามให้อยู่ภายในกรอบปรากฏว่าผลบวกของจำนวนทั้งสามเท่ากับ 708 (ตัวอย่างเช่น ในรูปจะได้ผลบวกเท่ากับ $13 + 14 + 21 = 48$) จงหาว่าต้องวางกรอบนี้ในตำแหน่งใดและทิศทางอย่างไร  (กรอบวางกรอบได้ 4 แบบ คือ )
<u>โปรโมชั่นสินค้า</u> 	■ สินชยต้องการซื้อสินค้าให้ครบทั้งแปดชนิด (ดังรูป) ในวงเงินไม่เกิน 1,500 บาท เขาจะต้องวางแผนซื้อสินค้าแต่ละอย่างเป็นจำนวนกี่ชิ้นจึงจะคุ้มค่าที่สุด

เอกสารอ้างอิงสำหรับนักศึกษาใช้ค้นคว้าเพิ่มเติม

- Aristoklis. (2007). *Efficacy Beliefs, Problem Posing, and Mathematics Achievement*.
Retrieved October 24, 2008, from <http://findarticles.com/p/articles>.
- Brown, Stephen I., and Walter, Marion I. (2005). *The Art of Problem Posing*. 3th ed.
Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Crespo, S. (2003, April). Learning to Pose Mathematical Problems : Exploring Changes in
Preservice Teachers' Practices. In *Educational Studies in Mathematics*. 52(3):
243-270.
- English, L.D. (1998). Children's Problem Posing within Formal and Informal Contexts.
In *Journal for Research in Mathematics Education*. 29(1): 83-106.
- Moses, Barbara; et al. (1990). Beyond Problem Solving: Problem Posing. In *Teaching &
Learning Mathematics in the 1990s*. 1990 Yearbook. pp. 80-91. Reston, VA:
NCTM.
- Reys, Robert E.; et al. (2004). *Helping Children Learn Mathematics*. 7th ed. New Jersey:
John Wiley & Sons.
- Silver, Edward A.; & Jinfa Cai. (1996). An Analysis of Arithmetic Problem Posing by
Middle School Students. In *Journal for Research in Mathematics Education*.
27(5): 521-539.
- Silver, Edward A. (1994). On Mathematical Problem Posing. In *For the Learning of
Mathematics*. 14(1): 19-28.
- Thomas Butts. (1980). Posing Problems Properly. In *Problem Solving in School
Mathematics: 1980 Yearbook*. Krulik, Stephen; & Robert Reys. pp. 23-33.
Reston, Virginia: NCTM.

ใบความรู้ที่ 3-2

(Holistic scoring scale for problem posing)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการตั้งปัญหา

5 ยอดเยี่ยม	ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับสูง
4 มาก	ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับกลาง
3 ปานกลาง	ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับต่ำ
2 น้อย	แสดงการตั้งปัญหาแต่ไม่เป็นคำถามหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นปัญหาที่เป็นไปไม่ได้/หาคำตอบไม่ได้เพราะเงื่อนไขไม่สมบูรณ์
1 น้อยมาก หรือไม่พยายาม	ไม่แสดงการตั้งปัญหา (เสนอกระต่ายเปล่า) หรือเพียงคัดลอกข้อมูลจากข้อมูลที่กำหนดให้

ที่มา: ปรับจากเกณฑ์ของ Kwek Meek Lin; & Lye Wai Leng. (2007). *Using Problem-Posing as an Assessment Tool*. (Online).

ใบความรู้ที่ 3-2 (ต่อ)

การแบ่งระดับความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ของปัญหา

ระดับ	ลักษณะ	ตัวชี้วัดบางประการ
ความซับซ้อนระดับสูง (High complexity)	ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนระดับสูง มีลักษณะสำคัญ ดังนี้ - ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ทักษะขั้นสูงในเรื่องต่อไปนี้ คือ การให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ - การตอบปัญหาที่เป็นที่ยอมรับ ผู้แก้ปัญหาต้องอาศัยการคิดอย่างเป็นนามธรรมและลึกซึ้งมากขึ้น	สิ่งที่ผู้ตั้งปัญหาคาดว่าผู้แก้ปัญหาคควรปฏิบัติ เช่น - อธิบายถึงวิธีการนำเสนอที่แตกต่างที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา - ปฏิบัติโดยใช้กระบวนการหลายขั้นตอนและจุดที่ต้องตัดสินใจหลายจุด - ขยายไปสู่รูปทั่วไปของแบบรูป - แก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี - อธิบายและตัดสินใจเลือกแนวทางที่นำไปสู่คำตอบของปัญหาได้ - บรรยาย เปรียบเทียบ และบอกข้อแตกต่างของวิธีการต่างๆ ที่ทำได้มาซึ่งคำตอบ - วิเคราะห์เงื่อนไขต่างๆ ที่อยู่ในคำตอบของปัญหา - ก่อให้เกิดการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์
ความซับซ้อนระดับกลาง (Moderate complexity)	ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนระดับกลาง มีลักษณะสำคัญ ดังนี้ - ต้องอาศัยความยืดหยุ่นทางความคิดและทางเลือกที่หลากหลายมากขึ้น - ใช้วิธีการที่มากกว่าที่เคยทำมา หรือต้องใช้วิธีการแบบหลายขั้นตอน - ผู้แก้ปัญหาต้องตัดสินใจว่าจะทำอะไรโดยใช้วิธีการที่ไม่เป็นทางการของการให้เหตุผลและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	สิ่งที่ผู้ตั้งปัญหาคาดว่าผู้แก้ปัญหาคควรปฏิบัติ เช่น - แสดงสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ที่มากกว่าหนึ่งแนวทาง - ก่อให้เกิดการตัดสินใจในขั้นตอนของกระบวนการให้ได้มาซึ่งคำตอบ - ตีความหมายของสิ่งที่นำเสนอ - แก้ปัญหาแบบหลายขั้นตอน - ขยายแบบรูป - ใช้ข้อมูลจากกราฟ ตาราง หรือรูปภาพ และใช้สิ่งเหล่านี้ในการแก้ปัญหา - ตีความหมายในข้ออภิปรายอย่างง่าย ๆ ไม่สลับซับซ้อน
ความซับซ้อนระดับต่ำ (Low complexity)	ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนระดับต่ำ มีลักษณะสำคัญ ดังนี้ - ส่วนใหญ่ผู้แก้ปัญหาใช้เพียงความจำและเพียงทบทวนเกี่ยวกับแนวคิดต่างๆ ที่ได้ผ่านการเรียนรู้มาแล้ว - ผู้แก้ปัญหาใช้วิธีการหรือกระบวนการที่ทำอยู่บ่อยๆ หรือปฏิบัติอยู่อย่างเคยชิน - ผู้แก้ปัญหาแทบไม่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์	สิ่งที่ผู้ตั้งปัญหาคาดว่าผู้แก้ปัญหาคควรปฏิบัติ เช่น - ทบทวน ระลึกถึงข้อเท็จจริงหรือสมบัติที่เคยรู้หรือจำได้ - คำนวณเกี่ยวกับผลบวก ผลต่าง ผลคูณ หรือผลหาร - ใช้วิธีการเฉพาะเจาะจง - แก้โจทย์ปัญหาเพียงขั้นตอนเดียว - ใช้ข้อมูลจากกราฟ ตาราง หรือรูปภาพ

ที่มา: Kwek Meek Lin; & Lye Wai Leng. (2007). *Using Problem-Posing as an Assessment Tool*. (Online).

ใบกิจกรรมที่ 3-1

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

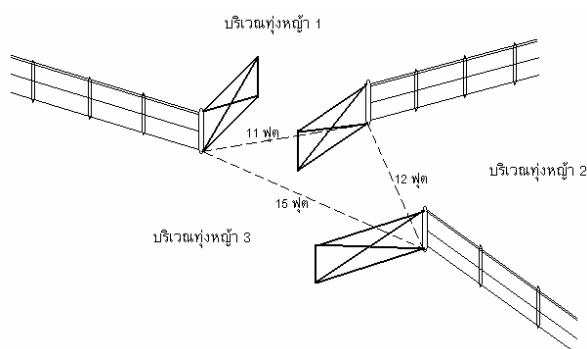
(Pose problem from problem A)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 40 นาที)

จงตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วเรื่อง ‘ประตูรั้ว’ (Problem A) เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป หรือเพื่อให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาปลายปิดกลายเป็นปัญหาปลายเปิด พร้อมทั้งแก้ปัญหานั้นด้วย

ปัญหาเดิมเรื่อง ‘ประตูรั้ว’

ลุงสนั่นต้องการหมุนเปลี่ยนการเข้าไป
กินหญ้าของฝูงวัวในแต่ละบริเวณทุ่งหญ้าทั้งสาม
ของทุกๆ สัปดาห์ (ดังรูป) เพื่อให้เป็นการประหยัด
ลุงสนั่นจึงใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ออกแบบประตู
รั้วเป็น 3 ประตู โดยเมื่อสองประตูใดๆ หมุนเข้าหา
กัน ประตูก็จะปิดบริเวณทุ่งหญ้านั้นๆ ได้พอดีโดย
ที่ไม่มีส่วนใดของประตูซ้อนทับกัน



อยากทราบว่าลุงสนั่นจะสร้างประตูรั้วทั้งสามประตูนี้ให้มีความยาวในแต่ละประตูเป็นเท่าไร

ตั้งปัญหาใหม่

ปัญหาใหม่เรื่อง

ใบกิจกรรมที่ 3-1 (ต่อ)

แก้ปัญหาใหม่

ใบกิจกรรมที่ 3-2

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

(Pose problem from problem B)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 40 นาที)

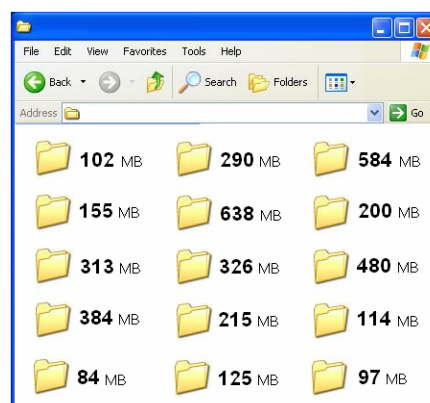
จงตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วเรื่อง ‘การบันทึกลงแผ่น CD-R’ (Problem B) เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป พร้อมทั้งแก้ปัญหานั้นด้วย

ปัญหาเดิมเรื่อง ‘การบันทึกลงแผ่น CD-R’

นักเรียนห้องหนึ่งไปเที่ยวทัศนศึกษาที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีผู้เฝ้ากล้องถ่ายรูปไปทั้งหมด 15 คน แต่ละคนถ่ายรูปกลับมาซึ่งใช้หน่วยความจำในการเก็บรูปที่แตกต่างกัน (ดังรูป)

วสันต์ต้องการเก็บรูปทั้งหมดซึ่งมีอยู่ 15 โฟลเดอร์บันทึกใส่ในแผ่น CD-R ที่มีหน่วยความจำแผ่นละ 700 MB วสันต์ต้องวางแผนให้ดีเพื่อประหยัดในการใช้จำนวนแผ่น CD-R ให้น้อยที่สุด

อยากทราบว่า วสันต์สามารถใช้จำนวนแผ่น CD-R น้อยที่สุดกี่แผ่น และแบ่งการบันทึกโฟลเดอร์ต่างๆ ลงใน CD-R แต่ละแผ่นอย่างไร



ตั้งปัญหาใหม่

ปัญหาใหม่เรื่อง

ใบกิจกรรมที่ 3-2 (ต่อ)

แก้ปัญหาใหม่

ใบกิจกรรมที่ 3-3

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

(Pose problem from problem C)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 40 นาที)

จงตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วเรื่อง ‘มุมของเข็มนาฬิกา’ (Problem C) เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป หรือเพื่อให้ปัญหาเดิมที่เป็นปัญหาปลายปิดกลายเป็นปัญหาปลายเปิด พร้อมทั้งแก้ปัญหานั้นด้วย

ปัญหาเดิมเรื่อง ‘มุมของเข็มนาฬิกา’

สุนัยหันไปมองนาฬิกาซึ่งขณะนั้นเป็นเวลา 8.16 น. เขานึกสงสัยในทันใดว่ามุมระหว่างเข็มสั้นและเข็มายาวของนาฬิกา ณ เวลา 8.16 น. (ที่เป็นมุมป้าน) มีขนาดเป็นกี่องศา นักศึกษาจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์หาคำตอบให้สุนัยได้อย่างไร



ตั้งปัญหาใหม่

ปัญหาใหม่เรื่อง

ใบกิจกรรมที่ 3-3 (ต่อ)

แก้ปัญหาใหม่

ใบกิจกรรมที่ 3-4

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

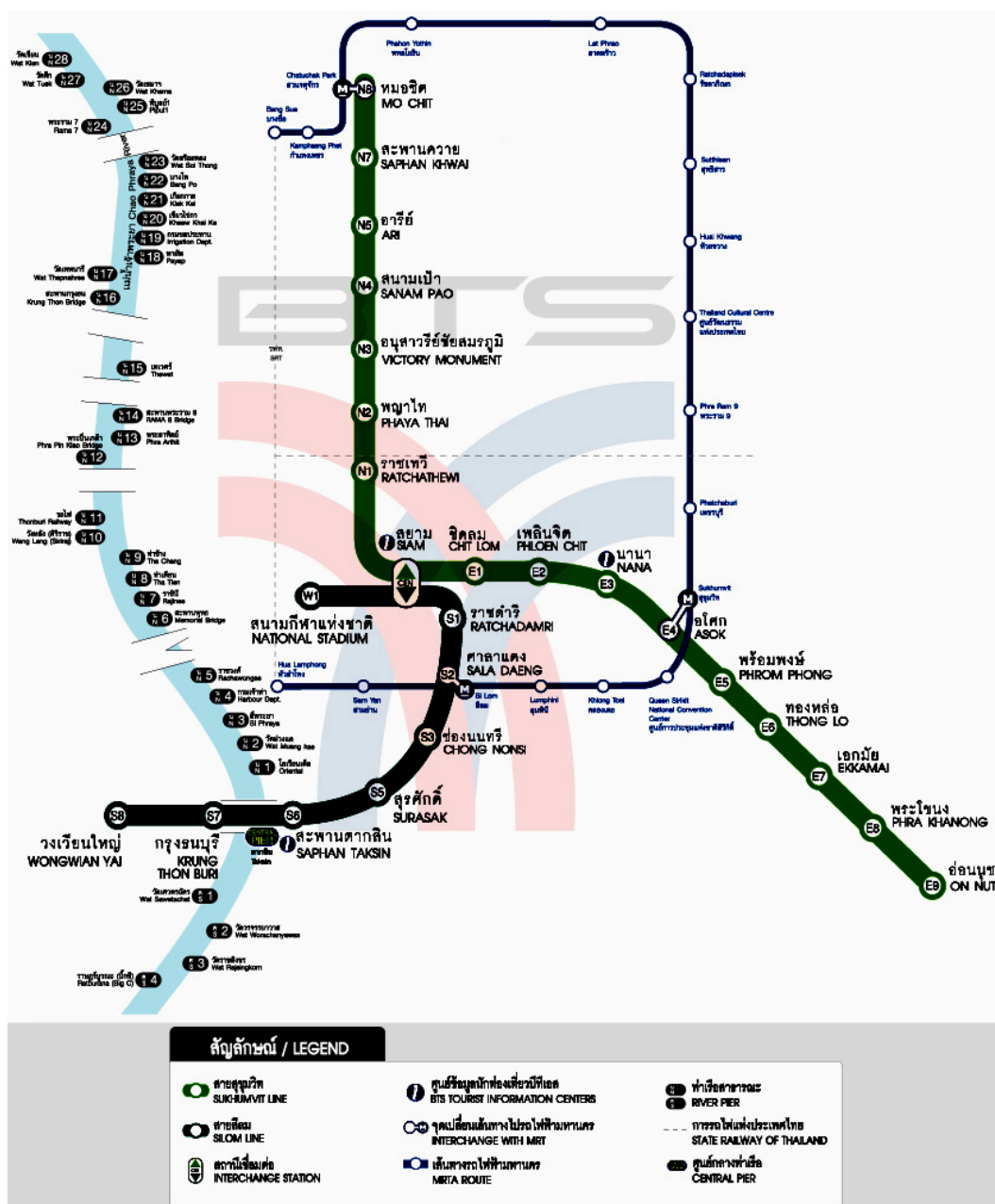
(Pose problem from situation)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 40 นาที)

จงตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มา 1 ปัญหา เพื่อให้ได้ปัญหาที่น่าสนใจ ทำทนาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมานั้นด้วย โดยสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นข้อมูลแผนผังเส้นทางและประเภทบัตรโดยสารรถไฟฟ้า ดังนี้

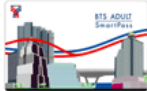
สถานการณ์ที่กำหนดให้

แผนผังเส้นทางรถไฟฟ้า



ใบกิจกรรมที่ 3-4 (ต่อ)

ประเภทบัตรโดยสาร

ประเภทบัตร	เงื่อนไขของบัตร
บัตรประเภทเติมเงิน (BTS SKY SmartPass) 	1. จำหน่ายบัตรครั้งแรกขั้นต่ำ 100 บาท 2. เติมเงินในบัตรได้สูงสุด 2,000 บาท 3. บัตรมีอายุ 5 ปี 4. อัตราค่าโดยสารขึ้นอยู่กับระยะทางที่เดินทาง (15-40 บาท) **
บัตรประเภท 30 วัน (30 Day SmartPasses) • สำหรับนักเรียน นักศึกษา (30 Day Student SmartPass) : ประเภท 20 เที่ยว  : ประเภท 30 เที่ยว  • สำหรับบุคคลทั่วไป (30 Day Adult SmartPass) : ประเภท 20 เที่ยว  : ประเภท 30 เที่ยว 	ราคา 340 บาท ใช้ได้ 20 เที่ยว (17 บาท/เที่ยว) ราคา 450 บาท ใช้ได้ 30 เที่ยว (15 บาท/เที่ยว) ราคา 440 บาท ใช้ได้ 20 เที่ยว (22 บาท/เที่ยว) ราคา 600 บาท ใช้ได้ 30 เที่ยว (20 บาท/เที่ยว)
บัตรประเภท 1 วัน (One Day Pass) 	1. ราคาจำหน่าย 120 บาท 2. ใช้เดินทางภายใน 1 วัน โดยไม่จำกัด จำนวนเที่ยว และระยะทาง
บัตรประเภทเที่ยวเดียว (Single Journey Ticket) 	1. อัตราค่าโดยสารขึ้นอยู่กับระยะทางที่เดินทาง (15-40 บาท) ** 2. ใช้เดินทางครั้งเดียวระหว่างสองสถานี 3. บัตรจะถูกเก็บคืนที่ประตูตรวจสอบบัตรโดยสารอัตโนมัติฝั่งขาออก

หมายเหตุ **

เดินทางไป 1 สถานี คิดค่าโดยสาร 15 บาท

เดินทางไป 6 – 7 สถานี คิดค่าโดยสาร 30 บาท

เดินทางไป 2 – 3 สถานี คิดค่าโดยสาร 20 บาท

เดินทางไป 8 – 9 สถานี คิดค่าโดยสาร 35 บาท

เดินทางไป 4 – 5 สถานี คิดค่าโดยสาร 25 บาท

เดินทางตั้งแต่ 10 สถานีขึ้นไป คิดค่าโดยสาร 40 บาท

ใบกิจกรรมที่ 3-4 (ต่อ)

ตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ปัญหาเรื่อง

แก้ปัญหา

แผนการจัดกิจกรรมที่ 4

ชื่อกิจกรรม

เวลา 3 ชั่วโมง

กิจกรรมฝึกการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาครูได้ฝึกการให้เหตุผลแบบอุปนัยและแบบนิรนัยในการแก้ปัญหา และฝึกการให้เหตุผลในการตั้งปัญหา
2. เพื่อให้นักศึกษาครูได้ฝึกการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

แนวคิดที่สำคัญ

การฝึกทักษะและกระบวนการให้เหตุผลช่วยให้ผู้อื่นเชื่อตามที่ตนอธิบายได้

สำหรับการแก้ปัญหา ควรเน้นการให้เหตุผลแบบอุปนัยและแบบนิรนัยเป็นหลัก โดย

1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเชื่อว่าน่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริงและยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนั้นว่าข้อความคาดการณ์ (Conjecture) การแก้ปัญหของของเราจะเริ่มต้นด้วยการให้เหตุผลแบบอุปนัยตั้งข้อความคาดการณ์ก่อน จากนั้นจึงค่อยหาเหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านข้อความคาดการณ์นั้นด้วยเหตุผลแบบนิรนัยเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจหรืออ้างอิง

2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วให้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์อ้างจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้นเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ เชื่อกันว่าการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นเหตุผลที่เชื่อถือได้มากที่สุด เนื่องจากเป็นเหตุผลที่สร้างบนพื้นฐานทางตรรกศาสตร์

สำหรับการตั้งปัญหา ควรฝึกให้นักศึกษาครูให้เหตุผลได้ว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไปอย่างไร ปัญหาที่ตั้งขึ้นน่าสนใจ ทำทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์อย่างไร

การฝึกทักษะและกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักศึกษาครูสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักศึกษาครูมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียน แลกเปลี่ยนความรู้ และความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักศึกษาครูเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย

สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 4-1 (Solve problem A)
2. ใบกิจกรรมที่ 4-2 (Solve problem B)
3. ใบกิจกรรมที่ 4-3 (Pose problem from problem A)
4. ใบกิจกรรมที่ 4-4 (Pose problem from problem B)
5. ใบกิจกรรมที่ 4-5 (Learning through communication)
6. ใบกิจกรรมที่ 4-6 (Journal writing)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. แบ่งกลุ่มนักศึกษาครูออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน เพื่อปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4-1 และใบกิจกรรมที่ 4-2 โดยให้

- นักศึกษาครูกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4-1
- นักศึกษาครูกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4-2

นักศึกษาครูทุกกลุ่มเริ่มปฏิบัติการแก้ปัญหาพร้อมกัน (ใช้เวลา 30 นาที)

ทั้งนี้ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 4-1 และใบกิจกรรมที่ 4-2 เป็นดังนี้

ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 4-1 ⇨ ปัญหา ‘ใส่หมวกสีอะไร’ (Problem A)

ชาย 3 คน (นาย A, นาย B และนาย C) ยืนต่อแถวหันหน้าเข้าหากำแพงดังรูป ทุกคนสวมหมวกคนละ 1 ใบ ซึ่งถูกเลือกมาจากหมวกสีขาว 2 ใบ และหมวกสีดำ 3 ใบ

นาย C ซึ่งอยู่ท้ายแถว มองเห็นนาย A และนาย B ใส่หมวกสีอะไร แต่ไม่รู้ตัวตนเองใส่หมวกสีอะไร

นาย B ซึ่งอยู่กลางแถว มองเห็นนาย A ใส่หมวกสีอะไร แต่ไม่รู้ตัวนาย C และตนเองใส่หมวกสีอะไร

นาย A ซึ่งอยู่หน้าแถว มองไม่เห็นนาย B และนาย C ใส่หมวกสีอะไร และก็ไม่รู้ตัวว่าตนเองใส่หมวกสีอะไร

เมื่อได้สอบถามชายทั้งสามคนตามลำดับเริ่มจากท้ายแถว พบว่า

นาย C บอกว่า “ฉันไม่รู้ตัวฉันใส่หมวกสีอะไร”

เมื่อนาย B ได้ยิน ก็นึกคิดไปชั่วครู่หนึ่ง แล้วบอกว่า

“ฉันก็ไม่รู้ตัวฉันใส่หมวกสีอะไร”

เมื่อนาย A ได้ยินทั้งนาย C และนาย B พูดเช่นนั้น ก็ฉุดคิดขึ้นมาแล้วตอบออกไปว่า “อืม !! ฉันรู้ละ ว่าฉันใส่หมวกสีอะไร”

อยากทราบว่ นาย A ใส่หมวกสีอะไร และเพราะเหตุใด

นาย A จึงรู้ตัวตนเองใส่หมวกสีนั้น



ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 4-2 ⇨ ปัญหา ‘การว่าจ้างเลี้ยงดูบุตร’ (Problem B)

ริตาได้รับการว่าจ้างให้เลี้ยงดูบุตรของนารีเป็นเวลา 30 วัน โดย

นารีจะให้ค่าจ้างแก่ริตาแบบเหมารวม 10,000 บาท แต่ริตาบอกว่า เขาขอค่าจ้างวันแรกเพียง 1 บาท วันที่สอง 2 บาท วันที่สาม 4 บาท วันที่สี่ 8 บาท เช่นนี้เรื่อยไป นั่นคือ วันถัดมาขอค่าแรงเป็นสองเท่าของวันก่อนหน้านั้นจนครบ 30 วัน

ถ้านักศึกษาเป็นนารี นักศึกษาจะยอมทำตามคำขอของริตาหรือไม่ เพราะเหตุใด



2. นักศึกษาครูในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยเน้นการให้เหตุผลแบบอุปนัยและแบบนิรนัย ทั้งนี้เมื่อนักศึกษากลุ่มใดนำเสนอผลการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองเสร็จแล้ว ให้กลุ่มอื่นพิจารณาให้คะแนนการแก้ปัญหา (ตามใบความรู้ที่ 2-1 ที่นักศึกษาครูเคยได้รับและเรียนรู้แล้ว) พร้อมทั้งร่วมอภิปรายถึงเหตุผลในการให้คะแนนดังกล่าว (ใช้เวลา 30 นาที)

3. นักศึกษาครูในกลุ่มเดิมปฏิบัติกิจกรรมการตั้งปัญหาในใบกิจกรรมที่ 4-3 และใบกิจกรรมที่ 4-4 โดยให้

- นักศึกษาครูกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4-3
- นักศึกษาครูกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4-4

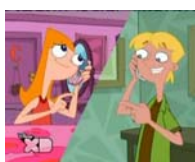
ซึ่งนักศึกษาในแต่ละกลุ่มต้องตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว (เป็นปัญหาที่อยู่ในใบกิจกรรมที่ 4-1 และใบกิจกรรมที่ 4-2 ที่ได้ทำผ่านมาแล้ว) เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป หรือเพื่อให้ปัญหาที่ตั้งขึ้นน่าสนใจ ทำท่าย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นนั้นด้วยกลุ่มละ 1 ปัญหา (ใช้เวลา 40 นาที)

4. นักศึกษาครูในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการตั้งปัญหาหน้าชั้นเรียน นักศึกษาคนอื่นๆ ร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นว่าการตั้งปัญหาของเพื่อนกลุ่มนั้นๆ ได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไปหรือไม่อย่างไร ได้ทำให้ปัญหาที่ตั้งขึ้นน่าสนใจ ทำท่าย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์หรือไม่อย่างไร นอกจากนี้ให้เพื่อนนักศึกษากลุ่มอื่นพิจารณาให้คะแนนการตั้งปัญหา (ตามใบความรู้ที่ 3-2 ที่นักศึกษาครูเคยได้รับและเรียนรู้แล้ว) พร้อมทั้งร่วมอภิปรายถึงเหตุผลในการให้คะแนนดังกล่าว (ใช้เวลา 30 นาที)

5. นักศึกษาครูปฏิบัติกิจกรรมที่ฝึกการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามสถานการณ์ A และสถานการณ์ B (กิจกรรมทั้งชั้นเรียน) โดยปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดในใบกิจกรรมที่ 4-5 (ใช้เวลา 40 นาที)

ทั้งนี้สถานการณ์ A และสถานการณ์ B ในใบกิจกรรมที่ 4-5 เป็นดังนี้

สถานการณ์ A



มะลิวัลย์ต้องการพูดโทรศัพท์บอกเพื่อนของเขาเกี่ยวกับภาพภาพหนึ่งที่ถืออยู่ในมือ โดยเขาจะต้องบรรยายลักษณะของภาพเพื่อให้เพื่อนเข้าใจและสามารถวาดรูปให้เหมือนหรือใกล้เคียงที่สุด มะลิวัลย์และเพื่อนของเขามีเวลาพูดคุยกันภายในเวลาจำกัดเพียง 5 นาที

สถานการณ์ B



ปัญญาต้องการพูดโทรศัพท์บอกเพื่อนของเขาเกี่ยวกับภาพภาพหนึ่งที่ถืออยู่ในมือ แต่เพื่อนของเขาไม่รับสายโทรศัพท์และให้เขาฝากข้อความเสียงไว้ได้ไม่เกิน 5 นาที โดยปัญญาจะต้องบรรยายลักษณะของภาพเพื่อให้เพื่อนเข้าใจและสามารถวาดรูปให้เหมือนหรือใกล้เคียงที่สุดเมื่อเพื่อนของเขากลับมาเปิดบันทึกเสียงข้อความในภายหลังได้

6. นักศึกษาครูแต่ละคนเขียนอนุทิน (Journal writing) เพื่อสะท้อนความรู้สึกและความคิดเห็นต่อกิจกรรมทั้งหมดที่ทำในครั้งนี้อยู่ในใบกิจกรรมที่ 4-6 (ใช้เวลา 10 นาที)

การประเมินผล

1. ประเมินการให้เหตุผลแบบอุปนัยและแบบนิรนัยในการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4-1 และใบกิจกรรมที่ 4-2 และประเมินการให้เหตุผลในการตั้งปัญหาจากการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4-3 และใบกิจกรรมที่ 4-4 ว่านักศึกษาคูให้เหตุผลได้หรือไม่ว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไปอย่างไร ปัญหาที่ตั้งขึ้นน่าสนใจ ทำทหาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์อย่างไร
2. ประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคูจากการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4-5 และจากการเขียนอนุทินในใบกิจกรรมที่ 4-6

บันทึกหลังการจัดกิจกรรม

ผลการประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้นักศึกษาครูแต่ละกลุ่ม (4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน) ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4-1 และใบกิจกรรมที่ 4-2 โดยนักศึกษากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4-1 ส่วนนักศึกษากลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4-2 ปรากฏผลดังนี้

จากปัญหาเรื่อง “ใส่หมวกสีอะไร” ในใบกิจกรรมที่ 4-1 ที่กล่าวว่า

ปัญหา ‘ใส่หมวกสีอะไร’

ชาย 3 คน (นาย A, นาย B และนาย C) ยืนต่อแถวหันหน้าเข้าหากำแพงดังรูป ทุกคนสวมหมวกคนละ 1 ใบ ซึ่งถูกเลือกมาจากหมวกสีขาว 2 ใบ และหมวกสีดำ 3 ใบ

นาย C ซึ่งอยู่ท้ายแถว มองเห็นนาย A และนาย B ใส่หมวกสีอะไร แต่ไม่รู้ว่าตนเองใส่หมวกสีอะไร

นาย B ซึ่งอยู่กลางแถว มองเห็นนาย A ใส่หมวกสีอะไร แต่ไม่รู้ว่านาย C และตนเองใส่หมวกสีอะไร

นาย A ซึ่งอยู่หน้าแถว มองไม่เห็นนาย B และนาย C ใส่หมวกสีอะไร และก็ไม่รู้ด้วยว่าตนเองใส่หมวกสีอะไร เมื่อได้สอบถามชายทั้งสามคนตามลำดับเริ่มจากท้ายแถว พบว่า

นาย C บอกว่า “ฉันไม่รู้ว่าคุณใส่หมวกสีอะไร”

เมื่อนาย B ได้ยิน ก็นั่งคิดไปชั่วครู่หนึ่ง แล้วบอกว่า

“ฉันก็ยังไม่รู้ว่าคุณใส่หมวกสีอะไร”

เมื่อนาย A ได้ยินทั้งนาย C และนาย B พูดเช่นนั้น

ก็อดคิดขึ้นมาแล้วตอบออกไปว่า “อืม !! ฉันรู้ละ ว่าฉันใส่หมวกสีอะไร”

อยากรทราบว่า นาย A ใส่หมวกสีอะไร และเพราะเหตุใด

นาย A จึงรู้ว่าตนเองใส่หมวกสีนั้น



พบว่า นักศึกษากลุ่มที่ 1 เขียนให้เหตุผลแบบบรรยาย และนักศึกษากลุ่มที่ 2 เขียนให้เหตุผลโดยแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังภาพประกอบ ๑๖ และภาพประกอบ ๑๗ ต่อไปนี้

จาก นาย C บอกว่า “ฉันไม่รู้ว่าคุณใส่หมวกสีอะไร”
 ทำให้ทราบว่า นาย C และ นาย B ไม่ใส่ใส่หมวกสีขาวทั้ง 2 ใบ
 นาย B บอกว่า “ฉันก็ยังไม่รู้ว่าคุณใส่หมวกสีอะไร”
 ทำให้ทราบว่า นาย A ไม่ใส่ใส่หมวกสีขาว เพราะถ้า นาย A ใส่หมวกสีขาว
 นาย B จะตอบว่าตนใส่หมวกสีดำ (จากนาย C บอกว่าฉันใส่สีขาวทั้ง 2 ใบ
 ไม่ใส่) และ A จึงทราบว่าตนเองใส่หมวกสีดำ X

ภาพประกอบ ๑๖ การเขียนให้เหตุผลแบบบรรยายจากการแก้ปัญหาเรื่องใส่หมวกสีอะไร

จากภาพประกอบ ๑๖ จะเห็นว่านักศึกษาได้เขียนให้เหตุผลแบบบรรยายอย่างเป็นระบบ แต่ยังขาดความสมบูรณ์ในการอ้างเหตุผลในบางส่วน เช่น จากภาพ บรรทัดที่ 1 ที่กล่าวว่า จากนาย

C บอกว่า “ฉันไม่รู้ว่าคุณใส่หมวกสีอะไร” เป็นการอ้างเหตุหรือเงื่อนไขจากที่โจทย์กำหนด และได้สรุปผลในบรรทัดที่ 2 ที่กล่าวว่า ทำให้ทราบว่า นาย A และนาย B ไม่ได้ใส่หมวกสีขาวทั้งสองคน ซึ่งเป็นผลที่สรุปได้ถูกต้อง แต่นักศึกษาไม่ได้ให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงสรุปได้ดังที่กล่าว ทั้งนี้เมื่อให้นักศึกษากลุ่มนี้ออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน และสอบถามว่าเพราะเหตุใดจึงสรุปผลได้ดังที่กล่าวนั้น พบว่า นักศึกษาสามารถให้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแสดงถึงความเข้าใจในการอ้างเหตุผลของนักศึกษา แต่ขาดความชัดเจนและความสมบูรณ์ในการเขียน

ข้อ ๒ ๒ คน คือ นาย A นาย B และ นาย C มีหมวกสีแดง ๑ ใบ
ข้อ ๓ ๓ คน คือ นาย A นาย B และ นาย C มีหมวกสีขาว ๒ ใบ และ สีฟ้า ๑ ใบ ข้อสามอาจ
แบ่งได้เป็นกรณี ๕ อย่างต่อไปนี้

กรณีที่	A	B	C
1	ด	ด	ด
2	ด	ด	ข
3	ด	ข	ด
4	ด	ข	ข
5	ข	ด	ด
6	ข	ด	ข
7	ข	ข	ด
8	ข	ข	ข

กรณีที่ ๑ จะเห็นว่าไปไม่ได้แน่นอน เนื่องจาก สีหมวกสีขาว เพียงแค่ ๒ ใบ
กรณีที่ ๗ เห็นไปไม่ได้เช่นเดียวกัน เนื่องจาก สีหมวกของ C ที่ว่า เขาไปรู้ว่า
เขาใส่หมวกสีอะไร ข้อ ขานาน A และ B มีหมวกสีขาว หรือสีฟ้า ๒ ใบ เพราะฉะนั้น
เขาต้องรู้ว่า ตนเองใส่หมวกสีใดแน่นอน
กรณีที่ ๕ และ กรณีที่ ๖ หาก A มีหมวกสีขาว และจาก สีหมวกของ C ที่ว่า
เขาไปรู้ว่าเขาใส่หมวกสีอะไร สีฟ้า B ต้องรู้แน่นอนว่า ตนเองใส่หมวกสีใด แต่ B บอกว่า
เขาก็ไม่รู้เช่นเดียวกันว่าเขาใส่หมวกสีอะไร เพราะฉะนั้น กรณีที่ ๕ และ กรณีที่ ๖ จะไปไม่ได้
อย่างแน่นอน
ดังนั้นเห็นว่า จากกรณีที่ ๑ - ๔ จะเหลืออยู่อย่างเดียว คือ นาย A
มีหมวกสีฟ้า แต่ นาย B และ นาย C มีหมวกสีขาว เขาไปเจอ สันนิษ
เพราะฉะนั้น นาย A มีหมวกสีฟ้า

ภาพประกอบ ๑๗ การเขียนให้เหตุผลโดยแจ้งกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการแก้ปัญหา
เรื่องใส่หมวกสีอะไร

จากภาพประกอบ ๑๗ จะเห็นว่านักศึกษาได้เขียนให้เหตุผลโดยแจ้งกรณีที่เป็นไปได้
ทั้งหมดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและตัดกรณีที่เป็นไปไม่ได้ได้อย่างแน่นอนด้วยเหตุผล
ที่สมเหตุ สมผลและถี่ถ้วนรอบคอบจนได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์

จากปัญหาเรื่อง “การว่าจ้างเลี้ยงดูบุตร” ในใบกิจกรรมที่ 4-2 ที่กล่าวว่า

ปัญหา ‘การว่าจ้างเลี้ยงดูบุตร’

ริตาได้รับการว่าจ้างให้เลี้ยงดูบุตรของนารีเป็นเวลา 30 วัน โดย
นารีจะให้ค่าจ้างแกริตาแบบเหมารวม 10,000 บาท แต่ริตาบอกว่า เขาขอค่าจ้าง
วันแรกเพียง 1 บาท วันที่สอง 2 บาท วันที่สาม 4 บาท วันที่สี่ 8 บาท เช่นนี้เรื่อยไป
นั่นคือ วันถัดมาขอค่าแรงเป็นสองเท่าของวันก่อนหน้านั้นจนครบ 30 วัน
ถ้านักศึกษาเป็นนารี นักศึกษาจะยอมทำตามคำขอของริตาหรือไม่
เพราะเหตุใด



พบว่า นักศึกษากลุ่มที่ 3 เขียนให้เหตุผลโดยอ้างอิงสูตร และนักศึกษากลุ่มที่ 4 เขียนให้เหตุผล
โดยหาข้อขัดแย้ง ดังภาพประกอบ ๑๘ และภาพประกอบ ๑๙ ต่อไปนี้

เขียนค่าจ้างได้เอ็น $1 + 2 + 4 + 8 + 16 + \dots$
จะเห็นว่าเงิน ๑๐,๐๐๐ บาทไม่พอ
หาค่าของ S_n โดยใช้สูตร

$$S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$$

$$S_{30} = \frac{1(1-2^{30})}{1-2}$$

$$= \frac{1 - 1,073,741,824}{-1}$$

$$= 1,073,741,823$$

$$\therefore \text{ถ้าจ่ายค่าจ้างตามคำขอของริตา จะจ่ายค่าจ้าง } 1,073,741,823 \text{ บาท}$$

$$\therefore \text{จึงไม่ยอมทำตามคำขอของริตา}$$

ภาพประกอบ ๑๘ การเขียนให้เหตุผลโดยอ้างอิงสูตรจากการแก้ปัญหาเรื่องการว่าจ้างเลี้ยงดูบุตร

จากภาพประกอบ ๑๘ จะเห็นว่านักศึกษาได้เขียนให้เหตุผลโดยอ้างอิงสูตรอนุกรม
เรขาคณิต โดยหาผลรวมของค่าแรงทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 30 แต่นักศึกษาไม่ได้ระบุเหตุผลว่า
ค่าแรงในแต่ละวันเรียงกันตามลำดับเรขาคณิตเพราะเหตุใด ทั้งนี้เมื่อให้นักศึกษากลุ่มนี้ออกมา
นำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน และสอบถามว่าเพราะเหตุใดจึงใช้สูตรอนุกรมเรขาคณิตดังที่
กล่าวนั้น พบว่า นักศึกษาสามารถให้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแสดงถึงความเข้าใจในการอ้าง
เหตุผลของนักศึกษา แต่ขาดความชัดเจนและความสมบูรณ์ในการเขียน

$$1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 64 + 128 + 256 + 512 + 1024 + 2048 + 4096 + 8192 + \dots$$

ซึ่งจะเห็นค่ายังไม่ครบ 30 วันนารีก็จะต้องจ่ายเงินเป็นจำนวนมากกว่า 10,000 บาท

∴ ถ้าเป็นนารี ก็จะไม่ยอมทำตามคำขอของธิดาเพราะ จะทำให้ตัวเธอค่าตัว
จึงเป็นจำนวนเงินที่มากกว่าปกติ

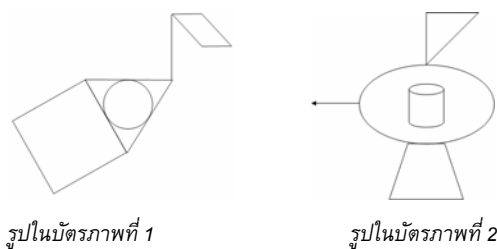
ภาพประกอบ ๑๙ การเขียนให้เหตุผลโดยหาข้อขัดแย้งจากการแก้ปัญหาเรื่องการว่าจ้างเลี้ยงดูบุตร

จากภาพประกอบ ๑๙ จะเห็นว่านักศึกษาได้เขียนให้เหตุผลโดยหาข้อขัดแย้ง ซึ่งนักศึกษายพยายามเขียนในรูปผลบวกเป็นจำนวน 14 พจน์ก็พบข้อขัดแย้งว่าผลบวกต้องมากกว่า 10,000 บาทแน่นอน แสดงให้เห็นว่านักศึกษาสามารถวิเคราะห์ปัญหาและหาข้อขัดแย้งด้วยเหตุผลที่สมเหตุสมผลและถี่ถ้วนรอบคอบจนได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์

ผลการประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้นักศึกษาครูปฏิบัติกิจกรรมที่ฝึกการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมทั้งชั้นเรียนในใบกิจกรรมที่ 4-5 ปรากฏผลดังนี้

จากสถานการณ์ A ในใบกิจกรรมที่ 4-5 ซึ่งให้ตัวแทนนักศึกษา 1 คนออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่อเป็นผู้ไปในบัตรภาพที่ 1 กับนักศึกษาคนอื่นๆ โดยเป็นการสื่อสารแบบสองทาง พบว่า นักศึกษาที่เป็นผู้ไปภาพสามารถสื่อสารและถ่ายทอดลักษณะของภาพได้ไม่ค่อยสมบูรณ์นักในบางประเด็น เช่น บอกไปว่าเป็น “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตะแคง” ซึ่งเพื่อนนักศึกษาคนอื่นๆ ไม่เข้าใจ ผู้ไปจึงเปลี่ยนวิธีการสื่อสารใหม่โดยเริ่มต้นจากให้วาด “รูปวงกลมมีรัศมีประมาณ 1 เซนติเมตร” ก่อน แล้วไปต่อว่าให้วาด “รูปสามเหลี่ยมด้านเท่าล้อมรอบรูปวงกลม โดยให้มุมยอดที่มดิ่งลงมา” ตรงนี้นักศึกษาคนอื่นๆ มีการสื่อสารกลับเพื่อถามข้อสงสัยบางประการ แต่ไม่มีนักศึกษาค้นใดกล่าวถึงในประเด็นว่า “รูปวงกลมต้องแนบในรูปสามเหลี่ยม หรือรูปวงกลมซึ่งอยู่ในรูปสามเหลี่ยมต้องสัมผัสกับทั้งสามด้านของรูปสามเหลี่ยม” ทำให้มีนักศึกษาวาดไม่ถูกต้องในประเด็นนี้ถึง 7 คน จาก 11 คน ทั้งนี้จากการอภิปรายถึงการสื่อสารที่เกิดขึ้นในตอนท้ายกิจกรรม พบว่า เพื่อนนักศึกษาได้เสนอแนะผู้ไปว่าควรปรับปรุงวิธีการไปในประเด็นดังกล่าวให้ชัดเจนมากขึ้นเกี่ยวกับเรื่อง “แนบนอก” หรือ “แนบใน” ของรูปสองรูป ซึ่งข้อสรุปที่สำคัญของนักศึกษาที่ได้จากการอภิปราย พบว่า นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจความสำคัญของการสื่อสาร และตระหนักว่าการสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจนั้น ผู้รับสารกับผู้ส่งสารจะต้องเข้าใจความหมายของคำศัพท์ที่ตรงกันของทั้งสองฝ่าย เช่น คำว่า “แนบนอก” หรือ “แนบใน” ของรูปสองรูป หรือนิยามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เป็นต้น จึงจะสื่อสารกันรู้เรื่องและเข้าใจ



สำหรับสถานการณ์ B ในใบกิจกรรมที่ 4-5 ซึ่งให้ตัวแทนนักศึกษา 1 คนที่ไม่ใช่คนเดิมออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่อเป็นผู้ไปใบบัตรภาพที่ 2 กับนักศึกษาคนอื่นๆ โดยเป็นการสื่อสารแบบทางเดียว พบว่า นักศึกษาที่เป็นผู้ไปภาพได้คิดวางแผนและมีความรอบคอบในการใช้ภาษาเพื่อสื่อสารมากขึ้น เนื่องจากการสื่อสารทางเดียว เพื่อนนักศึกษาคนอื่นๆ ไม่สามารถสอบถามหรือสื่อสารกลับไปได้ และผู้ไปเห็นตัวอย่างการไปในรอบแรกมาแล้วจึงเกิดความตระหนักในเรื่องความรัดกุมของภาษาที่จะใช้ในการสื่อสารมากขึ้น ผลปรากฏว่า เพื่อนนักศึกษาสามารถวาดภาพได้ถูกต้องหรือใกล้เคียงเป็นจำนวน 8 คน จาก 11 คน ทั้งนี้หลังจากได้อภิปรายถึงการสื่อสารที่เกิดขึ้นในตอนท้ายกิจกรรมและดูผลจากการเขียนบันทึกเพื่อสะท้อนความรู้สึกรู้สึกและความคิดเห็นต่อกิจกรรมนี้ พบว่า นักศึกษาเห็นความแตกต่างของการสื่อสารแบบสองทางกับการสื่อสารแบบทางเดียว และเชื่อมโยงไปสู่การสอนได้ว่า ในการสอนคณิตศาสตร์กับนักเรียนนั้น ครูผู้สอนต้องตระหนักและให้ความสำคัญในเรื่องการสื่อสารของตนเองให้มาก เพราะครูควรเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีประสิทธิภาพ ประกอบกับครูผู้สอนก็ควรฝึกฝนและพัฒนาให้นักเรียนของตนให้เป็นผู้ที่มีทักษะและกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยเช่นเดียวกัน

ใบกิจกรรมที่ 4-1

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

(Solve problem A)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 30 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง 'ใส่หมวกสีอะไร' (Problem A) โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดอย่างละเอียด

ปัญหา 'ใส่หมวกสีอะไร'

ชาย 3 คน (นาย A, นาย B และนาย C) ยืนต่อแถวหันหน้าเข้าหากำแพงตั้งรูป ทุกคนสวมหมวกคนละ 1 ใบ ซึ่งถูกเลือกมาจากหมวกสีขาว 2 ใบ และหมวกสีดำ 3 ใบ

นาย C ซึ่งอยู่ท้ายแถว มองเห็น่นาย A และนาย B ใส่หมวกสีอะไร แต่ไม่รู้ว่าตนเองใส่หมวกสีอะไร

นาย B ซึ่งอยู่กลางแถว มองเห็น่นาย A ใส่หมวกสีอะไร แต่ไม่รู้ว่านาย C และตนเองใส่หมวกสีอะไร

นาย A ซึ่งอยู่หน้าแถว มองไม่เห็น่นาย B และนาย C ใส่หมวกสีอะไร และก็ไม่รู้ด้วยว่าตนเองใส่หมวกสีอะไร

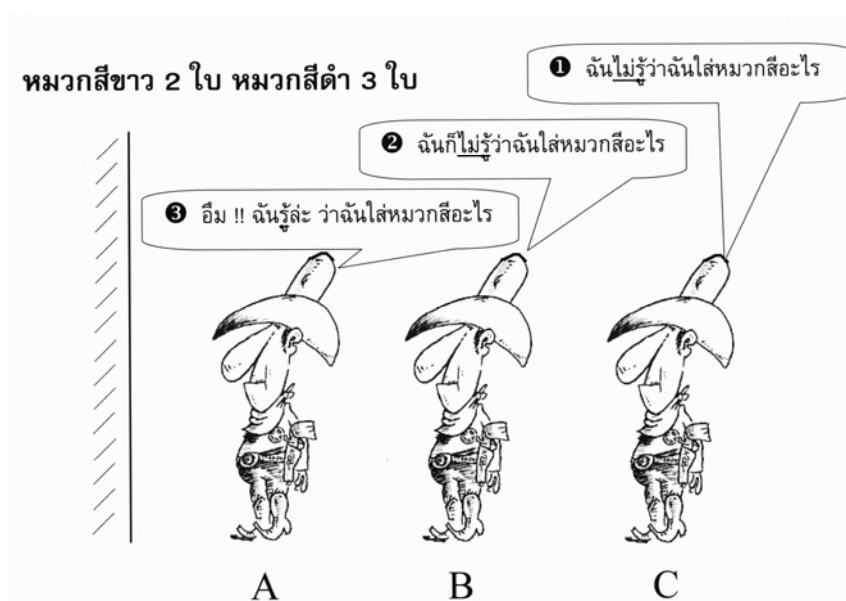
เมื่อได้สอบถามชายทั้งสามคนตามลำดับเริ่มจากท้ายแถว พบว่า

นาย C บอกว่า "ฉันไม่รู้ว่ฉันใส่หมวกสีอะไร"

เมื่อนาย B ได้ยิน ก็นึ่งคิดไปชั่วครู่หนึ่ง แล้วบอกว่า "ฉันก็ไม่รู้ว่าฉันใส่หมวกสีอะไร"

เมื่อนาย A ได้ยินทั้งนาย C และนาย B พูดเช่นนั้น ก็นึ่งคิดขึ้นมาแล้วตอบออกไปว่า "อืม !! ฉันรู้ละ ว่ฉันใส่หมวกสีอะไร"

อยากทราบว่ นาย A ใส่หมวกสีอะไร และเพราะเหตุใด นาย A จึงรู้ว่ตนเองใส่หมวกสีนั้น



ใบกิจกรรมที่ 4-1 (ต่อ)

วิธีคิดอย่างละเอียด

ใบกิจกรรมที่ 4-2

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

(Solve problem B)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 30 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง ‘การว่าจ้างเลี้ยงดูบุตร’ (Problem B) โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดอย่างละเอียด

ปัญหา ‘การว่าจ้างเลี้ยงดูบุตร’

ธิดาได้รับการว่าจ้างให้เลี้ยงดูบุตรของนารีเป็นเวลา 30 วัน โดยนารีจะให้ค่าจ้างแก่ธิดาแบบ
เหมารวม 10,000 บาท แต่ธิดาบอกว่า เขาขอค่าจ้าง

วันแรกเพียง 1 บาท

วันที่สอง 2 บาท

วันที่สาม 4 บาท

วันที่สี่ 8 บาท เช่นนี้เรื่อยไป

นั่นคือ วันถัดมาขอค่าแรงเป็นสองเท่าของวันก่อนหน้านั้นจนครบ 30 วัน

ถ้านักศึกษาเป็นนารี นักศึกษาจะยอมทำตามคำขอของธิดาหรือไม่ เพราะเหตุใด



ใบกิจกรรมที่ 4-2 (ต่อ)

วิธีคิดอย่างละเอียด

ใบกิจกรรมที่ 4-3

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

(Pose problem from problem A)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 40 นาที)

จงตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วเรื่อง ‘ใส่หมวกสีอะไร’ (Problem A) เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป หรือเพื่อให้ปัญหาที่ตั้งขึ้นน่าสนใจท้าทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งแก้ปัญหานั้นด้วย

ปัญหาเดิมเรื่อง ‘ใส่หมวกสีอะไร’

ชาย 3 คน (นาย A, นาย B และนาย C) ยืนต่อแถวหันหน้าเข้าหากำแพงตั้งรูป ทุกคนสวมหมวกคนละ 1 ใบ ซึ่งถูกเลือกมาจากหมวกสีขาว 2 ใบ และหมวกสีดำ 3 ใบ

นาย C ซึ่งอยู่ท้ายแถว มองเห็นว่านาย A และนาย B ใส่หมวกสีอะไร แต่ไม่รู้ว่าคุณเองใส่หมวกสีอะไร

นาย B ซึ่งอยู่กลางแถว มองเห็นว่านาย A ใส่หมวกสีอะไร แต่ไม่รู้ว่าคุณ C และตนเองใส่หมวกสีอะไร

นาย A ซึ่งอยู่หน้าแถว มองไม่เห็นว่าคุณ B และนาย C ใส่หมวกสีอะไร และก็ไม่ได้คิดว่าตนเองใส่หมวกสีอะไร

เมื่อได้สอบถามชายทั้งสามคนตามลำดับเริ่มจากท้ายแถว พบว่า

นาย C บอกว่า “ฉันไม่รู้ว่าคุณใส่หมวกสีอะไร”

เมื่อนาย B ได้ยิน ก็นั่งคิดไปชั่วครู่หนึ่ง แล้วบอกว่า

“ฉันก็ไม่ว่าว่าคุณใส่หมวกสีอะไร”

เมื่อนาย A ได้ยินทั้งนาย C และนาย B พูดเช่นนั้น

ก็ฉวยคิดขึ้นมาแล้วตอบออกไปว่า “อืม !! ฉันรู้ละ ว่าฉันใส่หมวกสีอะไร”

อยากรทราบว่า นาย A ใส่หมวกสีอะไร และเพราะเหตุใด

นาย A จึงรู้ว่าคุณเองใส่หมวกสีนั้น



ตั้งปัญหาใหม่

ปัญหาใหม่เรื่อง

ใบกิจกรรมที่ 4-3 (ต่อ)

แก้ปัญหาใหม่

ใบกิจกรรมที่ 4-4

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

(Pose problem from problem B)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 40 นาที)

จงตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วเรื่อง ‘การว่าจ้างเลี้ยงดูบุตร’ (Problem B) เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป หรือเพื่อให้ปัญหาที่ตั้งขึ้นน่าสนใจ ทำทาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งแก้ปัญหานั้นด้วย

ปัญหาเดิมเรื่อง ‘การว่าจ้างเลี้ยงดูบุตร’

ธิดาได้รับการว่าจ้างให้เลี้ยงดูบุตรของนารีเป็นเวลา 30 วัน โดยนารีจะให้ค่าจ้างแก่ธิดาแบบเหมารวม 10,000 บาท แต่ธิดาบอกว่าเขาขอค่าจ้าง

วันแรกเพียง 1 บาท

วันที่สอง 2 บาท

วันที่สาม 4 บาท

วันที่สี่ 8 บาท เช่นนี้เรื่อยไป

นั่นคือ วันถัดมาขอค่าแรงเป็นสองเท่าของวันก่อนหน้านั้น

จนครบ 30 วัน

ถ้านักศึกษาเป็นนารี นักศึกษาจะยอมทำตามคำขอของธิดาหรือไม่ เพราะเหตุใด



ตั้งปัญหาใหม่

ปัญหาใหม่เรื่อง

ใบกิจกรรมที่ 4-4 (ต่อ)

แก้ปัญหาใหม่

ใบกิจกรรมที่ 4-5

(Learning through communication)

(กิจกรรมทั้งชั้นเรียน ใช้เวลา 40 นาที)

สถานการณ์ A

มะลิวัลย์ต้องการพูดโทรศัพท์บอกเพื่อนของเขาเกี่ยวกับภาพภาพหนึ่งที่ถืออยู่ในมือ โดยเขาจะต้องบรรยายลักษณะของภาพเพื่อให้เพื่อนเข้าใจและสามารถวาดรูปให้เหมือนหรือใกล้เคียงที่สุด มะลิวัลย์และเพื่อนของเขามีเวลาพูดคุยกันภายในเวลาจำกัดเพียง 5 นาที

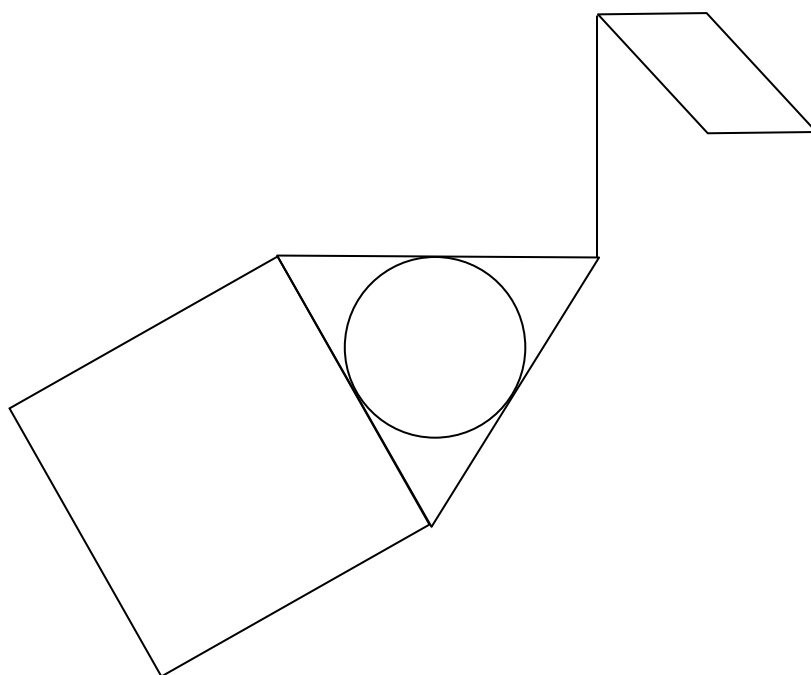


ขั้นตอนการปฏิบัติตามสถานการณ์ A

1. เลือกตัวแทนนักศึกษา 1 คน ที่จะสมมติบทบาทให้เป็นมะลิวัลย์ตามสถานการณ์ A ข้างต้น โดยออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นผู้ไปในบัตรภาพที่กำหนดให้ (บัตรภาพที่ 1) กับเพื่อนนักศึกษาคนอื่นๆ ที่เหลือ
2. เพื่อนนักศึกษาคนอื่นๆ ไม่สามารถมองเห็นว่าได้ว่าบัตรภาพที่กำหนดให้นั้นเป็นภาพอะไร และจะต้องพยายามวาดภาพตามคำใบ้ของตัวแทนนักศึกษาที่เป็นมะลิวัลย์ให้เหมือนหรือใกล้เคียงภาพนั้นมากที่สุด
3. เพื่อนนักศึกษาที่เป็นผู้วาดภาพตามคำใบ้ สามารถสอบถามตัวแทนนักศึกษาที่เป็นมะลิวัลย์เพื่อสื่อสารกลับไปได้ทุกขณะ เมื่อไม่เข้าใจการใบ้
4. จับเวลาการใบ้ภาพ 5 นาที
5. เมื่อหมดเวลา ให้ตัวแทนนักศึกษาที่เป็นมะลิวัลย์เฉลยภาพในบัตรภาพที่ 1 แล้วตรวจดูว่าเพื่อนคนใดวาดภาพได้เหมือนหรือใกล้เคียงที่สุด
6. ให้นักศึกษาได้อภิปรายถึงการสื่อสาร (แบบสองทาง) ที่เกิดขึ้นดังกล่าว ว่าวิธีการใบ้ภาพอย่างไรจึงจะเหมาะสม และเพื่อนที่เป็นผู้ใบ้มีสิ่งใดควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร ตลอดจนให้นักศึกษากล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารจากการปฏิบัติกิจกรรมที่ผ่านมา

ใบกิจกรรมที่ 4-5 (ต่อ)

บัตรภาพที่ 1



ชื่อนักศึกษา

ใบกิจกรรมที่ 4-5 (ต่อ)

ให้นักศึกษาวาดภาพลงในกรอบข้างล่างนี้ตามคำใบ้ของตัวแทนนักศึกษาที่เป็นผู้ใบ้ ให้เหมือนหรือใกล้เคียงภาพในบัตรภาพที่ 1 มากที่สุด (ใช้การสื่อสารแบบสองทาง)

ใบกิจกรรมที่ 4-5 (ต่อ)

สถานการณ์ B

ปัญญาต้องการพูดโทรศัพท์บอกเพื่อนของเขาเกี่ยวกับภาพภาพหนึ่งที่ถืออยู่ในมือ แต่เพื่อนของเขาไม่รับสายโทรศัพท์และให้เขาฝากข้อความเสียงไว้ได้ไม่เกิน 5 นาที โดยปัญญาจะต้องบรรยายลักษณะของภาพเพื่อให้เพื่อนเข้าใจและสามารถวาดรูปให้เหมือนหรือใกล้เคียงที่สุดเมื่อเพื่อนของเขากลับมาเปิดบันทึกเสียงข้อความในภายหลังได้

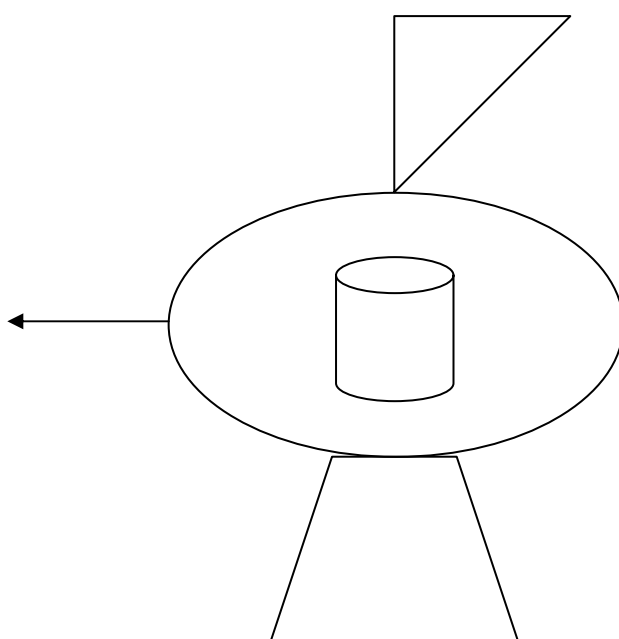


ขั้นตอนการปฏิบัติตามสถานการณ์ B

1. เลือกตัวแทนนักศึกษา 1 คน (ที่ไม่ใช่คนเดิมในสถานการณ์ A) ที่จะสมมติบทบาทให้เป็นปัญญาตามสถานการณ์ B ข้างต้น โดยออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นผู้ไปในบัตรภาพที่กำหนดให้ (บัตรภาพที่ 2) กับเพื่อนนักศึกษาคคนอื่นๆ ที่เหลือ
2. เพื่อนนักศึกษาคคนอื่นๆ ไม่สามารถมองเห็นว่าได้บัตรภาพที่กำหนดให้นั้นเป็นภาพอะไร และจะต้องพยายามวาดภาพตามคำใบ้ของตัวแทนนักศึกษาที่เป็นปัญญาให้เหมือนหรือใกล้เคียงภาพนั้นมากที่สุด
3. เพื่อนนักศึกษาที่เป็นผู้วาดภาพตามคำใบ้ ไม่สามารถสอบถามตัวแทนนักศึกษาที่เป็นปัญญาเพื่อสื่อสารกลับได้ (นั่นคือการสื่อสารทางเดียว)
4. จับเวลาการใบ้ภาพ 5 นาที
5. เมื่อหมดเวลา ให้ตัวแทนนักศึกษาที่เป็นปัญญาเฉลยภาพในบัตรภาพที่ 2 แล้วตรวจสอบว่าเพื่อนคนใดวาดภาพได้เหมือนหรือใกล้เคียงที่สุด
6. ให้นักศึกษาได้อภิปรายถึงการสื่อสาร (แบบทางเดียว) ที่เกิดขึ้นดังกล่าว ว่าวิธีการใบ้ภาพอย่างไรจึงจะเหมาะสม และเพื่อนที่เป็นผู้ใบ้มีสิ่งใดควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร ตลอดจนให้นักศึกษากล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารจากการปฏิบัติกิจกรรมที่ผ่านมา

ใบกิจกรรมที่ 4-5 (ต่อ)

บัตรภาพที่ 2



ชื่อนักศึกษา

ใบกิจกรรมที่ 4-5 (ต่อ)

ให้นักศึกษาวาดภาพลงในกรอบข้างล่างนี้ตามคำใบ้ของตัวแทนนักศึกษาที่เป็นผู้ใบ้ ให้เหมือนหรือใกล้เคียงภาพในบัตรภาพที่ 2 มากที่สุด (ใช้การสื่อสารแบบทางเดียว)

ใบกิจกรรมที่ 4-6

ชื่อนักศึกษา

(Journal writing)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 10 นาที)

ให้นักศึกษาเขียนบันทึกเพื่อสะท้อนความรู้สึกรู้สึกและความคิดเห็นต่อกิจกรรมทั้งหมดที่ทำในครั้งนี ตามประเด็นที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

- ❶ สิ่งที่ข้าพเจ้าได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้
- ❷ ความคิดเห็นของข้าพเจ้าต่อกิจกรรมในครั้งนี้
- ❸ ความประทับใจของข้าพเจ้าต่อกิจกรรมในครั้งนี้
- ❹ อุปสรรคที่ข้าพเจ้าพบในการทำกิจกรรมในครั้งนี้

เอกสารเพิ่มเติมท้ายกิจกรรมที่ 4

เฉลยคำตอบและตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาเรื่อง 'ใส่หมวกสีอะไร' (Problem A)

ปัญหา 'ใส่หมวกสีอะไร'

ชาย 3 คน (นาย A, นาย B และนาย C) ยืนต่อแถวหันหน้าเข้าหากำแพงดังรูป ทุกคนสวมหมวกคนละ 1 ใบ ซึ่งถูกเลือกมาจากหมวกสีขาว 2 ใบ และหมวกสีดำ 3 ใบ

นาย C ซึ่งอยู่ท้ายแถว มองเห็นว่านาย A และนาย B ใส่หมวกสีอะไร แต่ไม่รู้ว่าตนเองใส่หมวกสีอะไร

นาย B ซึ่งอยู่กลางแถว มองเห็นว่านาย A ใส่หมวกสีอะไร แต่ไม่รู้ว่านาย C และตนเองใส่หมวกสีอะไร

นาย A ซึ่งอยู่หน้าแถว มองไม่เห็นว่ามี นาย B และนาย C ใส่หมวกสีอะไร และก็ไม่ได้คิดว่าตนเองใส่หมวกสีอะไร

เมื่อได้สอบถามชายทั้งสามคนตามลำดับเริ่มจากท้ายแถว พบว่า

นาย C บอกว่า "ฉันไม่รู้ว่าคุณใส่หมวกสีอะไร"

เมื่อนาย B ได้ยิน ก็นึกคิดไปชั่วครู่หนึ่ง แล้วบอกว่า "ฉันก็ไม่ได้ว่าคุณใส่หมวกสีอะไร"

เมื่อนาย A ได้ยินทั้งนาย C และนาย B พูดเช่นนั้น ก็อดคิดขึ้นมาแล้วตอบออกไปว่า "อืม !! ฉันรู้ละ ว่าฉันใส่หมวกสีอะไร"

อยากทราบว่า นาย A ใส่หมวกสีอะไร และเพราะเหตุใด นาย A จึงรู้ว่าตนเองใส่หมวกสีนั้น



เฉลยคำตอบ นาย A ใส่หมวกสีดำ ด้วยเหตุผลดังนี้

ใช้วิธีการแบ่งกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของที่แต่ละคนใส่หมวกสีต่างๆ โดยใส่ในตารางได้ทั้งหมด 8 กรณี

	นาย A	นาย B	นาย C	การตัดตัวเลือกต่างๆ
กรณีที่ 1	ขาว	ขาว	ขาว	✗ เป็นไปไม่ได้จากเงื่อนไข
กรณีที่ 2	ขาว	ขาว	ดำ	✗ เป็นไปไม่ได้จากการกล่าวของนาย C
กรณีที่ 3	ขาว	ดำ	ขาว	✗ เป็นไปไม่ได้จากการกล่าวของนาย B
กรณีที่ 4	ขาว	ดำ	ดำ	
กรณีที่ 5	ดำ	ขาว	ขาว	✓ กรณีที่เหลือเป็นคำตอบ นั่นคือ นาย A ใส่หมวกสีดำ
กรณีที่ 6	ดำ	ขาว	ดำ	
กรณีที่ 7	ดำ	ดำ	ขาว	
กรณีที่ 8	ดำ	ดำ	ดำ	

พิจารณากรณีที่ 1 เนื่องจากเงื่อนไขของปัญหาบอกว่าเลือกหมวกมาจากหมวกสีขาว 2 ใบ และหมวกสีดำ 3 ใบเท่านั้น ดังนั้นกรณีที่ 1 ที่ทุกคน (ทั้งสามคน) ใส่หมวกสีขาวจึงเป็นไปได้

พิจารณากรณีที่ 2 เนื่องจากนาย C บอกว่า “ฉันไม่รู้ว่าฉันใส่หมวกสีอะไร” ถ้านาย A ใส่สีขาว นาย B ใส่สีขาว ดังนั้นนาย C ต้องรู้ทันทีว่าตนเองใส่สีดำ เพราะหมวกสีขาวที่จะเลือกได้มีแค่ 2 ใบเท่านั้น (ซึ่งนาย A และนาย B เลือกไปแล้ว) ดังนั้นกรณีที่ 2 จึงเป็นไปได้

พิจารณากรณีที่ 3 และ 4 เนื่องจากนาย B บอกว่า “ฉันก็ไม่รู้ว่าฉันใส่หมวกสีอะไร” ดังนั้นกรณีที่นาย A ใส่หมวกสีขาว ซึ่งขณะนี้เหลือเพียงกรณีที่ 3 และ 4 เท่านั้น ทั้งสองกรณีนี้ นาย B ใส่หมวกสีดำ ดังนั้นนาย B จึงต้องรู้ว่าตนเองใส่หมวกสีอะไร ดังนั้นกรณีที่ 3 และ 4 จึงเป็นไปได้

ดังนั้นกรณีที่เหลือ ได้แก่ กรณีที่ 5, 6, 7 และ 8 จะเห็นว่าเป็นกรณีที่นาย A ใส่หมวกสีดำทั้งหมด นั่นคือสรุปได้ว่า นาย A จึงรู้ว่าตนเองใส่หมวกสีดำ

เฉลยคำตอบและตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาเรื่อง ‘การว่าจ้างเลี้ยงดูบุตร’ (Problem B)

ปัญหา ‘การว่าจ้างเลี้ยงดูบุตร’

ธิดาได้รับการว่าจ้างให้เลี้ยงดูบุตรของนารีเป็นเวลา 30 วัน โดยนารีจะให้ค่าจ้างแก่ธิดาแบบเหมารวม 10,000 บาท แต่ธิดาบอกว่าเขาขอค่าจ้าง

วันแรกเพียง 1 บาท

วันที่สอง 2 บาท

วันที่สาม 4 บาท

วันที่สี่ 8 บาท เช่นนี้เรื่อยไป

นั่นคือ วันถัดมาขอค่าแรงเป็นสองเท่า

ของวันก่อนหน้านั้นจนครบ 30 วัน

ถ้านักศึกษาเป็นนารี นักศึกษาจะยอมทำตามคำขอของธิดาหรือไม่ เพราะเหตุใด



เฉลยคำตอบ ไม่ควรยอมทำตามคำขอของธิดา ด้วยเหตุผลดังนี้

ใช้ตารางแสดงค่าจ้างที่ได้รับในแต่ละวัน และผลรวมของค่าจ้างตั้งแต่วันแรก แล้วสังเกตแบบรูปที่เกิดขึ้น ดังนี้

วันที่	ค่าจ้างที่ได้รับ	ผลรวมของค่าจ้างตั้งแต่วันแรก
1	$1 = 2^0$	$1 = 1$
2	$2 = 2^1$	$1+2 = 3$
3	$4 = 2^2$	$1+2+4 = 7$
4	$8 = 2^3$	$1+2+4+8 = 15$
5	$16 = 2^4$	$1+2+4+8+16 = 31$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
n	2^{n-1}	$2^n - 1$

หากนารีทำตามคำขอของธิดา เมื่อครบ 30 วัน เขาจะต้องจ่ายค่าจ้างรวมเท่ากับ $2^{30} - 1$ บาท เมื่อใช้เครื่องคำนวณจะได้ $2^{30} - 1 = 1,073,741,823$ บาท มากกว่าค่าจ้างที่ธิดาควรจะได้รับมากมายนัก ดังนั้นนารีไม่ควรทำตามที่ธิดาร้องขอ

แผนการจัดกิจกรรมที่ 5

ชื่อกิจกรรม

เวลา 3 ชั่วโมง

กิจกรรมฝึกการรู้คิด (Metacognition)

จุดประสงค์

เพื่อให้ นักศึกษาครูได้ฝึกการรู้คิด (Metacognition) โดยฝึกเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

แนวคิดที่สำคัญ

การรู้คิดหมายถึงการคิดที่ลึกซึ้งหรือการไตร่ตรองเกี่ยวกับการคิดของตนเอง รู้ว่าตนกำลังอยู่ในกระบวนการคิดใดและสามารถควบคุมตนเองให้ทำตามนั้นได้ การรู้คิดที่สำคัญคือการกำกับว่าที่ตนคิดอยู่นั้นเป็นแนวทางที่จะได้ผลหรือไม่ ถ้าไม่ได้ผลควรจะเริ่มพิจารณาเปลี่ยนมุมมอง เปลี่ยนวิธีการหรือแนวคิด นักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกการรู้คิดจะมีความตระหนักในงานและสามารถใช้ยุทธวิธีในการทำงานจนสำเร็จอย่างสมบูรณ์ได้ องค์ประกอบของการรู้คิด ได้แก่ 1) การตระหนักรู้ (Awareness) และ 2) ความสามารถในการควบคุมตนเอง (Self-Regulation)

กระบวนการของการรู้คิดประกอบด้วย

1) การวางแผน (Planning) เป็นการดำเนินการเพื่อให้รู้ว่าตนเองจะทำงานนั้นอย่างไร พฤติกรรมในขั้นนี้ประกอบด้วย การตั้งเป้าหมาย การสำรวจทรัพยากรที่เกี่ยวข้องรวมถึงงบประมาณ เวลาที่จะใช้ และการเลือกยุทธวิธีที่จะใช้

2) การกำกับ (Monitoring) เป็นการควบคุมการคิดของตนเอง พฤติกรรมในขั้นนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเอง การทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนการที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด และการทบทวนความคิดเกี่ยวกับความเหมาะสมของขั้นตอนและวิธีการ

3) การประเมิน (Evaluating) เป็นการตรวจสอบและประเมินผลลัพธ์เพื่อค้นหาระดับความเข้าใจของตนเองและพัฒนางานให้ดีขึ้น

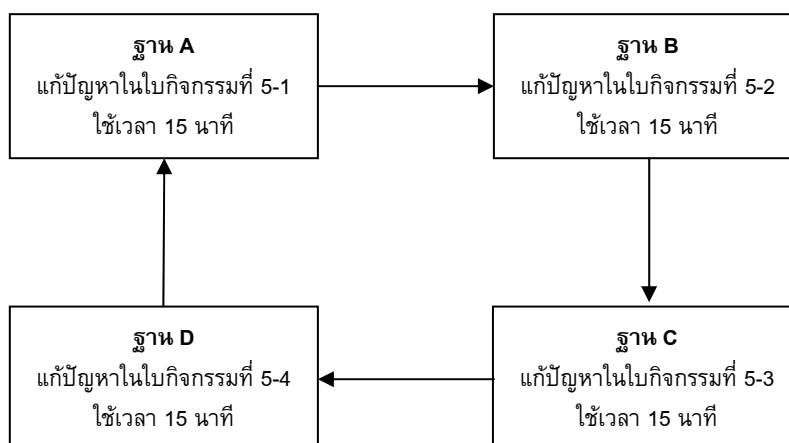
สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 5-1 (Solve problem A)
2. ใบกิจกรรมที่ 5-2 (Solve problem B)
3. ใบกิจกรรมที่ 5-3 (Solve problem C)
4. ใบกิจกรรมที่ 5-4 (Solve problem D)
5. ใบกิจกรรมที่ 5-5 (Assessment of Metacognition)
6. ใบกิจกรรมที่ 5-6 (Inventories for problem solving)
7. ใบกิจกรรมที่ 5-7 (Pose problem from routine problem)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. แบ่งกลุ่มนักศึกษาครูออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน เพื่อปฏิบัติกิจกรรมฐานการแก้ปัญหา จำนวน 4 ฐาน ดังแผนภาพต่อไปนี้

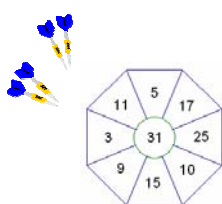
กิจกรรมฐานการแก้ปัญหา



กิจกรรมฐานการแก้ปัญหาเริ่มต้นจากให้นักศึกษาครูกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ประจำฐาน A, B, C และ D ตามลำดับ แล้วเริ่มปฏิบัติการแก้ปัญหาพร้อมกันในแต่ละฐาน เมื่อหมดเวลา (15 นาที) ให้นักศึกษาครูแต่ละกลุ่มหมุนเวียนปฏิบัติกิจกรรมในฐานอื่นเป็นวงจร (ดังแผนภาพ) จนครบทั้งสี่ฐาน (ใช้เวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง)

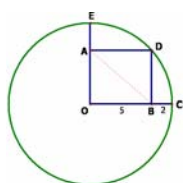
ทั้งนี้ปัญหาในแต่ละฐานเป็นดังนี้

ฐาน A $\Rightarrow$ ปัญหา ‘ปาลูกดอก’



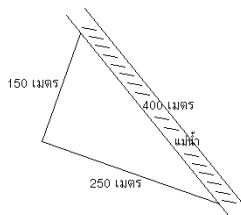
- (1) ถ้าแจกปาลูกดอก 4 ลูก (เข้าเป้าทั้งหมด) แล้วได้แต้มรวมเป็น 61 จงยกตัวอย่างกรณีที่เป็นไปได้ของแต้มของลูกดอกแต่ละลูกมาสัก 1 กรณี
- (2) ถ้าเอาแต้ม 10 ออกจากเป้า จงยกตัวอย่างกรณีที่เป็นไปได้ของแต้มของลูกดอกแต่ละลูก ที่แจกปาเข้าเป้าทั้งหมด 4 ลูก แล้วได้แต้มรวมเป็น 61 มาสัก 1 กรณี

ฐาน B $\Rightarrow$ ปัญหา ‘AB เท่ากับเท่าไร’



จากรูปกำหนดให้ $\square$ AOB เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก $OB = 5$ หน่วย และ $BC = 2$ หน่วย จงหาว่า AB เท่ากับเท่าไร

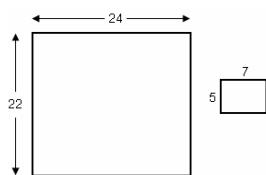
ฐาน C ⇨ ปัญหา ‘การซื้อที่ดิน’



สามีภรรยาคนหนึ่งต้องการซื้อที่ดินเพื่อสร้างบ้าน พวกเขาเห็นโฆษณาในหน้าหนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่งที่ประกาศขายที่ดินซึ่งมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมติดแม่น้ำ (มีขนาดดังรูป) โดยขายที่ดินตารางเมตรละ 100 บาท เมื่อสามีภรรยาคนนี้ได้คำนวณราคาที่ดิน พวกเขาเห็นความผิดปกติของแผนผังของที่ดินนี้

นักศึกษาคิดว่าสามีภรรยาคนนี้พบความผิดปกติของแผนผังของที่ดินนี้อย่างไร

ฐาน D ⇨ ปัญหา ‘ตัดกระดาษทำบัตร’



ครูเพชรต้องการทำบัตรรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 5×7 เซนติเมตร จากกระดาษแข็งเพื่อใช้แจกนักเรียนของตนคนละ 1 ใบ จึงไปซื้อกระดาษแข็งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 22×24 เซนติเมตรจากร้านค้า อยากทราบว่าครูเพชรจะสามารถใช้กระดาษแข็งดังกล่าว 1 แผ่นตัดแบ่งเพื่อทำบัตรแจกนักเรียนได้มากที่สุดกี่ใบ และตัดแบ่งอย่างไร

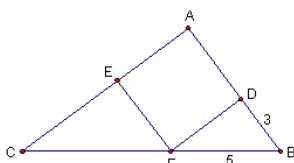
2. นักศึกษาครูแต่ละคนทำแบบประเมินการรู้คิด (Metacognition) ในใบกิจกรรมที่ 5-5 (ใช้เวลา 10 นาที)

3. นักศึกษาครูในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาของแต่ละฐานหน้าชั้นเรียน โดยเน้นการเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหา นักศึกษาครูคนอื่นๆ ร่วมอภิปรายถึงการให้เหตุผลในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ใช้เวลา 40 นาที)

4. นักศึกษาครูแต่ละคนทำแบบสำรวจรายการในใบกิจกรรมที่ 5-6 (ใช้เวลา 10 นาที)

5. นักศึกษาครู (รายบุคคล) ปฏิบัติกิจกรรมการตั้งปัญหาโดยปรับจากปัญหาที่คุ้นเคยที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ 5-7 ฝึกให้นักศึกษาครูลองเปลี่ยนมุมมองการคิดในการตั้งปัญหา ให้เป็นปัญหาที่น่าสนใจ ทำทาย และขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป หลากๆ ปัญหา (ใช้เวลา 30 นาที)

ทั้งนี้ปัญหาที่คุ้นเคยเป็นดังนี้



กำหนดรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส ADFE แฉกในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ดังรูป ถ้า $DB = 3$ หน่วย และ $FB = 5$ หน่วย จงหาอัตราส่วนของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจตุรัส ADFE ต่อพื้นที่รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

6. นักศึกษาครูแต่ละคนออกมานำเสนอผลการตั้งปัญหาของตนเอง โดยให้นำเสนอว่ามีวิธีการเปลี่ยนมุมมองการคิดในการตั้งปัญหาอย่างไร และบอกเหตุผลว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นน่าสนใจ ทำทาย และขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไปอย่างไร ทั้งนี้ให้เพื่อนนักศึกษาคูรคนอื่นๆ ร่วมอภิปรายและแสดงความคิดเห็น (ใช้เวลา 30 นาที)

7. นักศึกษาช่วยกันสรุปแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้ เพื่อใช้สำหรับจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) ในการสรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดในกิจกรรมที่ 10 (กิจกรรมสุดท้าย) ต่อไป

การประเมินผล

1. ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมฐานการแก้ปัญหา จากใบกิจกรรมที่ 5-1 ถึงใบกิจกรรมที่ 5-4 พร้อมทั้งสังเกตวิธีการเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหา สังเกตการนำเสนออย่างเป็นเหตุเป็นผลในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา ตลอดจนสังเกตการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากในขณะปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มและจากการออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาลงหน้าชั้นเรียน

2. ประเมินการรู้คิด (Metacognition) ความรู้สึกและความคิดเห็นในการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 5-5 และใบกิจกรรมที่ 5-6

3. ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการตั้งปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 5-7 พร้อมทั้งสังเกตวิธีการเปลี่ยนมุมมองการคิดในการตั้งปัญหา

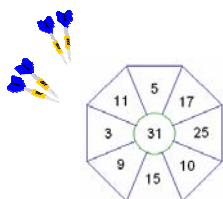
บันทึกหลังการจัดกิจกรรม

ผลการประเมินกิจกรรมฐานการแก้ปัญหา

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้นักศึกษาครูแต่ละกลุ่ม (4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน) ปฏิบัติกิจกรรมฐานการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 5-1 ถึงใบกิจกรรมที่ 5-4 ปรากฏผลดังนี้

สำหรับใบกิจกรรมที่ 5-1 ที่ให้นักศึกษาแก้ปัญหาเรื่อง “ปาลูกดอก” ที่กล่าวว่า

ปัญหา ‘ปาลูกดอก’

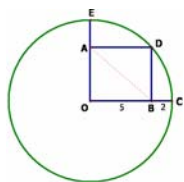


- (1) ถ้าแจกปาลูกดอก 4 ลูก (เข้าเป้าทั้งหมด) แล้วได้แต้มรวมเป็น 61
จงยกตัวอย่างกรณีที่เข้าเป้าได้ของแต้มของลูกดอกแต่ละลูกมาสัก 1 กรณี
- (2) ถ้าเอาแต้ม 10 ออกจากเป้า
จงยกตัวอย่างกรณีที่เข้าเป้าได้ของแต้มของลูกดอกแต่ละลูก ที่แจกปาเข้าเป้าทั้งหมด 4 ลูก แล้วได้แต้มรวมเป็น 61 มาสัก 1 กรณี

จากการสังเกตขณะที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มกำลังแก้ปัญหา พบว่า ในช่วงแรกของการแก้ปัญหา เมื่อนักศึกษาอ่านปัญหาย่อยข้อ (1) เสร็จแล้ว แต่ละคนจะเริ่มคิดหากรณีที่เข้าเป้าได้ของแต้มของลูกดอกทั้งสี่ลูกที่มีแต้มรวมเป็น 61 ซึ่งทุกคนสามารถหาได้ถูกต้อง แต่เมื่อนักศึกษาทำปัญหาย่อยข้อ (2) พบว่า นักศึกษาใช้เวลาค่อนข้างนานจนเกือบหมดเวลา ก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ จนมีนักศึกษาบางคนถามว่า โจทย์ผิดพลาดหรือไม่ เพราะหากรณีที่แต้มรวมของลูกดอกทั้งสี่ลูกเป็น 61 ไม่ได้ จึงแนะนำว่า โจทย์ไม่ได้ผิดพลาดแต่อย่างใด แต่ให้นักศึกษาคิดทบทวนวิเคราะห์ดูให้ดี ว่าเงื่อนไขที่ตัดแต้ม 10 ออกไป ส่งผลต่อคำตอบของปัญหาอย่างไร ผลปรากฏว่า นักศึกษาทั้งสี่กลุ่มสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องว่า “ถ้าเอาแต้ม 10 ออกจากเป้าแล้ว เข้าเป้าไม่ได้ ที่แต้มรวมของลูกดอกทั้งสี่ลูกจะเท่ากับ 61” ทั้งนี้ นักศึกษา 1 กลุ่มไม่ได้บอกเหตุผลว่าเพราะเหตุใด เพียงแต่ระบุว่า “เมื่อเอาแต้ม 10 ออกจากเป้า จะทำให้ไม่สามารถรวมกันได้ 61” นักศึกษา 2 กลุ่มบอกเหตุผลได้แต่ยังไม่ชัดเจนสมบูรณ์ โดยกล่าวว่า “เมื่อตัดแต้ม 10 ออกแล้วนำจำนวนที่เหลืออีก 4 ตัวใดๆ บวกกัน จะได้กรณีที่เข้าเป้าได้เท่ากับ $C_{(10, 8)} = \frac{10!}{8! \cdot 2!} = 45$ กรณี เช่น $9 + 5 + 11 + 15 = 40 \neq 61$ หรือ $3 + 5 + 17 + 25 = 50 \neq 61$ และในกรณีอื่นๆ ที่เหลืออีก 43 กรณีก็ไม่ได้ 61” ส่วนนักศึกษาอีก 1 กลุ่มสามารถให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลและชัดเจนโดยระบุว่า “เมื่อตัดหมายเลข 10 ออก จะพบว่าตัวเลขที่เหลือเป็นจำนวนคี่ทั้งหมด เมื่อนำจำนวนคี่ 4 ตัวใดๆ บวกกัน จะได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนคู่เสมอ นั่นคือเข้าเป้าไม่ได้ที่จะได้ผลบวกเท่ากับ 61”

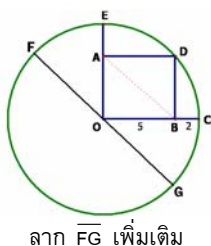
สำหรับใบกิจกรรมที่ 5-2 ที่ให้นักศึกษาแก้ปัญหาเรื่อง “AB เท่ากับเท่าไร” ที่กล่าวว่า

ปัญหา ‘AB เท่ากับเท่าไร’

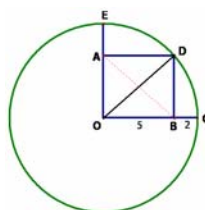


จากรูปกำหนดให้ $\square AOB$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก $OB = 5$ หน่วย
และ $BC = 2$ หน่วย จงหาว่า AB เท่ากับเท่าไร

จากการสังเกตขณะที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มกำลังแก้ปัญหา พบว่า นักศึกษาทุกกลุ่มเริ่มลงมือแก้ปัญหาทันทีเมื่อเห็นโจทย์ โดยมองว่า AB เป็นความยาวด้านตรงข้ามมุมฉากของรูปสามเหลี่ยม AOB จึงนึกถึงความรู้ที่ตนเองคุ้นเคยในเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสซึ่งได้ความสัมพันธ์ว่า AB^2 เท่ากับ $AO^2 + OB^2$ เมื่อถึงตรงนี้นักศึกษาใช้เวลาคิดค่อนข้างนานเพราะติดปัญหาที่ว่าหา OA ได้อย่างไร เนื่องจากไม่สามารถหาความสัมพันธ์อื่นใดของ OA กับส่วนอื่นๆ ได้ นักศึกษาจะเริ่มคิดแล้วว่าวิธีการที่ทำมานั้นไม่ประสบความสำเร็จ หลายคนเริ่มเปลี่ยนมุมมองการคิดและวิธีการที่จะแก้ปัญหา มีนักศึกษา 1 กลุ่มที่ใช้วิธีลากเส้นผ่านศูนย์กลาง $\overline{FG}$ ให้ขนานกับ $\overline{AB}$ (ดูภาพประกอบ 34) แล้วให้เหตุผลว่าเส้นผ่านศูนย์กลาง $\overline{FG}$ ต้องยาวเป็น 2 เท่าของ $\overline{AB}$ อย่างแน่นอน นั่นคือ $\overline{AB}$ ต้องมีความยาวเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางหรือเท่ากับรัศมีของวงกลมนั่นเอง ซึ่งจากรูปจะได้รัศมีของวงกลมยาวเท่ากับ 7 หน่วย นั่นคือ $AB = 7$ หน่วยเป็นคำตอบ จะเห็นว่าวิธีการเปลี่ยนมุมมองการคิดของนักศึกษากลุ่มนี้เป็นวิธีการที่สามารถนำไปสู่คำตอบได้ แต่การอธิบายเหตุผลว่าทำไม $\overline{AB}$ จึงมีความยาวเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางหรือเท่ากับรัศมีของวงกลมนั้นยังไม่ชัดเจน ส่วนนักศึกษาที่เหลืออีก 3 กลุ่มใช้วิธีการลาก $\overline{OD}$ ซึ่งเป็นเส้นทแยงมุมอีกเส้นหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก AOB (ดูภาพประกอบ ๒๐) แล้วให้เหตุผลว่า จากสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ว่า เส้นทแยงมุมทั้งสองเส้นของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความยาวเท่ากัน ดังนั้นจะได้ $AB = OD$ และสังเกตได้ว่า $\overline{OD}$ เป็นรัศมีของวงกลมซึ่งยาวเท่ากับ 7 หน่วย นั่นคือ $AB = 7$ หน่วยเป็นคำตอบ จะเห็นได้ว่าวิธีการเปลี่ยนมุมมองการคิดแก้ปัญหานักศึกษากลุ่มดังกล่าวเป็นวิธีการที่สามารถนำไปสู่คำตอบได้และการอธิบายเหตุผลก็ชัดเจนและสมเหตุสมผล



ลาก $\overline{FG}$ เพิ่มเติม

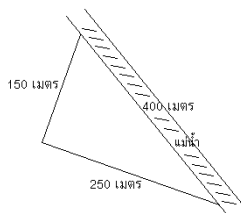


ลาก $\overline{OD}$ เพิ่มเติม

ภาพประกอบ ๒๐ การเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหาเรื่อง AB เท่ากับเท่าไร

สำหรับใบกิจกรรมที่ 5-3 ที่ให้นักศึกษาแก้ปัญหาเรื่อง “การซื้อที่ดิน” ที่กล่าวว่า

ปัญหา ‘การซื้อที่ดิน’



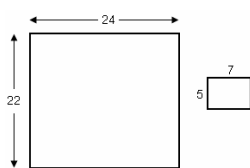
สามีภรรยาคนหนึ่งต้องการซื้อที่ดินเพื่อสร้างบ้าน พวกเขาเห็นโฆษณาในหนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่งที่ประกาศขายที่ดินซึ่งมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมติดแม่น้ำ (มีขนาดดังรูป) โดยขายที่ดินตารางเมตรละ 100 บาท เมื่อสามีภรรยาคนนี้ได้คำนวณราคาที่ดิน พวกเขาเห็นความผิดปกติของแผนผังของที่ดินนี้

นักศึกษาคิดว่าสามีภรรยาคนนี้พบความผิดปกติของแผนผังของที่ดินอย่างไร

จากการสังเกตขณะที่นักศึกษากำลังแก้ปัญหา พบว่า แต่ละกลุ่มมีความหลากหลายในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้ กลุ่มหนึ่งได้ทักท้วงเอาว่ารูปสามเหลี่ยมดังกล่าวเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จึงตอบว่าความผิดปกติของแผนผังคือความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมไม่เป็นไปตามทฤษฎีบทพีทาโกรัส ($150^2 + 250^2 \neq 400^2$) นักศึกษาอีกกลุ่มหนึ่งกล่าวว่าเมื่อเทียบสัดส่วนของความยาวด้านแต่ละด้านแล้วจะเห็นว่ารูปไม่สมจริง แต่ไม่ได้ให้รายละเอียดและไม่สามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใด นักศึกษาอีกกลุ่มหนึ่งให้เหตุผลอย่างไม่สมเหตุสมผลจากเงื่อนไขของปัญหาที่ให้มา โดยระบุว่าที่ดินน่าจะราคาแพงกว่าตารางเมตรละ 100 บาทเพราะเป็นที่ดินที่ติดแม่น้ำหรือบางที่สามีภรรยาผู้นี้อาจไม่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์จึงคำนวณราคาที่ดินไม่ถูกต้อง ส่วนนักศึกษากลุ่มหนึ่งอธิบายความผิดปกติของแผนผังที่ดินดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผลโดยกล่าวว่า เพราะว่า $150 + 250 = 400$ ดังนั้นแผนผังที่ดินนี้เกิดขึ้นมาไม่ได้เนื่องจากความยาวด้านสองด้านใด ๆ ของรูปสามเหลี่ยมต้องรวมกันได้มากกว่าอีกด้านหนึ่งที่เหลือ ไม่เช่นนั้นจะไม่เกิดเป็นรูปสามเหลี่ยม

สำหรับใบกิจกรรมที่ 5-4 ที่ให้นักศึกษาแก้ปัญหาเรื่อง “ตัดกระดาษทำบัตร” ที่กล่าวว่า

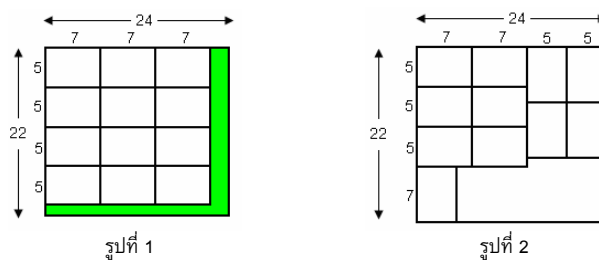
ปัญหา ‘ตัดกระดาษทำบัตร’



ครูเพชรต้องการทำบัตรรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 5×7 เซนติเมตร จากกระดาษแข็งเพื่อใช้แจกนักเรียนของตนคนละ 1 ใบ จึงไปซื้อกระดาษแข็งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 22×24 เซนติเมตรจากร้านค้า อยากทราบว่าครูเพชรจะสามารถใช้กระดาษแข็งดังกล่าว 1 แผ่นตัดแบ่งเพื่อทำบัตรแจกนักเรียนได้มากที่สุดกี่ใบ และตัดแบ่งอย่างไร

จากการสังเกตขณะที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มกำลังแก้ปัญหา พบว่า มีนักศึกษา 2 กลุ่มที่ไม่ได้คิดมองต่างมุมถึงการจัดวางเรียงกระดาษทำบัตรในแนวทางอื่นๆ โดยใช้การวางเรียงในแนวทางเดียวกันทั้งหมดดังรูปที่ 1 ในภาพประกอบ ๒๑ ซึ่งจะได้บัตรทั้งหมด 12 ใบ มีนักศึกษา 1 กลุ่มที่ไม่ได้แสดงการตัดแบ่งรูปให้เห็นแต่ใช้การหาพื้นที่และวิธีการหารดังนี้ $(22 \times 24) \div (5 \times 7) = 528 \div 35 \approx 15.086$ แล้วตอบว่าการตัดแบ่งจะได้บัตรมากที่สุด 15 ใบ ส่วนนักศึกษาอีก 1 กลุ่มพยายามตัดแบ่งรูปโดยวางเรียงบัตรในแนวนอนและแนวตั้งประสมกัน แต่รูปยังไม่เสร็จสมบูรณ์ดังรูปที่ 2 ในภาพประกอบ ๒๑

พร้อมทั้งให้รายละเอียดว่าพื้นที่ของกระดาษขนาด 22×24 เท่ากับ 528 ตารางเซนติเมตร พื้นที่ของกระดาษขนาด 5×7 เท่ากับ 35 ตารางเซนติเมตร ซึ่ง $528 \div 35 \approx 15$ ดังนั้นตัดแบ่งกระดาษทำบัตรได้ไม่เกิน 15 ใบ จะเห็นว่าแนวคิดของนักศึกษาในกลุ่มนี้สอดคล้องตามความเป็นจริง แต่การดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบยังไม่เสร็จสมบูรณ์เนื่องจากข้อจำกัดของเวลาในการแก้ปัญหา



ภาพประกอบ ๒๑ การเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหาเรื่องตัดกระดาษทำบัตร

ผลการประเมินการรู้คิด (Metacognition)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้นักศึกษาคูทำแบบประเมินการรู้คิด (Metacognition) ในใบกิจกรรมที่ 5-5 หลังจากผ่านการแก้ปัญหาในกิจกรรมฐานการแก้ปัญหาทั้งสี่ข้อข้างต้นเสร็จแล้ว แสดงได้ดังตาราง ๑ ต่อไปนี้

ตาราง ๑ ผลการตอบแบบประเมินการรู้คิดในใบกิจกรรมที่ 5-5

ข้อ	พฤติกรรม	จำนวนนักศึกษาครู (คน)		
		ไม่ได้ทำ	ไม่แน่ใจ	ทำ
ก่อนที่จะนักศึกษาจะลงมือแก้ปัญหา				
1	อ่านปัญหาแต่ละปัญหามากกว่า 1 ครั้ง	0	0	12
2	พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร	0	0	12
3	ทบทวนปัญหาคำพูดหรือภาษาของตนเอง	0	0	12
4	ใช้วิธีขีดเส้นใต้ หรือวงกลม หรือทำเครื่องหมายต่างๆ ในโจทย์ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา	5	1	6
5	พยายามคิดถึงปัญหาที่คล้ายกันและเคยแก้มาก่อน	7	3	2
6	พยายามคิดถึงสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการหาคำตอบ	0	0	12
7	พยายามคิดถึงวิธีง่ายๆ ที่จะใช้หาคำตอบ	0	4	8

ตาราง ๑ (ต่อ)

ข้อ	พฤติกรรม	จำนวนนักศึกษาครู (คน)		
		ไม่ได้ทำ	ไม่แน่ใจ	ทำ
ขณะที่นักศึกษา กำลังแก้ปัญหา				
8	ถามตนเองว่าทำไมจึงทำวิธีการเช่นนั้น สิ่งที่จะนำไปสู่คำตอบหรือไม่	0	6	6
9	หยุดคิดทบทวนว่าขั้นตอนที่เพิ่งทำผ่านมา จะทำให้หาคำตอบได้หรือไม่	0	2	10
10	ตรวจสอบทีละขั้นๆ ขณะแก้ปัญหา	3	4	5
11	มีการทำบางอย่างผิดพลาด จึงย้อนกลับไปแก้ไขใหม่	0	4	8
12	พยายามเปลี่ยนมุมมองการคิดใหม่ เมื่อวิธีการเดิมใช้ไม่ได้ผล	0	2	10
หลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว				
13	ย้อนกลับไปตรวจสอบงานที่ทำทั้งหมดอีกครั้ง	0	5	7
14	ตรวจดูว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่สมเหตุผลหรือมีความเป็นไปได้หรือไม่	0	5	7
15	ตรวจสอบว่ามีวิธีการอื่นๆ ที่จะหาคำตอบอีกหรือไม่	4	6	2
16	ตรวจสอบว่ามีคำตอบอื่นๆ ที่เป็นไปได้หรือไม่	4	6	2

จากตาราง ๑ จะเห็นว่าพฤติกรรมที่นักศึกษาส่วนใหญ่ทำ (ตั้งแต่ 10 คนขึ้นไป) ได้แก่ อ่านปัญหาแต่ละปัญหามากกว่า 1 ครั้ง พิจารณาว่าปัญหามองการอะไร ทบทวนปัญหาคำพูดหรือภาษาของตนเอง พยายามคิดถึงสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการหาคำตอบ หยุดคิดทบทวนว่าขั้นตอนที่เพิ่งทำผ่านมามีทำให้หาคำตอบได้หรือไม่ และพยายามเปลี่ยนมุมมองการคิดใหม่เมื่อวิธีการเดิมใช้ไม่ได้ผล ส่วนพฤติกรรมที่นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้ทำมีจำนวนมากกว่าที่ทำ ได้แก่ พยายามคิดถึงปัญหาที่คล้ายกันและเคยแก้มาก่อน ตรวจสอบว่ามีวิธีการอื่นๆ ที่จะหาคำตอบอีกหรือไม่ และตรวจสอบว่ามีคำตอบอื่นๆ ที่เป็นไปได้หรือไม่ นอกจากนี้พฤติกรรมที่นักศึกษาส่วนใหญ่ทำและไม่ได้ทำเป็นจำนวนใกล้เคียงกัน ได้แก่ ใช้วิธีขีดเส้นใต้ หรือวงกลม หรือทำเครื่องหมายต่างๆ ในโจทย์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้นักศึกษาครูทำแบบสำรวจรายการ เพื่อประเมินผลการปฏิบัติการแก้ปัญหาและเจตคติต่อการแก้ปัญหาของตนเองในใบกิจกรรมที่ 5-6 แสดงได้ดังตาราง ๒ และตาราง ๓ ต่อไปนี้

ตาราง ๒ ผลการตอบแบบสำรวจรายการของนักศึกษาครู เพื่อประเมินผลการปฏิบัติการแก้ปัญหา และเจตคติต่อการแก้ปัญหาของตนเองในใบกิจกรรมที่ 5-6

ข้อ	ข้อความถาม	จำนวนนักศึกษาครู (คน)	
		ตอบว่า “จริง”	ตอบว่า “เท็จ”
1	ฉันจะรีบใส่คำตอบในทันทีเพื่อแสดงให้เห็นว่าฉันจบปัญหาแล้ว	2	10
2	ฉันไม่สนุกเลยในการพยายามที่จะแก้ปัญหา	1	11
3	ฉันจะพยายามแก้ปัญหาทุกปัญหา	9	3
4	เมื่อฉันไม่ได้คำตอบและไม่ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ฉันก็จะไม่ทำต่อ	0	12
5	ฉันชอบพยายามแก้ปัญหายากๆ	3	9
6	ฉันมีมันสมองในการคิดแก้ปัญหาไม่ดีเท่ากับนักศึกษาคณะอื่นๆ	6	6
7	ฉันสามารถแก้ปัญหาได้เฉพาะปัญหาที่คนอื่น ๆ แก้ได้เท่านั้น	4	8
8	ฉันจะไม่หยุดแก้ปัญหาจนกว่าฉันจะค้นพบคำตอบ	6	6
9	ฉันแน่ใจว่าฉันสามารถแก้ปัญหาได้ทุกปัญหา	2	10
10	ฉันสามารถอดทนแก้ปัญหาได้ถึงแม้ว่าจะต้องใช้เวลานานๆ	7	5
11	ฉันแก้ปัญหาได้ดีกว่านักศึกษาคณะอื่นๆ อีกหลายคน	2	10
12	ฉันต้องการใครสักคนมาช่วยฉันแก้ปัญหา	9	3
13	ฉันสามารถแก้ปัญหาทุกอย่าง ได้ทั้งหมด	0	12
14	มีบางปัญหาเหมือนกันที่ฉันไม่อยากจะลองแก้	11	1
15	ฉันไม่ชอบลองแก้ปัญหาที่ยากเกินจะเข้าใจ	4	8
16	ฉันจะเก็บปัญหาไปคิดจนกระทั่งค้นพบคำตอบ	10	2
17	ฉันชอบพยายามแก้ปัญหา	8	4
18	ฉันสามารถล้มเลิกปัญหาได้ทันที	5	7
19	ปัญหาส่วนใหญ่ยากเกินไปสำหรับฉันที่จะแก้ปัญหา	4	8
20	ฉันเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีคนหนึ่ง	8	4

ตาราง ๓ การวิเคราะห์ผลการตอบแบบสำรวจรายการของนักศึกษาครูในใบกิจกรรมที่ 5-6

ประเภทของข้อความถาม จำแนกตามคุณลักษณะ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ของนักศึกษาทั้งหมด
กลุ่มที่ 1 ข้อความถามเกี่ยวกับความยินดีหรือเต็มใจ (Willingness) ที่จะทำกิจกรรมการแก้ปัญหา (คำถามข้อ 2 ⁽⁻⁾ , 3 ⁽⁺⁾ , 5 ⁽⁺⁾ , 14 ⁽⁻⁾ , 15 ⁽⁻⁾ , 17 ⁽⁺⁾)	6	3.33
กลุ่มที่ 2 ข้อความถามเกี่ยวกับความเพียรพยายาม (Perseverance) ขณะทำการแก้ปัญหา (คำถามข้อ 1 ⁽⁻⁾ , 4 ⁽⁻⁾ , 8 ⁽⁺⁾ , 10 ⁽⁺⁾ , 16 ⁽⁺⁾ , 18 ⁽⁻⁾)	6	4.33

ตาราง ๓ (ต่อ)

ประเภทของข้อคำถาม จำแนกตามคุณลักษณะ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ของนักศึกษาทั้งหมด
กลุ่มที่ 3 ข้อคำถามเกี่ยวกับความมั่นใจในตนเอง (Self-confidence) ในเรื่องการแก้ปัญหา (คำถามข้อ 6 ⁽⁻⁾ , 7 ⁽⁻⁾ , 9 ⁽⁺⁾ , 11 ⁽⁺⁾ , 12 ⁽⁻⁾ , 13 ⁽⁺⁾ , 19 ⁽⁻⁾ , 20 ⁽⁺⁾)	8	3.08
รวม	20	10.74

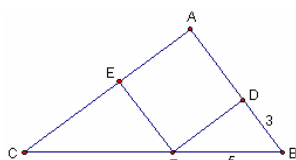
หมายเหตุ

1. (+) และ (-) หมายถึงเป็นข้อคำถามในเชิงบวกและเชิงลบ ตามลำดับ
2. สำหรับข้อคำถามในเชิงบวก ถ้าตอบ “เท็จ” ให้ 0 คะแนน ตอบ “จริง” ให้ 1 คะแนน
สำหรับข้อคำถามในเชิงลบ ถ้าตอบ “จริง” ให้ 0 คะแนน ตอบ “เท็จ” ให้ 1 คะแนน

จากตาราง ๒ และตาราง ๓ จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินตนเองในการทำแบบสำรวจรายการของนักศึกษาทั้งสองคนเท่ากับ 10.74 (จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน) ซึ่งเมื่อแบ่งพิจารณาตามคุณลักษณะของข้อคำถามเป็นสามกลุ่มจะพบว่า คะแนนความยินดีหรือเต็มใจ (Willingness) ที่จะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเท่ากับ 3.33 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน) คะแนนความเพียรพยายาม (Perseverance) ขณะทำการแก้ปัญหาเท่ากับ 4.33 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน) และคะแนนความมั่นใจในตนเอง (Self-confidence) ในเรื่องการแก้ปัญหาเท่ากับ 3.08 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน) ซึ่งสามารถกล่าวสรุปได้ว่า ความยินดีหรือเต็มใจที่จะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาของนักศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง ความเพียรพยายามขณะทำการแก้ปัญหานักศึกษาอยู่ในระดับมาก และความมั่นใจในตนเองในเรื่องการแก้ปัญหานักศึกษาอยู่ในระดับน้อย

ผลการประเมินกิจกรรมการตั้งปัญหา

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้นักศึกษาครูแต่ละคนปฏิบัติกิจกรรมการตั้งปัญหาโดยปรับจากปัญหาที่คุ้นเคยที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 5-7 ซึ่งฝึกให้นักศึกษาลองเปลี่ยนมุมมองการคิดในการตั้งปัญหาให้เป็นปัญหาที่น่าสนใจ ทำทาย และขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไปหลายๆ ปัญหา โดยปัญหาที่คุ้นเคยเป็นดังนี้



กำหนดรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส $ADFE$ แนบในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ดังรูป ถ้า $DB = 3$ หน่วย และ $FB = 5$ หน่วย จงหาอัตราส่วนของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจตุรัส $ADFE$ ต่อพื้นที่รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

เมื่อให้นักศึกษาแต่ละคนออกมานำเสนอผลการตั้งปัญหาของตนเองว่ามีวิธีการเปลี่ยนมุมมองการคิดในการตั้งปัญหาอย่างไร พบว่า โดยภาพรวมนักศึกษาคิดวิธีตั้งปัญหาเป็น 5 ประเด็นใหญ่ๆ ดังนี้

1) ใช้รูปภาพและเงื่อนไขของปัญหาเดิมโดยไม่ได้ดัดแปลงแก้ไข และถามคำถามที่ยังคงเกี่ยวข้องกับเรื่องพื้นที่หรืออัตราส่วนของพื้นที่ เช่น

- ถ้าสะท้อนรูปสามเหลี่ยม ECF โดยให้ $\overline{EF}$ เป็นเส้นสะท้อนแล้ว จงหาพื้นที่ที่ซ้อนทับกันของรูปที่ได้จากการสะท้อนกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ADFE
- ถ้าสร้างรูปวงกลมแนบในรูปสามเหลี่ยมคล้ายทั้งสองรูป ($\triangle ECF$ และ $\triangle DFB$) แล้วจงผลบวกของพื้นที่รูปวงกลมทั้งสอง
- จงหาพื้นที่ของรูปสามรูปต่อไปนี้ รูปสี่เหลี่ยม ADFE รูปสามเหลี่ยม DBF และรูปสามเหลี่ยม EFC พร้อมทั้งให้เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

- จงหาอัตราส่วนของพื้นที่รูปสามเหลี่ยม BDF ต่อพื้นที่รูปสามเหลี่ยม FEC

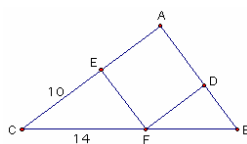
2) ใช้รูปภาพและเงื่อนไขของปัญหาเดิมโดยไม่ได้ดัดแปลงแก้ไข แต่ถามคำถามที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องพื้นที่หรืออัตราส่วนของพื้นที่ เช่น

- จงสร้างรูปดังกล่าวโดยใช้วงเวียนและไม้บรรทัด ให้มีขนาดสมจริงตามที่กำหนดและที่คำนวณวัดได้
- จงหาผลบวกของความยาวของส่วนของเส้นตรงทุกเส้นที่ปรากฏในรูป
- ถ้าใช้กรรไกรตัดตามรอยเพื่อแบ่งออกเป็น 3 ชิ้นส่วน จงประกอบชิ้นส่วน 3 ชิ้นนี้ให้เป็นรูปอื่นๆ แล้วบอกด้วยว่ารูปใหม่ที่ได้เป็นรูปอะไร

- จงหาว่าขนาดของ $\hat{c} + \hat{b}$ เป็นกี่เท่าของ $\hat{a}$

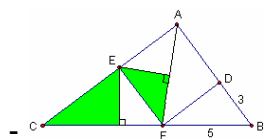
3) ใช้รูปภาพของปัญหาเดิม แต่เปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวเลข เช่น

- ถ้า $DB = 6$ หน่วย และ $FB = 10$ หน่วย จงหาว่า CF ยาวกี่หน่วย

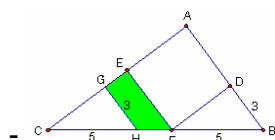


- ถ้าต้องการสร้างบ้านมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแนบในที่ดินรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ดังรูป ถ้า $CE = 10$ หน่วย และ $CF = 14$ หน่วย อยากทราบว่าพื้นที่บ้านรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสต่อพื้นที่ที่ดินรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเป็นอัตราส่วนเท่าไร

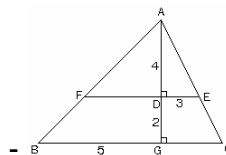
4) ดัดแปลงแก้ไขรูปภาพของปัญหาเดิม แต่ยังคงถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องพื้นที่หรืออัตราส่วนของพื้นที่ เช่น



- จากรูปจงหาผลรวมของพื้นที่ที่แรเงา

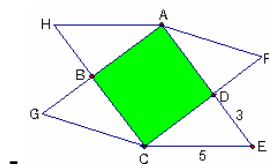


- จากรูปจงหาอัตราส่วนของพื้นที่รูปสามเหลี่ยม ABC ต่อพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม GEFH ที่แรเงา



- กำหนดความยาวด้านต่างๆ ดังรูป จงหาอัตราส่วนของพื้นที่รูปสามเหลี่ยม ABC ต่อพื้นที่รูปสามเหลี่ยม AGC

5) ดัดแปลงแก้ไขรูปภาพของปัญหาเดิม และถามคำถามที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องพื้นที่หรืออัตราส่วนของพื้นที่ เช่น



- กำหนดให้รูปสี่เหลี่ยม ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส และรูปสามเหลี่ยมทั้งสี่รูปเป็นรูปที่เท่ากันทุกประการ โดยให้ $DE = 3$ หน่วย และ $CE = 5$ หน่วย จะสามารถมองรูปนี้เป็นรูปคลี่ของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจตุรัสได้หรือไม่ ถ้าได้จงหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด

ใบกิจกรรมที่ 5-1

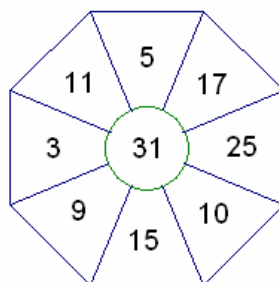
ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

(Solve problem A)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 15 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง ‘ปาลูกดอก’ (Problem A) โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดมาพอเข้าใจ

ปัญหา ‘ปาลูกดอก’



- (1) ถ้าแจนปาลูกดอก 4 ลูก (เข้าเป้าทั้งหมด) แล้วได้แต้มรวมเป็น 61
จงยกตัวอย่างกรณีที่เป็นไปได้ของแต้มของลูกดอกแต่ละลูกมาสัก 1 กรณี
- (2) ถ้าเอาแต้ม 10 ออกจากเป้า
จงยกตัวอย่างกรณีที่เป็นไปได้ของแต้มของลูกดอกแต่ละลูก ที่แจนปาเข้าเป้า
ทั้งหมด 4 ลูก แล้วได้แต้มรวมเป็น 61 มาสัก 1 กรณี

อธิบายวิธีคิดมาพอเข้าใจ

ใบกิจกรรมที่ 5-2

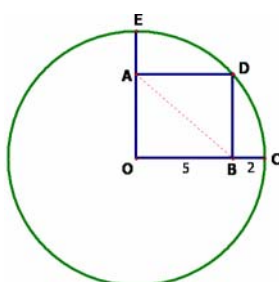
ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

(Solve problem B)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 15 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง 'AB เท่ากับเท่าไร' (Problem B) โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดมาพอเข้าใจ

ปัญหา 'AB เท่ากับเท่าไร'

 จากรูปกำหนดให้ $\square AOB$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก $OB = 5$ หน่วย
 และ $BC = 2$ หน่วย จงหาว่า AB เท่ากับเท่าไร


อธิบายวิธีคิดมาพอเข้าใจ

ใบกิจกรรมที่ 5-3

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

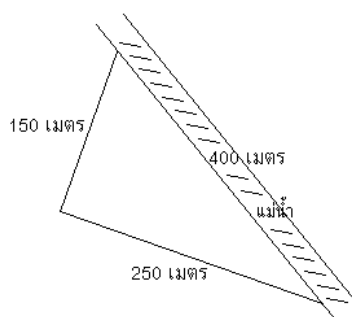
(Solve problem C)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 15 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง ‘การซื้อที่ดิน’ (Problem C) โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดมาพอเข้าใจ

ปัญหา ‘การซื้อที่ดิน’

สามีภรรยาคนหนึ่งต้องการซื้อที่ดินเพื่อสร้างบ้าน พวกเขาเห็นโฆษณาในหน้าหนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่งที่ประกาศขายที่ดินซึ่งมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมติดแม่น้ำ (มีขนาดดังรูป) โดยขายที่ดินตารางเมตรละ 100 บาท เมื่อสามีภรรยาคู่นี้ได้คำนวณราคาที่ดิน พวกเขาเห็นความผิดปกติของแผนผังของที่ดินนี้



นักศึกษาคิดว่าสามีภรรยาคู่นี้พบความผิดปกติของแผนผังของที่ดินนี้อย่างไร

อธิบายวิธีคิดมาพอเข้าใจ

ใบกิจกรรมที่ 5-4

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

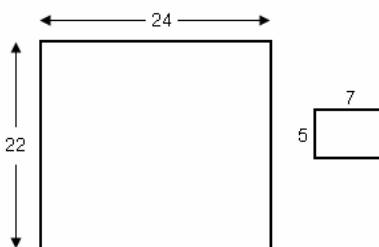
(Solve problem D)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 15 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง 'ตัดกระดาษทำบัตร' (Problem D) โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดมาพอเข้าใจ

ปัญหา 'ตัดกระดาษทำบัตร'

ครูเพชรต้องการทำบัตรรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 5×7 เซนติเมตร จากกระดาษแข็งเพื่อใช้แจกนักเรียนของตนคนละ 1 ใบ จึงไปซื้อกระดาษแข็งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 22×24 เซนติเมตร จากร้านค้า อยากทราบว่าครูเพชรจะสามารถใช้กระดาษแข็งดังกล่าว 1 แผ่นตัดแบ่งเพื่อทำบัตรแจกนักเรียนได้มากที่สุดกี่ใบ และตัดแบ่งอย่างไร



อธิบายวิธีคิดมาพอเข้าใจ

ใบกิจกรรมที่ 5-5

ชื่อนักศึกษา

(Assessment of Metacognition)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 10 นาที)

หลังจากที่นักศึกษาได้ผ่านการแก้ปัญหาในกิจกรรมฐานการแก้ปัญหาทั้งสี่ฐานเสร็จแล้ว ให้นักศึกษา
ลองประเมินและคิดทบทวนดูว่าตนเองได้ทำพฤติกรรมต่อไปนี้บ้างหรือไม่ แล้วทำเครื่องหมาย ✓
ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเป็นจริงว่า นักศึกษาไม่ได้ทำ ไม่แน่ใจ หรือได้ทำพฤติกรรมนั้น

ข้อ	พฤติกรรม	ไม่ได้ทำ	ไม่แน่ใจ	ทำ
ก่อนที่นักศึกษาจะลงมือแก้ปัญหา				
1	อ่านปัญหาแต่ละปัญหามากกว่า 1 ครั้ง			
2	พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร			
3	ทบทวนปัญหาคำพูดหรือภาษาของตนเอง			
4	ใช้วิธีขีดเส้นใต้ หรือวงกลม หรือทำเครื่องหมายต่างๆ ในโจทย์ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา			
5	พยายามคิดถึงปัญหาที่คล้ายกันและเคยแก้มาก่อน			
6	พยายามคิดถึงสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการหาคำตอบ			
7	พยายามคิดถึงวิธีง่าย ๆ ที่จะใช้หาคำตอบ			
ขณะที่นักศึกษากำลังแก้ปัญหา				
8	ถามตนเองว่าทำไมจึงทำวิธีการเช่นนั้น สิ่งที่ทำจะนำไปสู่คำตอบหรือไม่			
9	หยุดคิดทบทวนว่าขั้นตอนที่เพิ่งทำผ่านมา จะทำให้หาคำตอบได้หรือไม่			
10	ตรวจสอบทีละขั้นๆ ขณะแก้ปัญหา			
11	มีการทำบางอย่างผิดพลาด จึงย้อนกลับไปแก้ไขใหม่			
12	พยายามเปลี่ยนมุมมองการคิดใหม่ เมื่อวิธีการเดิมใช้ไม่ได้ผล			
หลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว				
13	ย้อนกลับไปตรวจสอบงานที่ทำทั้งหมดอีกครั้ง			
14	ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่สมเหตุสมผลหรือมีความเป็นไปได้หรือไม่			
15	ตรวจสอบว่ามีวิธีการอื่นๆ ที่จะหาคำตอบอีกหรือไม่			
16	ตรวจสอบว่ามีคำตอบอื่นๆ ที่เป็นไปได้หรือไม่			

ใบกิจกรรมที่ 5-6

ชื่อนักศึกษา

(Inventories for problem solving)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 10 นาที)

หลังจากที่นักศึกษาได้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาหลายปัญหาแล้ว ให้นักศึกษาเติมคำว่า “จริง” หรือ “เท็จ” อย่างใดอย่างหนึ่งในช่องว่างหน้าข้อความในแต่ละข้อ ตามความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักศึกษา การทำรายการแบบสำรวจในการแก้ปัญหาฉบับนี้ไม่มีถูกไม่มีผิดแต่อย่างใด

แบบสำรวจรายการในการแก้ปัญหา

_____ 1. ฉันจะรีบใส่คำตอบในทันทีเพื่อแสดงให้เห็นว่าฉันจบปัญหาแล้ว	_____ 2. ฉันไม่สนุกเลยในการพยายามที่จะแก้ปัญหา
_____ 3. ฉันจะพยายามแก้ปัญหาทุกปัญหา	_____ 4. เมื่อฉันไม่ได้คำตอบและไม่ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ฉันก็จะไม่ทำต่อ
_____ 5. ฉันชอบพยายามแก้ปัญหายากๆ	_____ 6. ฉันมีมุมมองในการคิดแก้ปัญหาไม่ดีเท่ากับนักศึกษาคณะอื่นๆ
_____ 7. ฉันสามารถแก้ปัญหาได้เฉพาะปัญหาที่คนอื่น ๆ แก้ได้เท่านั้น	_____ 8. ฉันจะไม่หยุดแก้ปัญหาจนกว่าฉันจะค้นพบคำตอบ
_____ 9. ฉันแน่ใจว่าฉันสามารถแก้ปัญหาได้ทุกปัญหา	_____ 10. ฉันสามารถถอดถอนแก้ปัญหาได้ถึงแม้ว่าจะต้องใช้ระยะเวลานานๆ
_____ 11. ฉันแก้ปัญหาได้ดีกว่านักศึกษาคณะอื่นๆ อีกหลายคน	_____ 12. ฉันต้องการใครสักคนมาช่วยฉันแก้ปัญหา
_____ 13. ฉันสามารถแก้ปัญหายากๆ ได้ทั้งหมด	_____ 14. มีบางปัญหาเหมือนกันที่ฉันไม่อยากจะแก้
_____ 15. ฉันไม่ชอบลองแก้ปัญหาที่ยากเกินจะเข้าใจ	_____ 16. ฉันจะเก็บปัญหาไปคิดจนกระทั่งค้นพบคำตอบ
_____ 17. ฉันชอบพยายามแก้ปัญหา	_____ 18. ฉันสามารถล้มเลิกปัญหาได้ทันที
_____ 19. ปัญหาส่วนใหญ่ยากเกินไปสำหรับฉันที่จะแก้ปัญหา	_____ 20. ฉันเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีคนหนึ่ง

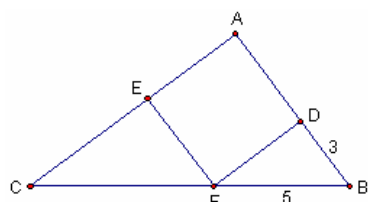
ใบกิจกรรมที่ 5-7

ชื่อนักศึกษา

(Pose problem from routine problem)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 30 นาที)

กำหนดปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งเป็นปัญหาที่อยู่ในหนังสือเรียนทั่วไป และผู้เรียนต้องใช้พื้นฐานความรู้ในเรื่อง อัตราส่วน เรื่องการหาพื้นที่ เรื่องความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม และเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ดังนี้



กำหนดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ADFE แแนบในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ดังรูป ถ้า $DB = 3$ หน่วย และ $FB = 5$ หน่วย จงหาอัตราส่วนของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ADFE ต่อพื้นที่รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

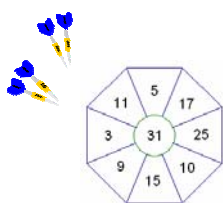
ให้นักศึกษาลองเปลี่ยนมุมมองการคิดในการตั้งปัญหา โดยปรับจากปัญหาที่คุ้นเคยข้างต้น ให้เป็นปัญหาที่น่าสนใจ ทำทาย และขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป มาหลายๆ ปัญหาภายในเวลา 30 นาที

เปลี่ยนมุมมองการคิดตั้งปัญหา

เอกสารเพิ่มเติมท้ายกิจกรรมที่ 5

วิธีการแก้ปัญหาในกิจกรรมฐานการแก้ปัญหา

1. ฐาน A ⇔ ปัญหา ‘ปาลูกดอก’ (Problem A)



- (1) ถ้าแจนปาลูกดอก 4 ลูก (เข้าเป้าทั้งหมด) แล้วได้แต้มรวมเป็น 61
จงยกตัวอย่างกรณีที่เป็นไปได้ของแต้มของลูกดอกแต่ละลูกมาสัก 1 กรณี
- (2) ถ้าเอาแต้ม 10 ออกจากเป้า
จงยกตัวอย่างกรณีที่เป็นไปได้ของแต้มของลูกดอกแต่ละลูก ที่แจนปาเข้าเป้า
ทั้งหมด 4 ลูก แล้วได้แต้มรวมเป็น 61 มาสัก 1 กรณี

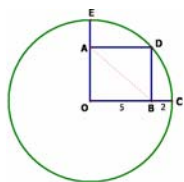
วิธีการแก้ปัญหา

- (1) กรณีที่เป็นไปได้ของแต้มของลูกดอกแต่ละลูกมีทั้งหมด 7 กรณี ได้แก่

กรณีที่ 1	31, 17, 10 และ 3	กรณีที่ 5	25, 17, 10 และ 9
กรณีที่ 2	31, 15, 10 และ 5	กรณีที่ 6	25, 15, 11 และ 10
กรณีที่ 3	31, 11, 10 และ 9	กรณีที่ 7	17, 17, 17 และ 10
กรณีที่ 4	31, 10, 10 และ 10		

- (2) ถ้าเอาแต้ม 10 ออกจากเป้า แจนจะปาลูกดอก 4 ลูก (ให้เข้าเป้าทั้งหมด)
แล้วได้แต้มรวมเป็น 61 ไม่ได้ เพราะถ้าสังเกตจะเห็นว่า เมื่อเอาแต้ม 10
ออกไปแล้ว แต้มบนเป้าจะเป็นจำนวนคี่ทั้งหมด ทั้งนี้ผลบวกของจำนวนคี่สอง
จำนวนใดๆ เป็นจำนวนคู่เสมอ ดังนั้นการบวกจำนวนคี่สี่จำนวนใดๆ ไม่สามารถ
เป็นจำนวนคี่ได้ นั่นคือ แต้มรวมจะเป็น 61 ไม่ได้

2. ฐาน B ⇔ ปัญหา ‘AB เท่ากับเท่าไร’ (Problem B)

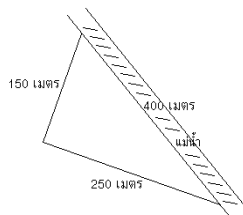


จากรูปกำหนดให้ $\square AOB D$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก $OB = 5$ หน่วย
และ $BC = 2$ หน่วย จงหาว่า AB เท่ากับเท่าไร

วิธีการแก้ปัญหา

ลากส่วนของเส้นตรง OD ซึ่งเป็นเส้นทแยงมุมอีกเส้นหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก $AOBD$
และจากสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ว่า “เส้นทแยงมุมทั้ง 2 เส้นของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความยาว
เท่ากัน” ดังนั้นเราจะได้ $AB = OD$ และสังเกตได้ว่าส่วนของเส้นตรง OD เป็นรัศมีของรูปวงกลม ซึ่ง
ยาว 7 หน่วย (ยาวเท่ากับ OC) นั่นคือ $AB = 7$ หน่วย

3. ฐาน C ⇨ ปัญหา ‘การซื้อที่ดิน’ (Problem C)



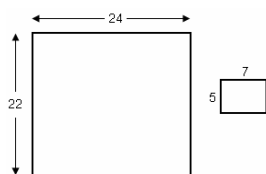
สามีภรรยาคนหนึ่งต้องการซื้อที่ดินเพื่อสร้างบ้าน พวกเขาเห็นโฆษณาในหน้าหนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่งที่ประกาศขายที่ดินซึ่งมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมติดแม่น้ำ (มีขนาดดังรูป) โดยขายที่ดินตารางเมตรละ 100 บาท เมื่อสามีภรรยาคนนี้ได้คำนวณราคาที่ดิน พวกเขาเห็นความผิดปกติของแผนผังของที่ดินนี้

นักศึกษาคิดว่าสามีภรรยาคนนี้พบความผิดปกติของแผนผังของที่ดินนี้อย่างไร

วิธีการแก้ปัญหา

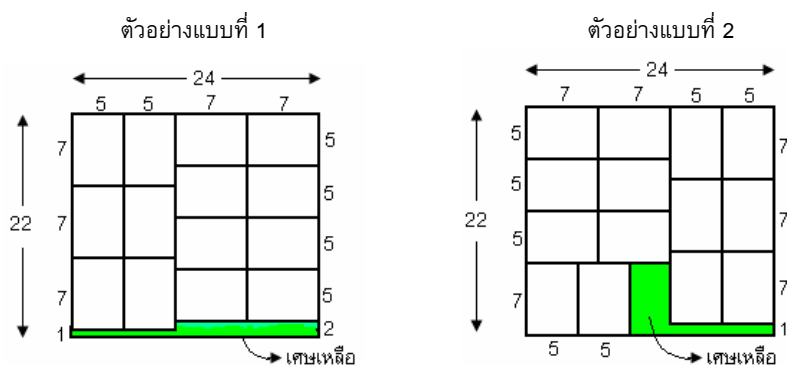
เพราะว่า $150 + 250 = 400$ ดังนั้นแผนผังที่ดินนี้เกิดขึ้นไม่ได้ เนื่องจากความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมสองด้านใดๆ บวกกันแล้วต้องมากกว่าความยาวด้านอีกด้านหนึ่งที่เหลือเสมอ

4. ฐาน D ⇨ ปัญหา ‘ตัดกระดาษทำบัตร’ (Problem D)



ครูเพชรต้องการทำบัตรรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 5×7 เซนติเมตร จากกระดาษแข็งเพื่อใช้แจกนักเรียนของตนคนละ 1 ใบ จึงไปซื้อกระดาษแข็งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 22×24 เซนติเมตรจากร้านค้า อยากทราบว่าครูเพชรจะสามารถใช้กระดาษแข็งดังกล่าว 1 แผ่นตัดแบ่งเพื่อทำบัตรแจกนักเรียนได้มากที่สุดกี่ใบ และตัดแบ่งอย่างไร

วิธีการแก้ปัญหา



ถ้าใช้วิธีการหาร จะได้คำตอบไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง ดังนี้

$$(22 \times 24) \div (5 \times 7) = 528 \div 35 = 15.0857... \text{ แล้วตอบ 15 ใบ จะไม่ถูกต้อง}$$

ดังนั้นครูเพชรจะสามารถใช้กระดาษแข็งดังกล่าว 1 แผ่นตัดแบ่งเพื่อทำบัตรแจกนักเรียนได้มากที่สุด 14 ใบ โดยตัดแบ่งได้ดังตัวอย่างภาพข้างต้น

แผนการจัดกิจกรรมที่ 6

ชื่อกิจกรรม

เวลา 3 ชั่วโมง

กิจกรรมฝึกอภิปรายจากการดูวีดิทัศน์การสอน

จุดประสงค์

1. เพื่อให้ศึกษาคูได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาโดยดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์การสอนในประเด็นต่อไปนี้

- 1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน
 - 2) เทคนิควิธีการสอน
 - 3) สื่อการสอน
 - 4) การใช้คำถามกระตุ้น
 - 5) การประเมินผล
 - 6) จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ
2. เพื่อให้ศึกษาคูสรุปขั้นตอน/กระบวนการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาได้

แนวคิดที่สำคัญ

การให้นักศึกษาคูได้ฝึกอภิปรายจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนจะช่วยให้ศึกษาคูวิเคราะห์การสอนได้ละเอียดและชัดเจน ตรวจสอบและประเมินผลการสอนและขั้นตอนการปฏิบัติการสอนได้เป็นอย่างดี สามารถเก็บรายละเอียดในแง่มุมต่างๆ และเป็นเครื่องมือเพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ อภิปราย วิพากษ์ และพัฒนาการเรียนการสอนได้

การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหามีขั้นตอน/กระบวนการหลักๆ ดังนี้ 1) ผู้สอนนำเสนอปัญหา 2) ผู้เรียนลงมือแก้ปัญหา 3) ผู้เรียนนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหา 4) ผู้เรียนขยายปัญหาหรือเปลี่ยนมุมมองเพื่อตั้งปัญหาใหม่ และ 5) ผู้เรียนนำเสนอและอภิปรายผลการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาใหม่

สื่อการเรียนรู้

1. วีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหา (กิจกรรมเสริมทักษะการแก้ปัญหา: วีดิทัศน์ประกอบการอบรมครูผู้สอนคณิตศาสตร์. (2550). กรุงเทพฯ: สสวท.)
2. วีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในชั้นเรียนของนักศึกษาคูคณิตศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2551
3. ใบกิจกรรมที่ 6-1 (Discuss from VDO_1)
4. ใบกิจกรรมที่ 6-2 (Discuss from VDO_2)
5. ใบความรู้ที่ 6-1 (Process of teaching)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. ให้นักศึกษาครูดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหา (กิจกรรมเสริมทักษะการแก้ปัญหา: วิดีทัศน์ประกอบการอบรมครูผู้สอนคณิตศาสตร์. (2550). กรุงเทพฯ: สสวท.) สลับกับการร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่างๆ ต่อไปนี้ (ขณะอภิปรายจะหยุดวีดิทัศน์ชั่วขณะ)

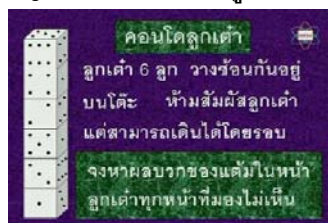
- 1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน
- 2) เทคนิควิธีการสอน
- 3) สื่อการสอน
- 4) การใช้คำถามกระตุ้น
- 5) การประเมินผล และ
- 6) จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ



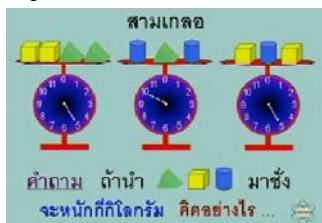
ทั้งนี้การสอนการแก้ปัญหาในวีดิทัศน์ เป็นการสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีครูผู้สอน 1 คน และนักเรียน 12 คน ใช้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 6 ปัญหา เมื่อครูผู้สอนในวีดิทัศน์นำเสนอปัญหาใดเสร็จแล้ว จะหยุดวีดิทัศน์ชั่วขณะเพื่อให้นักศึกษาครูได้ลองแก้ปัญหาเหล่านั้นๆ และร่วมกันอภิปรายในผลการแก้ปัญหาดังกล่าวในใบกิจกรรมที่ 6-1 (ใช้เวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง 30 นาที)

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวีดิทัศน์ทั้งหกปัญหาเป็นดังนี้

ปัญหาที่ 1: เรื่องคอนโดลูกเต๋า



ปัญหาที่ 2: เรื่องสามเกลอ



ปัญหาที่ 3: เรื่องถังปริศนา



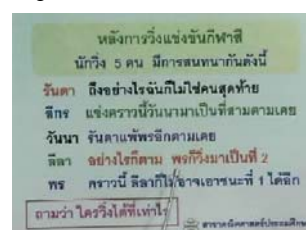
ปัญหาที่ 4: เรื่องการถอดรหัสลับ



ปัญหาที่ 5: เรื่องดาวพิศว



ปัญหาที่ 6: เรื่องการวิ่งแข่ง



2. ให้นักศึกษาครูดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในชั้นเรียนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2551 สลับกับการร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่างๆ ทั้งหกประเด็นเช่นเดียวกับในขั้นตอนที่ 1 (ขณะอภิปรายจะหยุดวีดิทัศน์ชั่วขณะ) ทั้งนี้การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในวีดิทัศน์ เป็นการสอนในห้องเรียนตามสภาพจริงของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีนักศึกษาครูผู้สอน 1 คน และนักเรียน 40 คน จำนวน 2 คาบเรียน

(คาบเรียนละ 50 นาที) ใช้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 1 ปัญหา และให้นักเรียนขยายปัญหาดังกล่าว เพื่อตั้งปัญหาใหม่อีกคนละ 1 ปัญหา เมื่อนักศึกษาครูผู้สอนในวิดิทัศน์นำเสนอปัญหาเสร็จแล้ว จะหยุดวิดิทัศน์ชั่วขณะเพื่อให้นักศึกษาครูได้ลองแก้ปัญหา และร่วมกันอภิปรายในผลการแก้ปัญหา ดังกล่าวในใบกิจกรรมที่ 6-2 (ใช้เวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง 20 นาที)



ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวิดิทัศน์เป็นดังนี้
ปัญหาเรื่อง ‘สระน้ำลึกเท่าไร’

บัวดอกหนึ่งโผล่พ้น	ชลธาร
สูงสิบนิ้วเต่งบาน	อุทกพันธ์
หากจักกะประมาณ	ตื้นลึกสระฤา
ใช้คณิตศาสตร์ตอนต้น	ตอบได้ไม่นาน
โน้มนามลย์จนมิดน้ำ	พอดี
หมายจตุคู้พื้นที่	เที่ยงไว้
ยี่สิบเอ็ดนิ้วมี	ระยะเบี่ยงเบนนา
ย่อมบอกตื้นลึกได้	ดังนี้แหละสหาย

(ผู้ประพันธ์: ศ. นาวาเอก สอาด สุนทรโรวาท)

จากร้อยกรองข้างต้น จงหาว่า สระน้ำมีความลึก เท่าไร

3. จากการดูวิดิทัศน์ที่ผ่านมา ให้นักศึกษาครูลองสรุปขั้นตอน/กระบวนการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาร่วมกัน และศึกษาจากใบความรู้ที่ 6-1 (ใช้เวลา 10 นาที)

4. นักศึกษาครูช่วยกันสรุปแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้ เพื่อใช้สำหรับจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) ในการสรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดในกิจกรรมที่ 10 (กิจกรรมสุดท้าย) ต่อไป

การประเมินผล

1. ประเมินการอภิปรายจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนในประเด็นต่างๆ ได้แก่ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน เทคนิควิธีการสอน สื่อการสอน การใช้คำถามกระตุ้น การประเมินผล และจุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ จากใบกิจกรรมที่ 6-1 และใบกิจกรรมที่ 6-2
2. สังเกตการสรุปผลเกี่ยวกับขั้นตอน/กระบวนการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูภายหลังจากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอน

บันทึกหลังการจัดกิจกรรม

จากการให้นักศึกษาครูดูบันทึกวิธีทัศน์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจำนวน 2 บริบท ได้แก่ (1) วิธีทัศน์ประกอบการอบรมครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นการสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีครูผู้สอน 1 คน และนักเรียน 12 คน ใช้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 6 ปัญหา และ (2) วิธีทัศน์การสอนของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2551 ซึ่งเป็นการสอนในห้องเรียนตามสภาพจริงของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีนักศึกษาครูผู้สอน 1 คน และนักเรียน 40 คน จำนวน 2 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที) ใช้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1 ปัญหา และให้นักเรียนขยายปัญหาดังกล่าวเพื่อตั้งปัญหาใหม่อีกคนละ 1 ปัญหา ทั้งนี้ในการดูบันทึกวิธีทัศน์ทั้งสองบริบทนี้นั้น นักศึกษาได้มีการร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่างๆ ได้แก่ 1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน 2) เทคนิควิธีการสอน 3) สื่อการสอน 4) การใช้คำถามกระตุ้น 5) การประเมินผล และ 6) จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ ปรากฏข้อมูลที่น่าสนใจซึ่งจำแนกตามประเด็นต่างๆ ดังกล่าวได้ดังนี้

1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน

ในวิธีทัศน์ของสสวท. นักศึกษาได้อภิปรายว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ปัญหาที่ครูผู้สอนคัดเลือกมาใช้ ได้แก่ ปัญหาเรื่องคอนโดลูกเต๋า สามเกลอ ถึงปริศนา การถอดรหัสลับ ดาวพิศวง และการวิ่งแข่ง เป็นปัญหาที่น่าสนใจ แตกต่างกับปัญหาที่พบในหนังสือเรียน มีความท้าทายและกระตุ้นให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา

สำหรับวิธีทัศน์การสอนของนักศึกษา นักศึกษาได้อภิปรายว่า เนื่องจากโจทย์มีลักษณะเป็นบทร้อยกรอง ดังนั้นนักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาข้อนี้ได้ต้องใช้ทักษะทางภาษาในการแปลความหมายของบทร้อยกรองให้เข้าใจ ต้องรู้ความหมายของคำศัพท์ต่างๆ ซึ่งครูผู้สอนควรสอดแทรกความรู้เหล่านี้ในการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนตีความหมายของโจทย์ได้เข้าใจแล้ว นักเรียนต้องใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องพยายามเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และคิดถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหานี้ ปัญหานี้เป็นปัญหาที่น่าสนใจ และเป็นการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับภาษาไทยเข้าด้วยกัน

2) เทคนิควิธีการสอน

ในวิธีทัศน์ของสสวท. นักศึกษาได้อภิปรายว่าครูผู้สอนใช้การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ ลักษณะโต๊ะเรียนใช้โต๊ะกลมจึงเหมาะกับการจัดกิจกรรมกลุ่ม ครูผู้สอนนำเสนอปัญหาได้ดี และกระตุ้นให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา ระหว่างนักเรียนกำลังแก้ปัญหาครูให้เวลาอย่างเพียงพอและให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น หลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้วครูผู้สอนให้อาสาสมัครนักเรียน 1 กลุ่มออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนคนอื่นๆ อภิปรายวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อน และค้นหาวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ

สำหรับวิดิทัศน์การสอนของนักศึกษา นักศึกษาอภิปรายว่าในการนำเสนอปัญหาเมื่อเป็นบทร้อยกรองควรอ่านเป็นทำนองเสนาะให้นักเรียนฟัง น่าจะกระตุ้นความน่าสนใจแก่นักเรียนได้ดีขึ้น ครูผู้สอนใช้เวลาในขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหาค่อนข้างนานเนื่องจากนักเรียนตีความโจทย์ได้ยากและไม่เข้าใจความหมายของคำศัพท์บางคำ จนสุดท้ายครูต้องใช้วิธีบอกความหมายของโจทย์แก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหาตรงกันทุกคน จากนั้นครูผู้สอนให้เวลาแก่นักเรียนแก้ปัญหา จนกระทั่งมีนักเรียนคนหนึ่งคิดแก้ปัญหาได้คำตอบแล้ว ครูจึงเรียกออกมานำเสนอปัญหาหน้าชั้นเรียนในที่นี้ ขณะที่เพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ ยังแก้ปัญหาไม่สำเร็จ ตรงนี้ นักศึกษาอภิปรายว่า ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอเร็วเกินไป น่าจะให้เวลานักเรียนคนอื่น ๆ คิดแก้ปัญหาอีกสักพักหนึ่งก่อน และสำหรับการตั้งปัญหาครูผู้สอนให้นักเรียนขยายปัญหาดังกล่าวเป็นการบ้าน จึงไม่สามารถเห็นได้ว่านักเรียนมีวิธีการตั้งปัญหาอย่างไร

3) สื่อการสอน

ในวิดิทัศน์ของสสวท. นักศึกษาได้อภิปรายว่าครูใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย ทั้งสื่อวัสดุสิ่งพิมพ์ ได้แก่ ใบกิจกรรม สื่อวัสดุประดิษฐ์ เช่น บัตรภาพ และบัตรคำ สื่อจากสิ่งแวดล้อม เช่น กระเป๋ และซองจดหมาย สื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สื่อกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์ สื่อการสอนต่างๆ กระตุ้นความสนใจแก่นักเรียนได้ดีมาก

สำหรับวิดิทัศน์การสอนของนักศึกษา นักศึกษาอภิปรายว่าครูใช้ใบกิจกรรมและบัตรคำที่เป็นโจทย์ปัญหาติดบนกระดาน ตรงนี้ครูทำได้ดีเพราะไม่ต้องเสียเวลามากสำหรับเขียนโจทย์บนกระดาน แต่เมื่อครูนำเสนอปัญหาและนักเรียนเข้าใจปัญหาแล้ว ครูดึงบัตรคำโจทย์ปัญหาออกจากกระดาน เพื่อเตรียมพร้อมให้นักเรียนที่คิดแก้ปัญหาได้ออกมาเขียนนำเสนอปัญหบบนกระดาน ตรงนี้ นักศึกษาอภิปรายว่า ครูควรแบ่งกระดานให้ดีและติดบัตรคำโจทย์ปัญหบบนกระดานไว้ตลอดเวลา จนกระทั่งจบขั้นตอนการแก้ปัญหา เพราะนักเรียนที่นำเสนอวิธีคิดแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนจะได้สามารถใช้ประโยชน์จากบัตรคำที่ติดบนกระดานนั้นประกอบการอธิบายได้

4) การใช้คำถามกระตุ้น

ในวิดิทัศน์ของสสวท. นักศึกษาได้อภิปรายว่าครูผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนได้ดี เช่น คำถามว่านักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเรื่องราวในปัญหาด้วยภาษาของตนเองได้หรือไม่ นักเรียนคนอื่น ๆ มีวิธีการคิดที่แตกต่างจากเพื่อนหรือไม่ เป็นต้น นอกจากนี้ครูยังกระตุ้นให้นักเรียนออกมาสำรวจคอนโดลูกเต๋านำชั้นเรียน และใช้คำถามลวงเล็กได้ดีเมื่อนักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาให้เพื่อนคนอื่น ๆ ได้ไม่เข้าใจขณะออกมาเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน

สำหรับวิดิทัศน์การสอนของนักศึกษา นักศึกษาอภิปรายว่าแตกต่างจากครูผู้สอนในวิดิทัศน์ของสสวท. เพราะส่วนใหญ่ครูไม่ค่อยถามนักเรียน (หรือใช้คำถามง่าย ๆ ปลายปิด ใช่หรือไม่ เป็นต้น) ครูมักเป็นฝ่ายบอกหรือสรุปความรู้ไปเลย เช่น เมื่อนักเรียนออกไปนำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน ตรงไหนที่นักเรียนนำเสนอยังไม่ชัดเจนและเพื่อนคนอื่น ๆ ยังไม่เข้าใจ ครูก็จะสรุปหรืออธิบายให้ในที่นี้ โดยไม่ได้ใช้คำถามกับนักเรียน

5) การประเมินผล

ในวิถีทัศน์ของสสวท. และวิถีทัศน์การสอนของนักศึกษา นักศึกษาได้อภิปรายในทำนองเดียวกันว่าครูได้ประเมินนักเรียนจากการเขียนตอบในใบกิจกรรม ในการตอบคำถาม และในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน ทั้งนี้ นักศึกษาออกความเห็นว่าคุณครูสอนในวิถีทัศน์ของสสวท. จะเห็นภาพได้ชัดเจนกว่าว่าคุณครูประเมินผลนักเรียนอยู่ด้วยขณะทำการสอน เช่น ขณะที่นักเรียนออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน ครูมักจะถามและให้นักเรียนในห้องยกมือดูว่าเข้าใจที่เพื่อนออกมาอธิบายหรือไม่ เป็นต้น

6) จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ

นักศึกษาได้อภิปรายในประเด็นจุดแข็งและจุดอ่อนของการสอนในวิถีทัศน์ทั้งสองว่า ในวิถีทัศน์ของสสวท. ครูมีประสบการณ์มากกว่าและลักษณะการบันทึกวิถีทัศน์ไม่ใช่เป็นการสอนในสภาพห้องเรียนจริง นอกจากนี้ นักเรียนยังเป็นนักเรียนที่ชอบคิด ชอบนำเสนอ และกล้าแสดงออก จึงทำให้โดยภาพรวมนั้นครูผู้สอนในวิถีทัศน์ของสสวท. จึงสอนการแก้ปัญหาได้ดีกว่า แต่นักศึกษาเห็นด้วยว่าการดูและอภิปรายการสอนจากบันทึกวิถีทัศน์การสอนของทั้งสองบริบทที่แตกต่างนี้นั้นเป็นประโยชน์ต่อตัวนักศึกษา เพราะได้เห็นมุมมองที่แตกต่างและได้เปรียบเทียบ เรียนรู้แนวคิดต่างๆ ได้ดี

ใบกิจกรรมที่ 6-1

ชื่อนักศึกษา

(Discuss from VDO_1)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที)

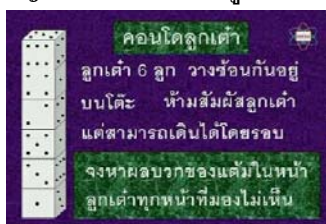
จากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหา (กิจกรรมเสริมทักษะการแก้ปัญหา: วัติตทัศน์ประกอบการอบรมครูผู้สอนคณิตศาสตร์. (2550). กรุงเทพฯ: สสวท.) ให้นักศึกษาปฏิบัติกิจกรรมต่อไปนี้

1. อภิปรายในประเด็นต่างๆ ดังนี้
 - 1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน
 - 2) เทคนิควิธีการสอน
 - 3) สื่อการสอน
 - 4) การใช้คำถามกระตุ้น
 - 5) การประเมินผล และ
 - 6) จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ

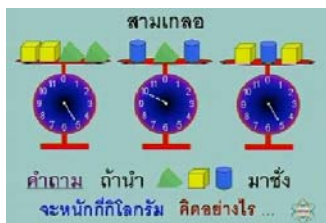


2. แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวีดิทัศน์ทั้งหกปัญหาต่อไปนี้

ปัญหาที่ 1: เรื่องคอนโดลูกเต๋า



ปัญหาที่ 2: เรื่องสามเกลอ



ปัญหาที่ 3: เรื่องถังปริศนา



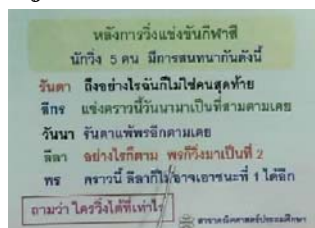
ปัญหาที่ 4: เรื่องการถอดรหัสลับ



ปัญหาที่ 5: เรื่องดาวพิศวง



ปัญหาที่ 6: เรื่องการวิ่งแข่ง



ใบกิจกรรมที่ 6-2

ชื่อนักศึกษา

(Discuss from VDO_2)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 20 นาที)

จากการดูบันทึกวีดิทัศน์การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในชั้นเรียนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2551 ให้นักศึกษาปฏิบัติกิจกรรมต่อไปนี้

1. อภิปรายในประเด็นต่างๆ ดังนี้
 - 1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับนักเรียน
 - 2) เทคนิควิธีการสอน
 - 3) สื่อการสอน
 - 4) การใช้คำถามกระตุ้น
 - 5) การประเมินผล และ
 - 6) จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ
2. แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวีดิทัศน์ต่อไปนี้



ปัญหาเรื่อง ‘สระน้ำลึกเท่าไร’

บัวดอกหนึ่งโผล่พ้น	ชลธาร
สูงสิบนิ้วเต่งบาน	อุทกพัน
หากจักกะประมาณ	ตื้นลึกสระฤา
ใช้คณิตศาสตร์ตอนต้น	ตอบได้ไม่นาน
โน้มนามลย์จนมิดน้ำ	พอดี
หมายจุดคู่พื้นนที	เที่ยงไว้
ยี่สิบเอ็ดนิ้วมี	ระยะเบี่ยงเบนนา
ย่อมบอกตื้นลึกได้	ดังนี้แหละสหาย

(ผู้ประพันธ์: ศ. นาวาเอก สอาด สุนทโรวาท)

จากร้อยกรองข้างต้น จงหาว่า สระน้ำมีความลึก เท่าไร

ใบความรู้ที่ 6-1

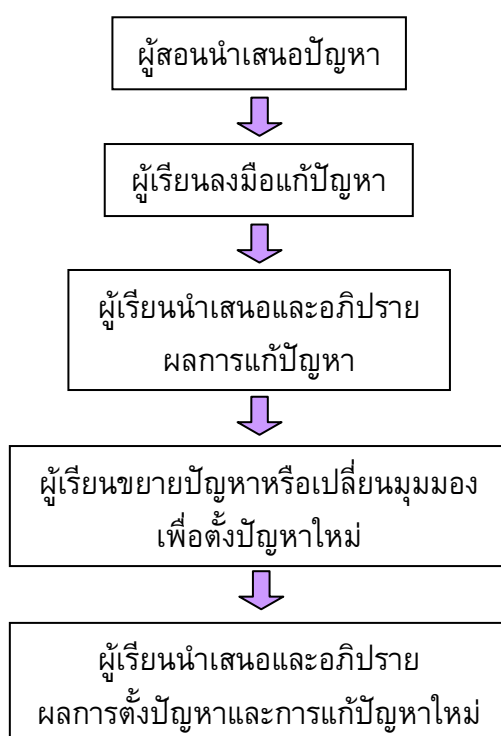
(Process of teaching)

ขั้นตอน/กระบวนการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

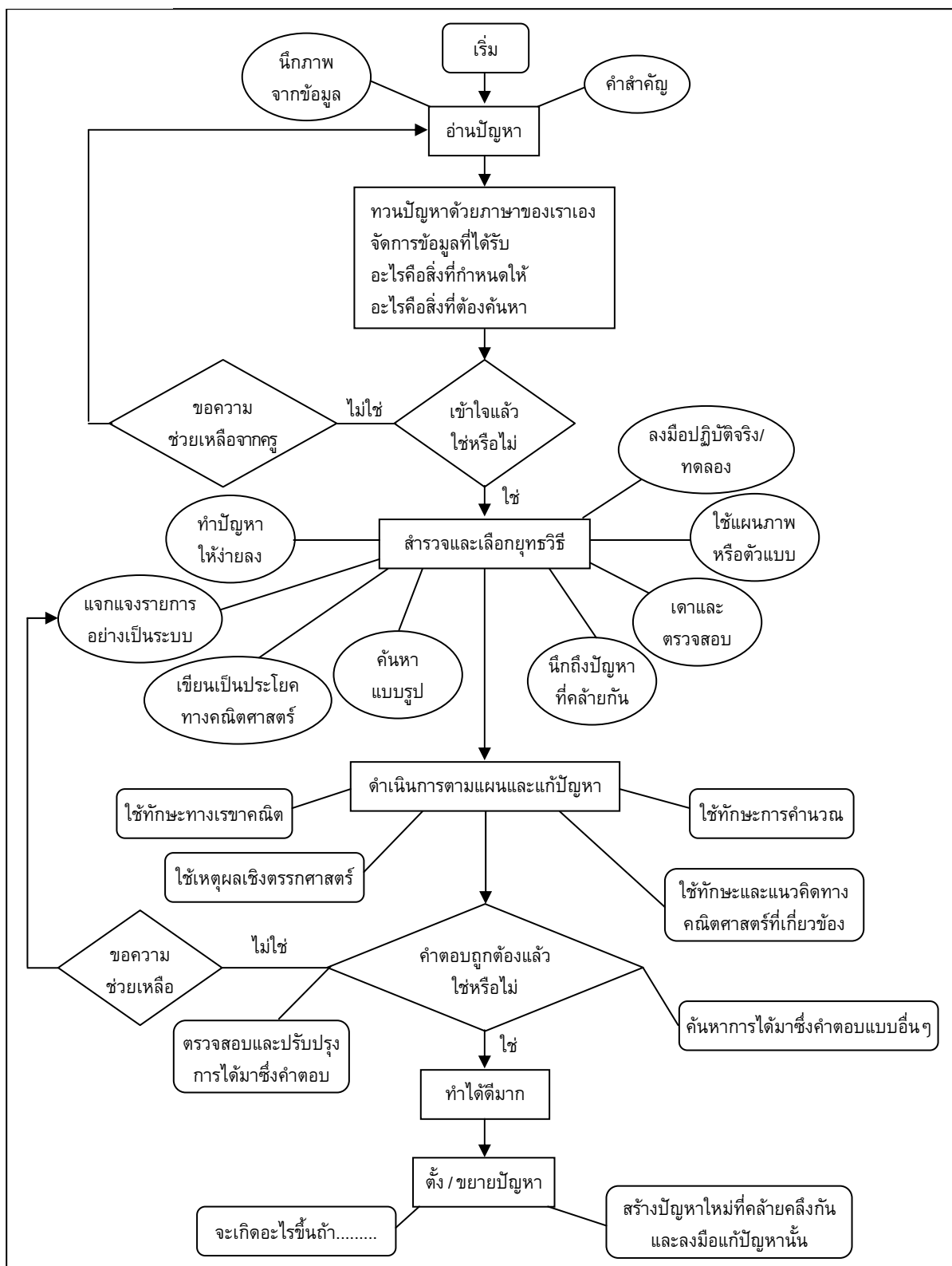
การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหามีขั้นตอน/กระบวนการหลักๆ ดังนี้

- 1) ผู้สอนนำเสนอปัญหา
- 2) ผู้เรียนลงมือแก้ปัญหา
- 3) ผู้เรียนนำเสนอและอภิปรายผลการแก้ปัญหา
- 4) ผู้เรียนขยายปัญหาหรือเปลี่ยนมุมมองเพื่อตั้งปัญหาใหม่ และ
- 5) ผู้เรียนนำเสนอและอภิปรายผลการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาใหม่

ดังภาพประกอบต่อไปนี้



นักเรียนควรเห็นตัวอย่างการใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการปฏิบัติการแก้ปัญหา ซึ่งครูผู้สอนสามารถยกตัวอย่างกระบวนการ/ขั้นตอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการอย่างเป็นระบบตามแผนภูมิสายงานดังภาพประกอบต่อไปนี้



แผนภูมิสายงานแสดงกระบวนการขั้นตอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

ที่มา: Foong Pui Yee. 2007. Problem Solving in Mathematics. In *Teaching Primary School Mathematics: A Resource Book*. Lee Peng Yee. p.80.

การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหามีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

ข้อปฏิบัติที่	ช่วงระยะเวลา/กิจกรรม	จุดมุ่งหมาย
❶ ระยะก่อนแก้ปัญหา [อภิปรายทั้งชั้นเรียน]		
1	อ่านปัญหาให้กับนักเรียนทั้งชั้นเรียนหรือให้นักเรียนอ่านปัญหา แล้วอภิปรายคำต่างๆ หรือวลีต่างๆ ที่นักเรียนอาจไม่เข้าใจ	เพื่อแสดงความสำคัญของการอ่านปัญหาอย่างระมัดระวัง และมุ่งไปที่คำต่างๆ ที่ต้องตีความเป็นพิเศษทางคณิตศาสตร์
2	ใช้การอภิปรายทั้งชั้นเรียนโดยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการ/ขั้นตอนการแก้ปัญหา - นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเรื่องราวในปัญหาคำภาษาของนักเรียนเองได้หรือไม่ - ตัดสินใจได้ไหมว่าอะไรคือสิ่งที่นักเรียนต้องการค้นหา - จงหาข้อมูลที่มีความสำคัญ	เพื่อมุ่งไปยังข้อมูลที่มีความสำคัญในปัญหา และเพิ่มความกระจำซัดในแต่ละส่วนของปัญหา
3	ใช้การอภิปรายทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบ - ยุทธวิธีไหนสามารถทำให้นักเรียนพยายามแก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถวาดรูปภาพสำหรับปัญหานี้ได้หรือไม่	เพื่อค้นหาความคิดต่างๆ สำหรับแนวทางที่เป็นไปได้ที่จะแก้ปัญหา
❷ ระยะระหว่างแก้ปัญหา [รายบุคคลหรือกลุ่มย่อย]		
4	สังเกตและใช้คำถามกับนักเรียนเพื่อกำหนดหรือแบ่งแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเมื่อนักเรียนกำลังแก้ปัญหา	เพื่อวินิจฉัยจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
5	ให้คำแนะนำหรือคำบอกใบ้เท่าที่จำเป็น - ตรวจสอบกระบวนการ/ขั้นตอนการแก้ปัญหาเพื่อมองว่ามียุทธวิธีอะไรบ้างหรือไม่ที่จะช่วยให้การแก้ปัญหารุดหน้ามากขึ้น	เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจอุปสรรคในการแก้ปัญหา ทั้งนี้การให้คำแนะนำหรือคำบอกใบ้ควรใช้อย่างระมัดระวังและไม่ควรบอกวิธีการออกไปตรงๆ
6	ให้ส่วนขยายเมื่อจำเป็น - จะเกิดอะไรขึ้นถ้า..... - นักเรียนสามารถสร้างอีกปัญหาหนึ่งให้คล้ายกันกับปัญหาเดิมได้หรือไม่	เพื่อท้าทายนักเรียนที่ทำเสร็จก่อนให้สร้างหรือขยายไปสู่ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน

ใบความรู้ที่ 6-1 (ต่อ)

ข้อปฏิบัติที่	ช่วงระยะเวลา/กิจกรรม	จุดมุ่งหมาย
7	เรียกนักเรียนที่ได้วิธีการซึ่งนำไปสู่คำตอบแล้วให้ตอบปัญหา - นักเรียนได้ใช้ข้อมูลที่สำคัญทั้งหมดหรือไม่ - คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่	เพื่อต้องการให้นักเรียนตรวจทานงานของตนเอง
๓ ระยะหลังแก้ปัญหา [อภิปรายทั้งชั้นเรียน]		
8	แสดงและอภิปรายวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบโดยใช้กระบวนการ/ขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นฐานของการอภิปราย	เพื่อแสดงและตั้งชื่อยุทธวิธีที่แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้มาที่ใช้แล้วประสบผลสำเร็จในการหาคำตอบ
9	ถ้าเป็นไปได้ ให้โยงความสัมพันธ์ของปัญหาที่แก้ไปแล้วกับปัญหาต่างๆ ก่อนหน้านั้น แล้วอภิปรายหรือแก้ปัญหาที่ได้จากการขยายปัญหานั้น	เพื่อสาธิตให้เห็นว่ายุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบต่างๆ ไม่ได้จำเพาะเจาะจงกับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง และช่วยให้นักเรียนระลึกถึงสถานการณ์แบบต่างๆ ที่ใช้ยุทธวิธีเฉพาะที่อาจจะประโยชน์
10	ถ้าช่วงเวลาและลักษณะปัญหา มีความเหมาะสมแล้ว ให้อภิปรายถึงจุดเด่นที่มีความเป็นพิเศษของปัญหา เช่น รูปภาพที่สร้างจากข้อความปัญหา เป็นต้น	เพื่อแสดงถึงจุดเด่นที่มีความเป็นพิเศษของปัญหาที่ส่งผลต่อความคิดต่างๆ ของนักเรียน
๔ ระยะตั้งปัญหา [รายบุคคลหรือกลุ่มย่อย]		
11	ให้คำแนะนำในการตั้งปัญหา - ลองปรับเปลี่ยนมุมมองหรือเงื่อนไขของปัญหาเดิม - ลองตัดหรือเพิ่มเติมเงื่อนไขบางประการของปัญหาเดิม - ลองสลับตำแหน่งระหว่างตัวคำถามกับเงื่อนไขของปัญหาเดิม	เพื่อต้องการให้นักเรียนพยายามตั้งปัญหาที่เป็นการขยายปัญหาเดิมออกไปโดยใช้เทคนิควิธีการต่างๆ
๕ ระยะหลังตั้งปัญหา [อภิปรายทั้งชั้นเรียน]		
12	แสดงและอภิปรายการตั้งปัญหาใหม่ และวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาใหม่	เพื่อให้นักเรียนนำเสนอผลการสร้างสรรค์ปัญหาของตนหรือกลุ่มตนเอง และร่วมแบ่งปันการแก้ปัญหาของเพื่อนคนอื่นหรือกลุ่มอื่นๆ

แผนการจัดกิจกรรมที่ 7

ชื่อกิจกรรม

เวลา 3 ชั่วโมง

กิจกรรมฝึกประเมินงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักเรียน

จุดประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาครูฝึกประเมินงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักเรียน

แนวคิดที่สำคัญ

การฝึกปฏิบัติการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยให้นักศึกษาครูฝึกอภิปราย ให้คะแนน และประเมินตัวอย่างงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจริงของนักเรียน สามารถช่วยเตรียมความพร้อมสู่การประเมินผลภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไปได้

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 2-1 (Holistic scoring scale for problem solving)
2. ใบความรู้ที่ 3-2 (Holistic scoring scale for problem posing)
3. ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_1 (Solve & Pose problem)
4. ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_2 (Solve & Pose problem)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. ให้นักศึกษาครูทบทวนเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการแก้ปัญหาจากใบความรู้ที่ 2-1 ที่ได้เคยเรียนรู้มาแล้วในกิจกรรมที่ 2 และทบทวนเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการตั้งปัญหาจากใบความรู้ที่ 3-2 ที่ได้เคยเรียนรู้มาแล้วในกิจกรรมที่ 3 (ใช้เวลา 10 นาที)

2. ก่อนให้นักศึกษาครูฝึกประเมินงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักเรียนในใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_1 ให้นักศึกษาครูแต่ละคนลองแก้ปัญหาและตั้งปัญหาในใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_1 ดูก่อน (ใช้เวลา 30 นาที)

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_1 เป็นดังนี้

ปัญหาเรื่อง ‘พนักงานเสิร์ฟ’

โจทำงานเป็นพนักงานเสิร์ฟในร้านอาหารคาราโอเกะ โดยทางร้านกำหนดค่าแรงต่อชั่วโมงให้ดังนี้ ถ้าทำงานในช่วงก่อนเที่ยงคืน ให้ค่าแรง 20 บาทต่อชั่วโมง แต่ถ้าทำงานในช่วงหลังเที่ยงคืน ให้ค่าแรง 30 บาทต่อชั่วโมง คืนวันเสาร์วันหนึ่ง โจทำงานได้ค่าแรงทั้งหมด 160 บาท โดยทำงานจนถึงตี 2 อยากทราบว่าวันนั้นโจเริ่มทำงานตั้งแต่เวลาเท่าไร



3. นักศึกษาครูแต่ละคนออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาและผลการตั้งปัญหาในใบกิจกรรม สำหรับนักเรียน_1 หน้าชั้นเรียน นักศึกษาครูคนอื่นๆ ร่วมกันอภิปรายในวิธีการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ตลอดจนร่วมกันให้คะแนนพร้อมทั้งบอกเหตุผลของการให้คะแนน (ใช้เวลา 25 นาที)

4. ผู้สอนนำเสนองานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_1 (ที่ได้ให้นักเรียนได้ทำมาก่อนหน้านี้แล้ว) จำนวน 40 คน แล้วให้นักศึกษาครูแต่ละคนลองประเมินผล ให้คะแนน พร้อมทั้งบอกเหตุผลของการให้คะแนนดังกล่าว จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นเรียน (ใช้เวลา 30 นาที)

5. ก่อนให้นักศึกษาครูฝึกประเมินงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักเรียนในใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_2 ให้นักศึกษาครูแต่ละคนลองแก้ปัญหาและตั้งปัญหาในใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_2 ดูก่อน (ใช้เวลา 30 นาที)

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_2 เป็นดังนี้

ปัญหาเรื่อง 'โปรโมชันขายนม'

ร้านขายนมแห่งหนึ่งมีโปรโมชันพิเศษ นักเรียนสามารถนำขวดนมเปล่า 3 ขวดมาแลกนมขวดใหม่ไปดื่มได้ฟรีทันที 1 ขวด อยากทราบว่า ถ้านักเรียนมีเงินจำนวนจำกัดซึ่งสามารถซื้อนมได้เพียง 20 ขวด แต่นักเรียนจะดื่มนมได้มากที่สุดทั้งหมดกี่ขวด (รวมที่นำไปแลกฟรีด้วย)



6. นักศึกษาครูแต่ละคนออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาและผลการตั้งปัญหาในใบกิจกรรม สำหรับนักเรียน_2 หน้าชั้นเรียน นักศึกษาครูคนอื่นๆ ร่วมกันอภิปรายในวิธีการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ตลอดจนร่วมกันให้คะแนนพร้อมทั้งบอกเหตุผลของการให้คะแนน (ใช้เวลา 25 นาที)

7. ผู้สอนนำเสนองานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_2 (ที่ได้ให้นักเรียนได้ทำมาก่อนหน้านี้แล้ว) จำนวน 40 คน แล้วให้นักศึกษาครูแต่ละคนลองประเมินผล ให้คะแนน พร้อมทั้งบอกเหตุผลของการให้คะแนนดังกล่าว จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นเรียน (ใช้เวลา 30 นาที)

8. นักศึกษาครูช่วยกันสรุปแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้ ซึ่งอาจนำแนวคิดที่ได้มาใช้เพิ่มเติมรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนน และเพื่อใช้สำหรับจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) ในการสรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดในกิจกรรมที่ 10 (กิจกรรมสุดท้าย) ต่อไป

การประเมินผล

ประเมินจากการอภิปรายและการบอกเหตุผลของการให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูในใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_1 และใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_2

บันทึกหลังการจัดกิจกรรม

ผลจากการให้นักศึกษาครูปฏิบัติการจัดการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากตัวอย่างงานการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจริงของนักเรียนในใบกิจกรรม สำหรับนักเรียน_1 และใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_2 ตามแผนการจัดกิจกรรมที่ 7 ปรากฏข้อมูลที่น่าสนใจดังนี้

ผลการประเมินการแก้ปัญหาของนักเรียน

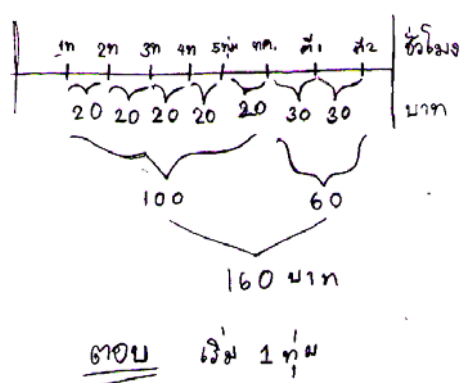
เมื่อนำเสนอตัวอย่างงานการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และให้นักศึกษาแต่ละคนลองประเมินผล ให้คะแนน พร้อมทั้งบอกเหตุผลของการให้คะแนน แล้วร่วมกันอภิปรายถึงผลการให้คะแนนดังกล่าว พบว่า สำหรับการให้คะแนนการแก้ปัญหาของนักเรียนบางคน นักศึกษาได้ให้คะแนนและแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกัน เช่น ตัวอย่างการแก้ปัญหาของนักเรียนคนหนึ่งจากปัญหาเรื่องพนักงานเสิร์ฟ เป็นดังนี้

ปัญหาเรื่อง ‘พนักงานเสิร์ฟ’

โจทำงานเป็นพนักงานเสิร์ฟในร้านอาหารคาราโอเกะ โดยทางร้านกำหนดค่าแรงต่อชั่วโมงให้ดังนี้ ถ้าทำงานในช่วงก่อนเที่ยงคืน ให้ค่าแรง 20 บาทต่อชั่วโมง แต่ถ้าทำงานในช่วงหลังเที่ยงคืน ให้ค่าแรง 30 บาทต่อชั่วโมง คำนวณว่าวันหนึ่ง โจทำงานได้ค่าแรงทั้งหมด 160 บาท โดยทำงานจนถึงตี 2 อยากทราบว่าวันนั้นโจเริ่มทำงานตั้งแต่เวลาเท่าไร



นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คนหนึ่ง เขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังภาพประกอบ ๒๒ ต่อไปนี้



ภาพประกอบ ๒๒ การแก้ปัญหาเรื่องพนักงานเสิร์ฟของนักเรียนคนหนึ่งในระดับชั้น ม.2

จากภาพประกอบ ๒๒ นักศึกษาบางคนให้คะแนนในระดับ 5: ยอดเยี่ยม แต่นักศึกษาบางคนให้คะแนนในระดับ 4: มาก ด้วยเหตุผลว่านักเรียนไม่ได้อธิบายเป็นประโยคภาษาที่ชัดเจนสมบูรณ์ เพียงแต่วาดภาพประกอบและแสดงคำตอบเลยเท่านั้น ซึ่งตรงนี้นักศึกษามีการถกเถียง อภิปราย และแสดงเหตุผลกันมากกว่า การที่นักเรียนนำเสนอเป็นแผนภาพที่ชัดเจนสมบูรณ์และได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้อธิบายภาพนั้นด้วยประโยคภาษา จะให้คะแนนอย่างไรจึงจะเหมาะสมและยุติธรรม จนสุดท้าย นักศึกษาสรุปผลการคะแนนในประเด็นนี้กันว่า การประเมินผลควรดูจากหลักฐานที่นักเรียนเขียนแสดง มาและผู้ประเมินควรดูที่เจตนาของนักเรียนเป็นสำคัญ เช่น จากตัวอย่างการเขียนแสดงวิธีคิดของนักเรียนคนนี้ได้ความได้ว่า นักเรียนใช้วิธีคิดแบบทำย้อนกลับพร้อมวาดภาพประกอบจนได้คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งแสดงถึงว่านักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่เหมาะสมจนได้คำตอบของปัญหาถูกต้องสมบูรณ์ จึงสมควรให้ได้คะแนนในระดับ 5: ยอดเยี่ยม

ผลการประเมินการตั้งปัญหาของนักเรียน

เมื่อนำเสนอตัวอย่างงานการตั้งปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และให้นักศึกษาแต่ละคนลองประเมินผล ให้คะแนน พร้อมทั้งบอกเหตุผลของการให้คะแนน แล้วร่วมกันอภิปรายถึง ผลการให้คะแนนดังกล่าว พบว่า สำหรับการให้คะแนนการตั้งปัญหาของนักเรียนบางคน นักศึกษาได้ให้คะแนนและแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกัน เช่น ตัวอย่างการตั้งปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คนหนึ่ง จากปัญหาเรื่องพนักงานเสิร์ฟดังกล่าวข้างต้น นักเรียนได้เขียนตั้งปัญหาดังภาพประกอบ ๒๓ ต่อไปนี้

ตั้งปัญหาใหม่ที่ปรับจากปัญหาเรื่อง 'พนักงานเสิร์ฟ'

ปัญหาใหม่เรื่อง อาชีพพนักงานเสิร์ฟ.....

แจ้งเป็นหนังสือให้ท่านทำคานและเอาใบจานออกฯ ได้ค่าจ้างตามอัตราชั่วโมง
ทำงาน ๐:๐๐ ถึง ๑๘:๐๐ ชั่วโมงละ ๔๐ บาท ๑๘:๐๐ ถึง ๐๕:๐๐
ชั่วโมงละ ๕๐ บาท ส่วนค่าจ้างกลับบ้านตอน ๐ ทุ่มครึ่ง ได้เงิน ๑๖๐ บาท
แจ้งเริ่มงานตอน ๐๖:๐๐

แก้ปัญหาคำใหม่

แจ้งได้เงิน ๖๐๐

จนถึง ๑๘:๐๐ ได้เงิน ๒๐ (ที่ ๓ ชั่วโมงครึ่ง)

ก่อน ๑๘:๐๐ ได้เงิน ๑๐ (ที่ ๔ ชั่วโมง)

กลับบ้านตอน ๑๘:๐๐ ๔ ชั่วโมง

เริ่มงาน ๐๖:๐๐ ๓ ชั่วโมง

ภาพประกอบ ๒๓ การตั้งปัญหาและแก้ปัญหาคำใหม่เรื่องพนักงานเสิร์ฟของนักเรียนคนหนึ่ง
ในระดับชั้น ม.2

จากภาพประกอบ ๒๓ นักศึกษาบางคนให้คะแนนในระดับ 4: มาก (ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับกลาง) แต่นักศึกษาบางคนให้คะแนนในระดับ 3: ปานกลาง (ตั้งปัญหาที่มีความซับซ้อนระดับต่ำ) ซึ่งตรงนี้นักศึกษามีการถกเถียง อภิปราย และแสดงเหตุผลกันมากกว่าปัญหาที่นักเรียนตั้งขึ้นมานั้นมีความซับซ้อนในระดับกลางหรือระดับต่ำ จนสุดท้ายนักศึกษาต้องย้อนกลับไปดูตารางเกณฑ์การแบ่งระดับความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในใบความรู้ที่ 3-2 และนักศึกษาลงความเห็นว่าน่าจะเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนในระดับต่ำ เพราะสอดคล้องกับตัวชี้วัดที่กล่าวว่า “เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาเพียงแค่ทบทวนแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้ผ่านการเรียนรู้มาแล้ว” ซึ่งจากปัญหาที่นักเรียนตั้งขึ้นมานี้เสมือนเป็นปัญหาคู่ขนานกับปัญหาเดิม และวิธีการแก้ปัญหาก็คือทักษะและกระบวนการเช่นเดียวกับปัญหาเดิม

ชื่อนักเรียน
 ชั้น เลขที่

ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_1

(Solve & Pose problem)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 50 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง 'พนักงานเสิร์ฟ' โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดอย่างละเอียด

ปัญหาเรื่อง 'พนักงานเสิร์ฟ'

โจทำงานเป็นพนักงานเสิร์ฟในร้านอาหารคาราโอเกะ โดยทางร้านกำหนดค่าแรงต่อชั่วโมงให้ดังนี้ ถ้าทำงานในช่วง ก่อนเที่ยงคืน ให้ค่าแรง 20 บาทต่อชั่วโมง แต่ถ้าทำงานในช่วง หลังเที่ยงคืน ให้ค่าแรง 30 บาทต่อชั่วโมง คำนวณว่าวันหนึ่ง โจทำงานได้ค่าแรงทั้งหมด 160 บาท โดยทำงานจนถึงตี 2 อยากทราบว่าวันนั้นโจเริ่มทำงานตั้งแต่เวลาเท่าไร



วิธีคิดอย่างละเอียด

ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_1 (ต่อ)

จงตั้งปัญหามา 1 ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยการปรับจากปัญหาเรื่อง ‘พนักงานเสิร์ฟ’ ที่นักเรียนได้แก้มาแล้ว เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นมีความน่าสนใจ ทำทาย และขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป สำหรับใช้ถามเพื่อนนักเรียนคนอื่นๆ พร้อมทั้งแก้ปัญหานั้นด้วย

ตั้งปัญหาใหม่ที่ปรับจากปัญหาเรื่อง ‘พนักงานเสิร์ฟ’

ปัญหาใหม่เรื่อง

แก้ปัญหาใหม่

ชื่อนักเรียน
 ชั้น เลขที่

ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_2

(Solve & Pose problem)

(กิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 50 นาที)

จงแก้ปัญหาเรื่อง 'โปรโมชั่นขายนม' โดยให้เขียนอธิบายวิธีคิดอย่างละเอียด

ปัญหาเรื่อง 'โปรโมชั่นขายนม'

ร้านขายนมแห่งหนึ่งมีโปรโมชั่นพิเศษ นักเรียนสามารถนำขวดนมเปล่า 3 ขวดมาแลกนมขวดใหม่ไปดื่มได้ฟรีทันที 1 ขวด อยากทราบว่า ถ้านักเรียนมีเงินจำนวนจำกัด ซึ่งสามารถซื้อนมได้เพียง 20 ขวด แต่นักเรียนจะดื่มนมได้มากที่สุดทั้งหมดกี่ขวด (รวมที่นำไปแลกฟรีด้วย)



วิธีคิดอย่างละเอียด

ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน_2 (ต่อ)

จงตั้งปัญหามา 1 ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยการปรับจากปัญหาเรื่อง ‘โปรโมชันขายนม’ ที่นักเรียนได้แก้มาแล้ว เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นมีความน่าสนใจ ทำทาย และขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป สำหรับใช้ถามเพื่อนนักเรียนคนอื่นๆ พร้อมทั้งแก้ปัญหานั้นด้วย

ตั้งปัญหาใหม่ที่ปรับจากปัญหาเรื่อง ‘โปรโมชันขายนม’

ปัญหาใหม่เรื่อง

แก้ปัญหาใหม่

เอกสารเพิ่มเติมท้ายกิจกรรมที่ 7

เฉลยคำตอบและตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน

1. ปัญหาเรื่อง ‘พนักงานเสิร์ฟ’

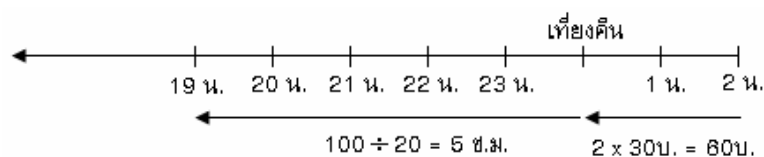
โจทำงานเป็นพนักงานเสิร์ฟในร้านอาหารคาราโอเกะ โดยทางร้านกำหนดค่าแรงต่อชั่วโมงให้ดังนี้ ถ้าทำงานในช่วงก่อนเที่ยงคืน ให้ค่าแรง 20 บาทต่อชั่วโมง แต่ถ้าทำงานในช่วงหลังเที่ยงคืน ให้ค่าแรง 30 บาทต่อชั่วโมง คืนวันเสาร์วันหนึ่ง โจทำงานได้ค่าแรงทั้งหมด 160 บาท โดยทำงานจนถึงตี 2 อยากทราบว่าวันนั้นโจเริ่มทำงานตั้งแต่เวลาเท่าไร



เฉลยคำตอบ โจเริ่มทำงานตั้งแต่เวลา 19.00 น.

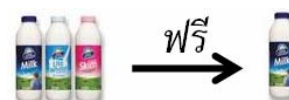
ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหา

ยุทธวิธี: ทำย้อนกลับและใช้การวาดแผนภาพช่วย โดยนับถอยหลังทีละ 1 ชั่วโมง จากตี 2 และคำนวณจำนวนเงินค่าแรงทั้งหมดในแต่ละชั่วโมง



2. ปัญหาเรื่อง ‘โปรโมชั่นขายนม’

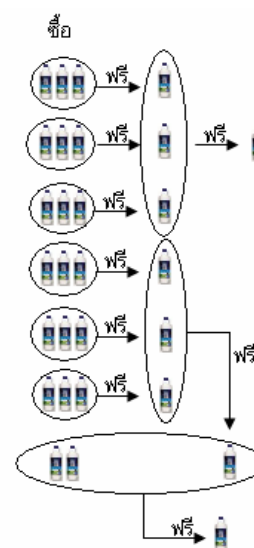
ร้านขายนมแห่งหนึ่งมีโปรโมชั่นพิเศษ นักเรียนสามารถนำขวดนมเปล่า 3 ขวดมาแลกนมขวดใหม่ไปดื่มได้ฟรีทันที 1 ขวด อยากทราบว่า ถ้านักเรียนมีเงินจำนวนจำกัด ซึ่งสามารถซื้อนมได้เพียง 20 ขวด แต่นักเรียนจะดื่มนมได้มากที่สุดทั้งหมดกี่ขวด (รวมที่นำไปแลกฟรีด้วย)



เฉลยคำตอบ 29 ขวด

ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหา

ยุทธวิธี: ใช้การวาดแผนภาพช่วย (ดังรูปขวามือ) แล้วนับจำนวนขวดที่ดื่ม ได้ทั้งหมด 29 ขวด



แผนการจัดกิจกรรมที่ 8

ชื่อกิจกรรม

เวลา 3 ชั่วโมง

กิจกรรมฝึกเขียนแผนการสอน

จุดประสงค์

เพื่อให้ นักศึกษาครูฝึกเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน

แนวคิดที่สำคัญ

การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเป็นการจัดประสบการณ์จำลองเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในห้องเรียน โดยให้มีบรรยากาศใกล้เคียงกับห้องเรียนจริง ทั้งนี้เพื่อให้ นักศึกษาครูมีแนวคิดและวิธีการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ตลอดจนการเลือกใช้หรือสร้างสื่อการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน การให้นักศึกษาครูได้ฝึกเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียนเป็นการเตรียมความพร้อมสู่การวางแผนการสอนภาคสนามในชั้นเรียนจริงต่อไปได้

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 8-1 (Lesson plan for problem solving and problem posing)
2. ใบกิจกรรมที่ 8-1 (Writing lesson plan A)
3. ใบกิจกรรมที่ 8-2 (Writing lesson plan B)
4. ใบกิจกรรมที่ 8-3 (Writing lesson plan C)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. นักศึกษาครูเรียนรู้และร่วมกันอภิปรายถึงรูปแบบของแผนการสอนสำหรับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในใบความรู้ที่ 8-1 ทั้งนี้ นักศึกษาอาจเสนอแนะเพื่อปรับปรุงรูปแบบของแผนการสอนในใบกิจกรรมที่ 8-1 นี้ได้ (ใช้เวลา 20 นาที)

2. แบ่งกลุ่มนักศึกษาครูออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน เพื่อทำกิจกรรมฝึกเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที) โดยให้

- กลุ่มที่ 1 ทำใบกิจกรรมที่ 8-1
- กลุ่มที่ 2 ทำใบกิจกรรมที่ 8-2
- กลุ่มที่ 3 ทำใบกิจกรรมที่ 8-3

(ใช้เวลา 80 นาที)

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการเขียนแผนการสอนของแต่ละกลุ่มเป็นดังนี้

กลุ่มที่ 1 (ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 8-1)

ปัญหาเรื่อง ‘แถบบันทึกข้อมูล’

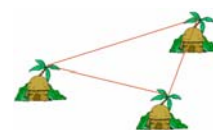
มนัสทำแถบบันทึกข้อมูลชุดหนึ่งที่มีจำนวนอยู่ 10 จำนวนฉีกขาดหายไปครึ่งหนึ่ง (ดังรูป) แต่ได้ทำการประมวลผลแล้วว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมัธยฐานของข้อมูลชุดดังกล่าวคือ 5 และ 6 ตามลำดับ มนัสจะตกแต่งข้อมูลที่ขาดหายไปอย่างไร

8 2 4 7 9

กลุ่มที่ 2 (ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 8-2)

ปัญหาเรื่อง ‘ติดตั้งสายโทรศัพท์’

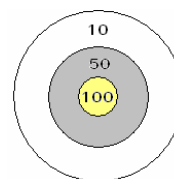
ในหมู่บ้านแห่งหนึ่งมีบ้านเรือนทั้งหมด 20 หลัง ถ้าต้องการติดตั้งสายโทรศัพท์ให้โทรศัพท์ต่อกันได้ทุกบ้าน อยากทราบว่าจะต้องใช้สายโทรศัพท์ทั้งหมดกี่เส้น (สายโทรศัพท์ 1 เส้น แทนการเชื่อมต่อกันระหว่างบ้าน 2 หลัง)



กลุ่มที่ 3 (ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 8-3)

ปัญหาเรื่อง ‘การแข่งขันยิงธนู’

โจเป็นผู้จัดการแข่งขันยิงธนู ซึ่งผู้แข่งขันแต่ละคนจะต้องยิงธนู 3 ครั้ง ครั้งละ 1 ดอก ถ้าผู้แข่งขันยิงธนูครั้งใดไม่ถูกเป้าจะไม่นับแต้มให้และถือว่าตกรอบทันที อยากทราบว่าคะแนนที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการแข่งขันซึ่งโจจะต้องเตรียมบัตรคะแนนไว้มีทั้งหมดกี่แบบที่แตกต่างกัน



3. นักศึกษาครูในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการเขียนแผนการสอนหน้าชั้นเรียน เพื่อนักศึกษาครูคนอื่นๆ ลองประเมินแผนการสอนของเพื่อนตามแบบประเมินในใบความรู้ที่ 8-1 และร่วมกันอภิปรายถึงความเหมาะสมของการออกแบบการสอนของกลุ่มเพื่อนที่นำเสนอ พร้อมให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้กลุ่มที่นำเสนอกลับไปปรับปรุงแก้ไข (ใช้เวลา 60 นาที)

4. นักศึกษาครูในแต่ละกลุ่มปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนตามข้อเสนอแนะสำหรับนำไปใช้สอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ในกิจกรรมครั้งต่อไป (ใช้เวลา 20 นาที)

5. นักศึกษาครูช่วยกันสรุปแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้ เพื่อใช้สำหรับจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) ในการสรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดในกิจกรรมที่ 10 (กิจกรรมสุดท้าย) ต่อไป

การประเมินผล

1. ประเมินจากการเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาสำหรับนักเรียนในใบกิจกรรมที่ 8-1 ถึงใบกิจกรรมที่ 8-3

2. สังเกตจากการอภิปรายและการนำเสนอผลการเขียนแผนการสอนหน้าชั้นเรียน

ใบความรู้ที่ 8-1

(Lesson plan for problem solving and problem posing)

รูปแบบของแผนการสอนสำหรับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน)

ปัญหา

ปฏิบัติการสอน : ระยะก่อนแก้ปัญหา

1. อ่านปัญหาให้กับนักเรียนทั้งชั้นเรียนหรือให้นักเรียนอ่านปัญหา
2. ใช้การอภิปรายทั้งชั้นเรียน และเพิ่มเติมข้อเสนอแนะพิเศษต่างๆ หรือคำถามต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาข้างล่างนี้
 - ก.
 - ข.
 - ค.
3. ใช้การอภิปรายทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบที่พอเป็นไปได้

ปฏิบัติการสอน : ระยะระหว่างแก้ปัญหา

4. สังเกตและใช้คำถามกับนักเรียนเพื่อจำแนกว่านักเรียนกำลังแก้ปัญหาอยู่ในขั้นตอน/กระบวนการตรงไหน
 - ก.
 - ข.
 - ค.
5. ให้คำแนะนำหรือบอกใบ้เท่าที่จำเป็น เพิ่มเติมคำแนะนำหรือคำบอกใบ้ตรงข้างล่างนี้
 - ก.
 - ข.
 - ค.
6. ให้ส่วนขยายเมื่อจำเป็น เพิ่มเติมคำถามพิเศษต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาดตรงข้างล่างนี้
 - ก.
 - ข.
 - ค.
7. สำหรับนักเรียนที่ได้วิธีการซึ่งนำไปสู่คำตอบแล้วให้เรียกตอบปัญหา
 - ก.
 - ข.
 - ค.

ปฏิบัติการสอน : ระยะหลังแก้ปัญหา

8. อภิปรายถึงวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบและยุทธวิธีที่ใช้ เพิ่มเติมคำแนะนำเกี่ยวกับปัญหาดตรงข้างล่างนี้
 - ก.
 - ข.
- [แทรกวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบตรงนี้]
9. ถ้าเป็นไปได้ ให้อิงความสัมพันธ์ของปัญหาที่แก้ไปแล้วกับปัญหาต่างๆ ก่อนหน้านั้น แล้วอภิปรายหรือแก้ปัญหาที่ได้จากการขยาย

ใบความรู้ที่ 8-1 (ต่อ)

10. ถ้าช่วงเวลาและลักษณะปัญหามีความเหมาะสมแล้ว อภิปรายถึงจุดเด่นที่มีความเป็นพิเศษของปัญหา
เพิ่มเติมคำแนะนำพิเศษเกี่ยวกับปัญหาตรงข้างล่างนี้

ก.

ข.

ปฏิบัติการสอน : ระยะตั้งปัญหา

11. ให้คำแนะนำในการตั้งปัญหา เช่น ให้ลองปรับเปลี่ยนมุมมองหรือเงื่อนไขของปัญหาเดิม ลองตัดหรือเพิ่มเติม
เงื่อนไขบางประการของปัญหาเดิม หรือลองสลับตำแหน่งระหว่างตัวคำถามกับเงื่อนไขของปัญหาเดิม โดย
เขียนปัญหาที่ขยายที่เป็นไปได้ตรงข้างล่างนี้

ก.

ข.

ค.

ปฏิบัติการสอน : ระยะหลังตั้งปัญหา

12. ให้นักเรียนแสดงและอภิปรายการตั้งปัญหาใหม่ และวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาใหม่

.....

ที่มา: ปรับจากของ Foong Pui Yee. 2007. Problem Solving in Mathematics.
In *Teaching Primary School Mathematics: A Resource Book*. Lee Peng Yee. p.81.

ใบความรู้ที่ 8-1 (ต่อ)

แบบประเมินแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ตัวชี้วัด	ระดับความสามารถ				
		น้อย มาก 1	น้อย 2	ปาน กลาง 3	มาก 4	ยอด เยี่ยม 5
1	กิจกรรมตามแผนการสอนที่นักศึกษาครูได้ออกแบบมานั้น ส่งเสริมแนวคิดหลัก (Core concept) ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน	1	2	3	4	5
2	แผนการสอนออกแบบมาอย่างรอบคอบและชัดเจน	1	2	3	4	5
3	การเรียงลำดับเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ ในแผนการสอนมีความเหมาะสม	1	2	3	4	5
4	การแบ่งเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ในแผนการสอนมีความเหมาะสม	1	2	3	4	5
5	แผนการสอนส่งเสริมกระบวนการคิด แก้ปัญหาและ/หรือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน	1	2	3	4	5
6	กิจกรรมตามแผนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสื่อสารความคิดกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่ม	1	2	3	4	5
7	นักศึกษาครูกำหนดสื่อการสอนได้ตรงตามจุดประสงค์ ส่งเสริมการเรียนรู้ และเหมาะสมกับนักเรียน	1	2	3	4	5
8	นักศึกษาครูกำหนดปัญหา งาน หรือกิจกรรมต่างๆ ให้นักเรียนได้ อย่างท้าทาย น่าสนใจ	1	2	3	4	5
9	การเขียนแผนการสอนเป็นระเบียบเรียบร้อย ใช้ภาษาถูกต้อง และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย	1	2	3	4	5
10	นักศึกษาครูกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	2	3	4	5

ใบกิจกรรมที่ 8-1

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

(Writing lesson plan A)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 20 นาที)

จงเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คาบเรียน (50 นาที) โดยใช้ปัญหาเรื่อง ‘แถบบันทึกข้อมูล’ ต่อไปนี้

ปัญหาเรื่อง ‘แถบบันทึกข้อมูล’

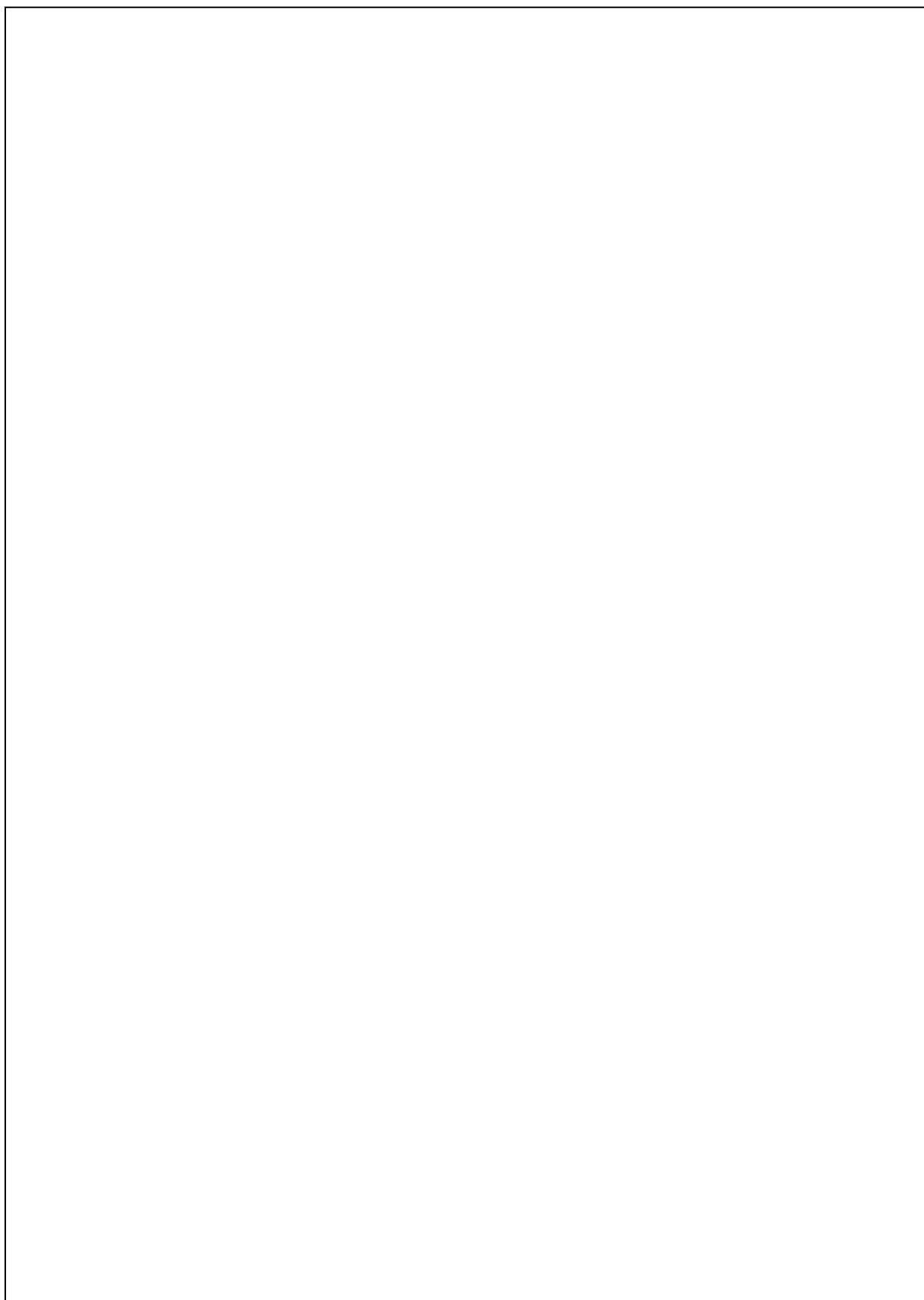
มนัสทำแถบบันทึกข้อมูลชุดหนึ่งที่มีจำนวนอยู่ 10 จำนวนฉีกขาดหายไปครึ่งหนึ่ง (ดังรูป) แต่ได้ทำการประมวลผลแล้วหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมัธยฐานของข้อมูลชุดดังกล่าวคือ 5 และ 6 ตามลำดับ มนัสจะตกแต่งข้อมูลที่ขาดหายไปนี้อย่างไร

8 2 4 7 9

แผนการสอน

ใบกิจกรรมที่ 8-1 (ต่อ)

แผนการสอน (ต่อ)

A large empty rectangular box with a thin black border, occupying the majority of the page below the title. It is intended for a drawing or detailed notes related to the lesson plan.

ใบกิจกรรมที่ 8-2

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

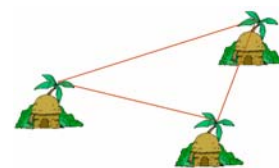
(Writing lesson plan B)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 20 นาที)

จงเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คาบเรียน (50 นาที) โดยใช้ปัญหาเรื่อง 'ติดตั้งสายโทรศัพท์' ต่อไปนี้

ปัญหาเรื่อง 'ติดตั้งสายโทรศัพท์'

ในหมู่บ้านแห่งหนึ่งมีบ้านเรือนทั้งหมด 20 หลัง ถ้าต้องการติดตั้งสายโทรศัพท์ให้โทรติดต่อกันได้ทุกบ้าน อยากทราบว่าจะต้องใช้สายโทรศัพท์ทั้งหมดกี่เส้น (สายโทรศัพท์ 1 เส้น แทนการเชื่อมต่อกันระหว่างบ้าน 2 หลัง)



แผนการสอน

ใบกิจกรรมที่ 8-2 (ต่อ)

แผนการสอน (ต่อ)

ใบกิจกรรมที่ 8-3

ชื่อกลุ่มของนักศึกษา

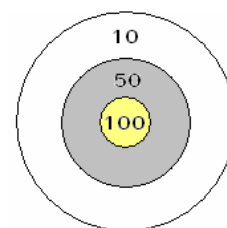
(Writing lesson plan C)

(กิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 20 นาที)

จงเขียนแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คาบเรียน (50 นาที) โดยใช้ปัญหาเรื่อง ‘การแข่งขันยิงธนู’ ต่อไปนี้

ปัญหาเรื่อง ‘การแข่งขันยิงธนู’

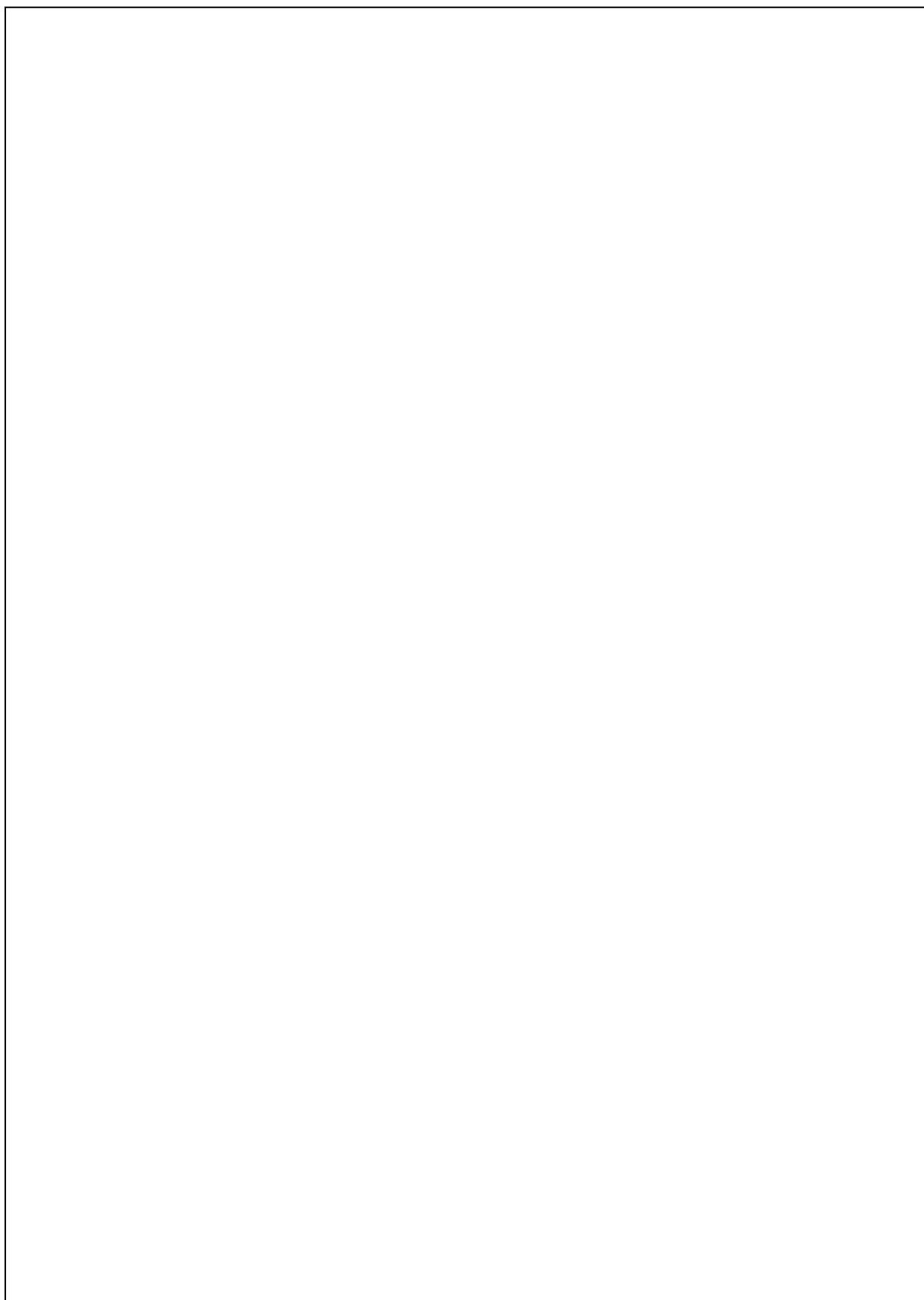
โจเป็นผู้จัดการแข่งขันยิงธนู ซึ่งผู้แข่งขันแต่ละคนจะต้องยิงธนู 3 ครั้ง ครั้งละ 1 ดอก ถ้าผู้แข่งขันยิงธนูครั้งใดไม่ถูกเป้าจะไม่นับแต้มให้และถือว่าตกรอบทันที อยากทราบว่าคะแนนที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการแข่งขันซึ่งโจจะต้องเตรียมบัตรคะแนนไว้มีทั้งหมดกี่แบบที่แตกต่างกัน



แผนการสอน

ใบกิจกรรมที่ 8-3 (ต่อ)

แผนการสอน (ต่อ)

A large empty rectangular box with a thin black border, occupying the majority of the page below the title. It is intended for a drawing or detailed notes related to the lesson plan.

แผนการจัดกิจกรรมที่ 9

ชื่อกิจกรรม

เวลา 3 ชั่วโมง

กิจกรรมฝึกสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

จุดประสงค์

เพื่อให้ศึกษาคูได้ฝึกทักษะการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยใช้การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ในชั้นเรียนก่อนออกไปสู่การสอนในโรงเรียนจริงต่อไป

แนวคิดที่สำคัญ

การเตรียมความพร้อมทางด้านการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเป็นการจัดประสบการณ์จำลองเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาในห้องเรียน โดยให้มีบรรยากาศใกล้เคียงกับห้องเรียนจริง ทั้งนี้เพื่อให้ศึกษาคูมีแนวคิดและวิธีการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ตลอดจนการเลือกใช้หรือสร้างสื่อการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน การให้นักศึกษาคูได้ฝึกทักษะการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยใช้การฝึกสอนแบบจุลภาค (Micro teaching) ในชั้นเรียนก่อนออกไปสู่การสอนในโรงเรียนจริง เป็นการเตรียมความพร้อมสู่การสอนในภาคสนามต่อไปได้

สื่อการเรียนรู้

1. สำเนาใบกิจกรรมที่ 8-1 (Writing lesson plan A)
2. สำเนาใบกิจกรรมที่ 8-2 (Writing lesson plan B)
3. สำเนาใบกิจกรรมที่ 8-3 (Writing lesson plan C)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. นักศึกษาคูในแต่ละกลุ่ม (มี 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน) ส่งตัวแทนออกมาสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาตามแผนการสอนที่ได้เขียนไว้แล้วในกิจกรรมที่ 8 โดยให้นักศึกษาคูคนอื่นๆ (8 คนที่เหลือ) สมมติเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่ละกลุ่มใช้เวลาสอนประมาณ 30 นาที
2. เมื่อนักศึกษาคูกลุ่มใดสอนเสร็จแล้ว ให้นักศึกษาคูคนอื่นๆ ร่วมกันอภิปรายสะท้อนผลการสอนในประเด็นต่างๆ ต่อไปนี้ โดยใช้สำเนาใบกิจกรรมที่ 8-1 ถึงใบกิจกรรมที่ 8-3 เป็นเครื่องมือ
 - 1) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้
 - 2) เทคนิควิธีการสอน
 - 3) สื่อการสอน

- 4) การใช้คำถามกระตุ้น
- 5) การส่งเสริมการให้เหตุผลของนักเรียน
- 6) การประเมินผล
- 7) จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ

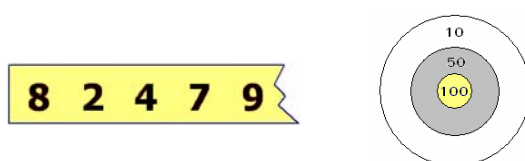
3. นักศึกษาครูช่วยกันสรุปแนวคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้กิจกรรมในครั้งนี้ เพื่อใช้สำหรับจัดทำแผนผังความคิด (Mind map) ในการสรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดในกิจกรรมที่ 10 (กิจกรรมสุดท้าย) ต่อไป

การประเมินผล

1. ประเมินจากการฝึกสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาครู
2. สังเกตจากการอภิปรายสะท้อนผลการสอนของนักศึกษาครู

บันทึกหลังการจัดกิจกรรม

จากการกำหนดให้นักศึกษาครูในแต่ละกลุ่ม (3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน) ส่งตัวแทนออกมาสอน การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (Micro teaching) ตามแผนการสอนที่ได้เขียนไว้ในใบกิจกรรมที่ 8-1 ถึงใบกิจกรรมที่ 8-3 โดยให้นักศึกษาครูคนอื่น ๆ (8 คนที่เหลือ) สมมติเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่ละกลุ่มใช้เวลาสอนประมาณ 30 นาที และหลังจากนักศึกษาทุกกลุ่มได้สอนเสร็จแล้ว ให้นักศึกษาคนอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายสะท้อนผลการสอนนั้น พบว่า นักศึกษาทุกกลุ่มสามารถปฏิบัติการสอนได้ เกือบตรงตามแผนการสอนที่กำหนดไว้ มีนักศึกษา 2 กลุ่มที่สร้างสื่อการสอนที่เป็นวัสดุจำลองเพื่อประกอบการสอนการแก้ปัญหาเรื่อง ‘แถบบันทึกข้อมูล’ และปัญหา ‘การแข่งขันยิงธนู’ โดยใช้กระดาษสร้างเป็นภาพที่มีลักษณะดังรูป



ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษาทั้ง 3 กลุ่มเป็นไปในลักษณะเดียวกัน โดยเริ่มต้นจากการเสนอปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา โดยใช้ใบกิจกรรมหรือสื่อการสอนที่สร้างขึ้นประกอบการอธิบายปัญหา จากนั้นเป็นระยะลงมือแก้ปัญหา (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที) เสร็จแล้วให้ตัวแทนผู้เรียน 1 คนนำเสนอผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน และผู้เรียนคนอื่น ๆ เสนอแนวคิดที่แตกต่าง จากนั้นผู้สอนให้ผู้เรียนขยายปัญหาจากปัญหาเดิมคนละ 1 ปัญหา แล้วให้แต่ละคนออกมาเสนอปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาใหม่ของตนเองหน้าชั้นเรียน ซึ่งพบว่า ในขั้นตอนสุดท้ายตามแผนการสอนนั้นนักศึกษาออกแบบมาให้ผู้เรียนได้ลงมือแก้ปัญหาใหม่ที่เพื่อนตั้งขึ้นมาด้วย แต่เนื่องจากเวลาไม่เพียงพอจึงให้ผู้ตั้งปัญหอบอกวิธีการแก้ปัญหของตนเองไปเลย ตรงนี้อาจมองว่าวิธีการสอนไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้เนื่องจากข้อจำกัดของเวลา แต่ถือว่าผู้สอนสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี

การอภิปรายและสะท้อนผลการสอนของนักศึกษาแต่ละกลุ่มเริ่มต้นจากให้นักศึกษาในกลุ่มที่ทำการสอนสะท้อนผลการสอนของตนเองในภาพรวมก่อนว่าเป็นไปตามแผนหรือจุดมุ่งหมายของการสอนหรือไม่อย่างไร ซึ่งส่วนใหญ่ นักศึกษาบอกว่าเวลาในการสอนค่อนข้างจำกัดจึงไม่มีเวลามากนักสำหรับให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาหรือตั้งปัญหา หลังจากนั้นนักศึกษาคนอื่น ๆ จึงร่วมกันอภิปรายสะท้อนผลการสอนในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ เทคนิควิธีการสอน สื่อการสอน การใช้คำถามกระตุ้น การส่งเสริมการให้เหตุผลของผู้เรียน การประเมินผล จุดแข็ง/จุดอ่อนของการสอน และข้อเสนอแนะ ซึ่งพบว่า นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนผลการสอนในแต่ละประเด็นอย่างเป็นเหตุเป็นผล และนักศึกษามีความคิดเห็นว่าการฝึกซ้อมการสอนดังกล่าวสามารถเตรียมความพร้อมไปสู่การปฏิบัติการสอนจริงในโรงเรียนได้ในระดับหนึ่ง และที่เป็นประโยชน์มากคือการได้รับข้อมูลป้อนกลับที่เห็นข้อดีและข้อควรปรับปรุงในการสอนของแต่ละคน

แผนการจัดกิจกรรมที่ 10

ชื่อกิจกรรม

เวลา 3 ชั่วโมง

กิจกรรมเขียนแผนผังความคิด (Mind map)

จุดประสงค์

เพื่อให้ นักศึกษาครูได้เขียนแผนผังความคิด (Mind map) สรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา และนำมาอภิปรายในชั้นเรียน

แนวคิดที่สำคัญ

แผนผังความคิด (Mind map) ถือว่าเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักศึกษาครูได้บันทึกความรู้หรือความคิดเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจากการปฏิบัติกิจกรรมทั้งหมดที่ผ่านมา เพื่อให้เห็นภาพความคิดที่หลากหลายมุมมองที่กว้างและชัดเจนกว่าการบันทึกโดยที่ยังไม่ได้จัดระบบระเบียบความคิดใดๆ อีกทั้งเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับโครงสร้างทางการคิดของมนุษย์ที่บางช่วงมนุษย์จะสูญเสียสมาธิและความจดจ่อไปโดยอัตโนมัติขณะที่กำลังคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การทำให้สมองได้คิด ได้ทำงานตามธรรมชาตินั้น มีลักษณะเหมือนต้นไม้ที่แตกกิ่งก้านออกไปเรื่อยๆ แผนผังความคิดถูกใช้เป็นแนวคิดที่ไร้รูปแบบตายตัว ช่วยในการจดจำระยะยาวซึ่งได้แก่การนำความรู้ใหม่ไปผูกโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ ควบคู่ไปกับการพัฒนาสมองซีกขวาโดยการจินตนาการ ด้วยหลักการใช้คำหลักเป็นตัวกำหนดแล้วขยายกิ่งก้านสาขาออกไป หลักการสำคัญของการเขียนแผนผังความคิด ก็คือการใช้ภาพ สี และเส้น ร่วมกันในการจดบันทึก โดยเริ่มจากตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษที่ไม่มีเส้นความคิดต่างๆ อาจจะแทนด้วยคำสำคัญที่แทนประเด็นหลักหรือภาพที่แทนความคิดนั้น มีเส้นโยงเชื่อมต่อกันแบบเดียวกับที่สมองทำงาน

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 10-1 (Writing mind map)
2. อุปกรณ์การเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ได้แก่
 - 1) กระดาษแข็งสีขาวขนาด 20 × 30 เซนติเมตร
 - 2) ดินสอ ปากกา สีไม้ และสีเมจิก

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. นักศึกษาครูร่วมกันเรียนรู้และอภิปรายถึงหลักการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ในใบความรู้ที่ 10-1 (ใช้เวลา 15 นาที)

2. แบ่งกลุ่มนักศึกษาครูออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยให้ในแต่ละกลุ่มนำแนวคิดที่ได้รับจากการทำกิจกรรมตั้งแต่ในกิจกรรมที่ 1 จนถึงกิจกรรมที่ 9 มาใช้เขียนแผนผังความคิด (Mind map) ในหัวข้อ “การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์” ลงในกระดาษแข็งสีขาวขนาด 20×30 เซนติเมตร เพื่อสรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา (ใช้เวลา 2 ชั่วโมง)

ทั้งนี้นักศึกษาครูจะต้องสรุปประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้เพื่อใช้เขียนแผนผังความคิด

- 1) ความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.1) การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหามีความสำคัญอย่างไร
 - 1.2) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีสำหรับนักเรียนเป็นปัญหาประเภทใด มีลักษณะอย่างไร
 - 1.3) กระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร มีอะไรบ้าง
 - 1.4) เทคนิคการตั้งปัญหามีอะไรบ้าง
- 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.1) การทำความเข้าใจปัญหาเป็นอย่างไร สำคัญอย่างไร
 - 2.2) การเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมควรทำอย่างไร
 - 2.3) การแสดงเหตุผลและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจน ถูกต้องควรทำอย่างไร
 - 2.4) การตรวจสอบย้อนกลับในคำตอบที่ได้ สำคัญอย่างไร ทำอย่างไร
- 3) ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1) การตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว ทำอย่างไร เพื่ออะไร
 - 3.2) การตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ทำอย่างไร เพื่ออะไร
- 4) ทักษะและกระบวนการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมหรือเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาอย่างไร
- 5) การรู้คิด (Metacognition) เป็นอย่างไร ส่งเสริมหรือเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาอย่างไร
- 6) แนวคิด/วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ดีที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน มีอะไรบ้าง
- 7) แนวคิด/วิธีการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน มีอะไรบ้าง
- 8) แนวคิด/วิธีการเลือกใช้หรือสร้างสื่อการสอนที่ดีที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน มีอะไรบ้าง

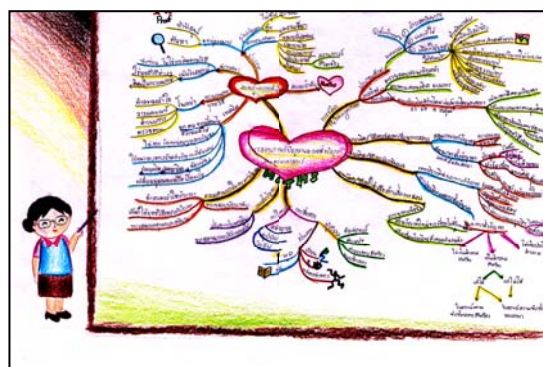
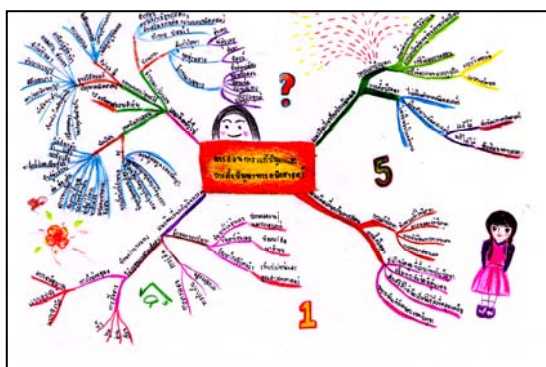
3. ให้นักศึกษาครูในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) หน้าชั้นเรียน นักศึกษาครูคนอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายและให้ข้อคิดเห็น (ใช้เวลา 45 นาที)

การประเมินผล

1. ประเมินจากการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ของนักศึกษาครู
2. สังเกตจากการอภิปรายและให้ข้อคิดเห็นในการเขียนแผนผังความคิดของนักศึกษาครู

บันทึกหลังการจัดกิจกรรม

จากการให้นักศึกษาครูแต่ละกลุ่ม (3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน) นำแนวคิดที่ได้รับจากการทำกิจกรรม ตั้งแต่ในกิจกรรมที่ 1 ถึงกิจกรรมที่ 9 มาใช้เขียนแผนผังความคิดในหัวข้อ ‘การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์’ ลงในกระดาษวาดเขียนขนาด 20 × 30 เซนติเมตร เพื่อสรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ปรากฏผลงานของนักศึกษาดังภาพประกอบ ๒๔ ต่อไปนี้



ภาพประกอบ ๒๔ การเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ของนักศึกษาครู

จากภาพประกอบ ๒๔ พบว่า นักศึกษาสามารถสรุปองค์ความรู้ทั้งหมดที่ได้ทำกิจกรรมมา ตั้งแต่ต้นได้เป็นอย่างดี นักศึกษาส่วนใหญ่ทำการสรุปประเด็นต่างๆ โดยใช้คำสำคัญ (Key words) ในความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการตั้งปัญหา ทักษะและกระบวนการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมหรือเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา การรู้คิด (Metacognition) ที่ส่งเสริมหรือเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา แนวคิด/วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ดีที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน และแนวคิด/วิธีการเลือกใช้หรือสร้างสื่อการสอนที่ดีที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังเห็นความพยายามและความตั้งใจในการออกแบบแผนผังความคิด การใส่รูปภาพประกอบ และการลงสีอย่างสวยงาม ทำให้ผลงานออกมาน่าสนใจ

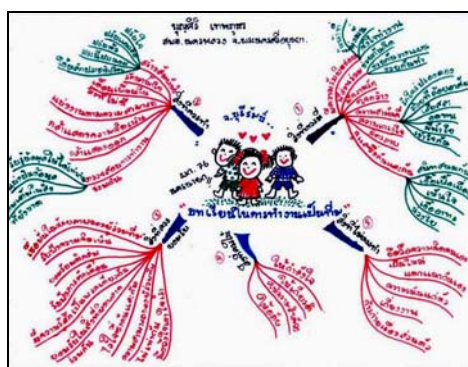
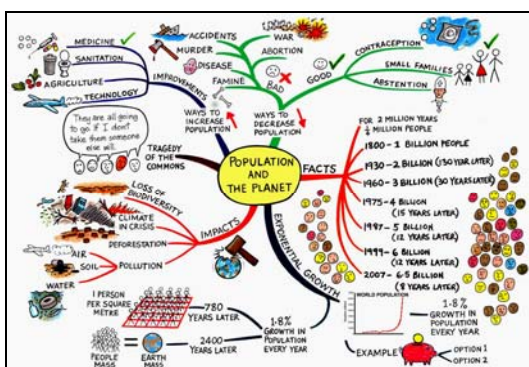
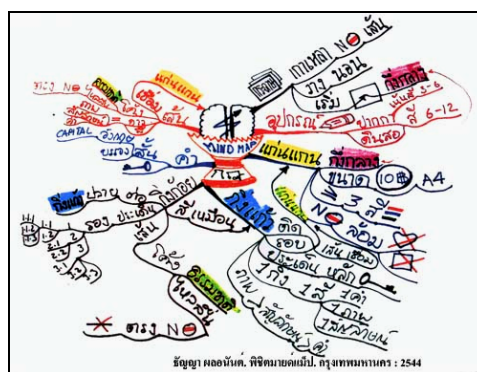
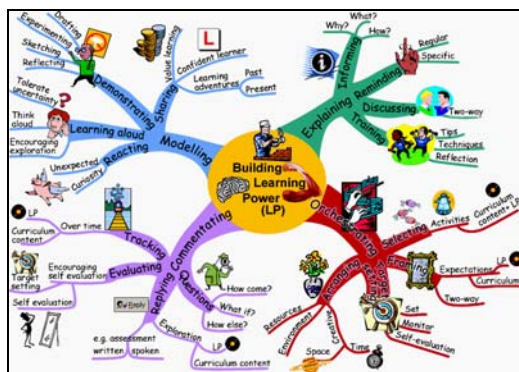
ใบความรู้ที่ 10-1

(Writing mind map)

การเขียนแผนผังความคิด (Mind map)

การเขียนแผนผังความคิดเป็นเทคนิคการจดบันทึกที่พัฒนาขึ้นจากความรู้เรื่องสมองและความทรงจำของมนุษย์ เดิมมนุษย์แทบทุกชาติ ทุกภาษาจดบันทึกแบบเส้นตรง ขนานกันไปเป็นแถวๆ มานานหลายศตวรรษ ต่อมาเมื่อประมาณก่อนปี พ.ศ.2520 เล็กน้อย มนุษย์จึงรู้เรื่องการทำงานของสมองมากขึ้น โทนี บูซาน (Tony Buzan) ได้เสนอวิธีการจดบันทึกแบบใหม่ขึ้น โดยศึกษาจากบันทึกของนักเรียนและนักศึกษาที่เรียนเก่งๆ ประกอบกับค้นคว้าบันทึกของผู้ที่ได้รับการยกย่องว่าเป็นอัจฉริยะบุคคลของโลก เช่น ลีโอนาโด ดา วินชี (Leonardo da Vinci) อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) รวมทั้งนักการเมืองคนสำคัญอย่าง ประธานาธิบดี จอห์น เอฟ. เคนเนดี (John Fitzgerald Kennedy) โทนี บูซาน เรียกวิธีการจดบันทึกนี้ว่า Mind map

หลักการสำคัญของการเขียนแผนผังความคิด ก็คือการใช้ภาพ สี และเส้น ร่วมกันในการจดบันทึก โดยเริ่มจากตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษที่ไม่มีเส้น ความคิดต่างๆ อาจจะแทนด้วยคำสำคัญที่แทนประเด็นหลักหรือภาพที่แทนความคิดนั้น มีเส้นโยงเชื่อมต่อกันแบบเดียวกับที่สมองทำงาน ตัวอย่างการเขียนแผนผังความคิดแสดงได้ดังภาพประกอบต่อไปนี้



ตัวอย่างการเขียนแผนผังความคิด (Mind map)

ใบความรู้ที่ 10-1 (ต่อ)

นักศึกษาจะต้องสรุปประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้เพื่อใช้ในการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ในหัวข้อ “การสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์” ลงในกระดาษแข็งสีขาวขนาด 20×30 เซนติเมตร เพื่อสรุปภาพรวมความรู้ทั้งหมดเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา

- 1) ความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.1) การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหามีความสำคัญอย่างไร
 - 1.2) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีสำหรับนักเรียนเป็นปัญหาประเภทใด มีลักษณะอย่างไร
 - 1.3) กระบวนการและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร มีอะไรบ้าง
 - 1.4) เทคนิคการตั้งปัญหามีอะไรบ้าง
- 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.1) การทำความเข้าใจปัญหาเป็นอย่างไร สำคัญอย่างไร
 - 2.2) การเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมควรทำอย่างไร
 - 2.3) การแสดงเหตุผลและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจน ถูกต้องควรทำอย่างไร
 - 2.4) การตรวจสอบย้อนกลับในคำตอบที่ได้ สำคัญอย่างไร ทำอย่างไร
- 3) ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1) การตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว ทำอย่างไร เพื่ออะไร
 - 3.2) การตั้งปัญหาขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ทำอย่างไร เพื่ออะไร
- 4) ทักษะและกระบวนการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมหรือเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาอย่างไร
- 5) การรู้คิด (Metacognition) เป็นอย่างไร ส่งเสริมหรือเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาอย่างไร
- 6) แนวคิด/วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ดีที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน มีอะไรบ้าง
- 7) แนวคิด/วิธีการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน มีอะไรบ้าง
- 8) แนวคิด/วิธีการเลือกใช้หรือสร้างสื่อการสอนที่ดีที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน มีอะไรบ้าง

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

- ฉบับที่ 1
- ฉบับที่ 2

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (ฉบับที่ 1)

ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

1. จงแก้ปัญหาเรื่อง “รวมเหรียญ” ต่อไปนี้

ปัญหาเรื่อง ‘รวมเหรียญ’

สมมุติว่ามีเหรียญเพียงสองชนิดคือ เหรียญ 4 บาท และเหรียญ 7 บาท จำนวนมากเพียงพอเราสามารถรวมเงินจากเหรียญสองชนิดนี้ให้มีค่าต่างๆ ตั้งแต่ 12 บาทขึ้นไปได้เสมอ (ที่เป็นจำนวนเต็ม) เช่น $15 = 4 + 4 + 7$, $18 = 4 + 7 + 7$, $28 = 7 + 7 + 7 + 7$ เป็นต้น แต่มีข้อยกเว้นเพียงสองค่าเงินเท่านั้น อยากทราบว่า สองค่าเงินนี้ที่เป็นไปไม่ได้จากการรวมเหรียญ 4 บาท และเหรียญ 7 บาทคืออะไร และเพราะเหตุใดค่าเงินอื่นๆ จึงหาได้เสมอ



วิธีคิดอย่างละเอียด

2. จงแก้ปัญหาเรื่อง “การเลือกซื้อผงซักฟอก” ต่อไปนี้

ปัญหาเรื่อง “การเลือกซื้อผงซักฟอก”

แม่บ้านประจำหอพักแห่งหนึ่งมีงบประมาณสำหรับซื้อผงซักฟอกไม่เกินเดือนละ 500 บาท เดือนที่แล้วเงิน 500 บาท ซื้อผงซักฟอกได้ 4.6 กิโลกรัม เดือนนี้ที่ร้านค้าแห่งเดิมลดราคาสินค้าในร้านทุกชนิด เป็นดังนี้

ผงซักฟอกกล่องใหญ่ ขนาด 1.5 กิโลกรัม ราคา 136 บาท

ผงซักฟอกกล่องเล็ก ขนาด 0.6 กิโลกรัม ราคา 56 บาท

ผงซักฟอกชนิดถุงละ 1 กิโลกรัม ราคา 99 บาท



ถ้านักศึกษาเป็นแม่บ้านคนนี้ นักศึกษาควรเลือกซื้อผงซักฟอกอย่างไร จึงจะได้ปริมาณผงซักฟอกมากที่สุดและจ่ายเงินไม่เกินงบประมาณที่มี

วิธีคิดอย่างละเอียด

3. จงตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเรื่อง “รวมเหรียญ” หรือปัญหาเรื่อง “การเลือกซื้อผงชักฟอก” (อย่างใดอย่างหนึ่ง) มา 1 ปัญหา เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป พร้อมทั้งแก้ปัญหานั้นด้วย

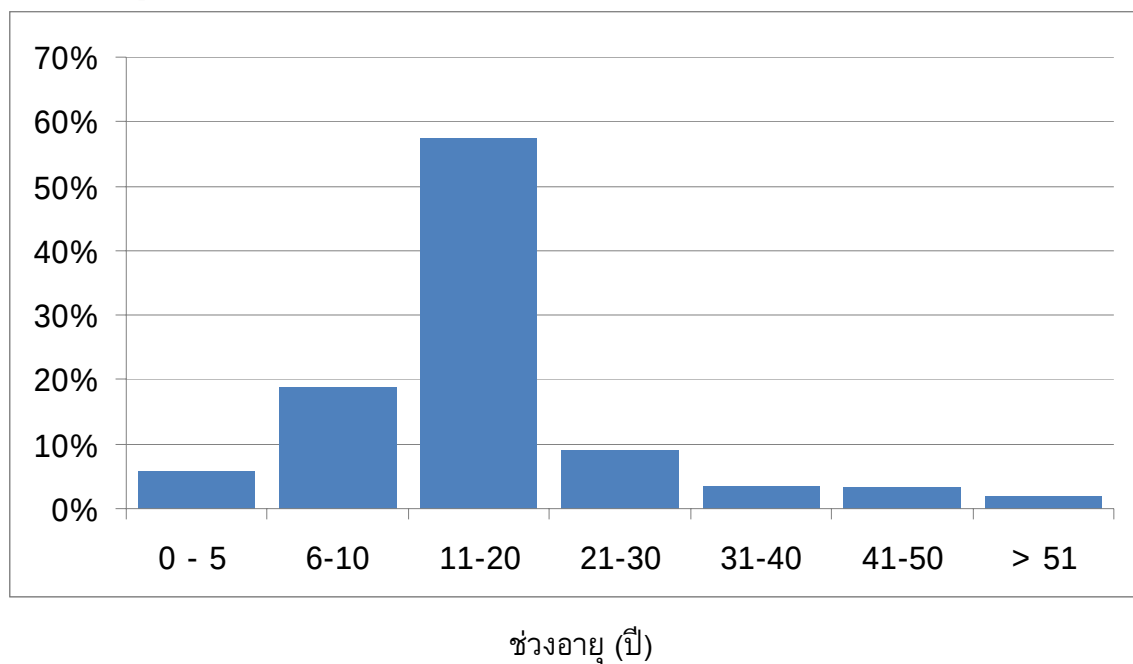
ตั้งปัญหาใหม่ ปัญหาใหม่เรื่อง

แก้ปัญหาคือใหม่ที่ตั้งขึ้น

4. ข้อมูลสถานการณ์ไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 ชนิด A (H1N1) ในประเทศไทย จากสำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข เมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม 2552 พบว่าร้อยละของผู้ป่วยจำแนกตามกลุ่มอายุ เป็นดังแผนภูมิแท่งต่อไปนี้

ร้อยละของผู้ป่วย

N = 3,111 คน



ที่มา: สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข (10 กรกฎาคม 2552)

จงตั้งปัญหาขึ้นมาจากข้อมูลสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้างต้นมา 1 ปัญหา เพื่อให้ได้ปัญหาที่น่าสนใจ ทำทนาย ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมานั้นด้วย

ตั้งปัญหา ปัญหาเรื่อง

แก้ปัญหาที่ต้งขึ้น

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (ฉบับที่ 2)

ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

1. จงแก้ปัญหาเรื่อง “ใครเป็นโจรปล้นธนาคาร” ต่อไปนี้

ปัญหาเรื่อง ‘ใครเป็นโจรปล้นธนาคาร’

พนักงานธนาคารให้การกับตำรวจว่า มีคนร้ายคนหนึ่งพร้อมอาวุธเข้ามาปล้นธนาคารได้เงินสดไป 5 ล้านบาท ตำรวจสอบสวนผู้ต้องสงสัยว่าเป็นโจรปล้นธนาคารสามคน ได้แก่ ประทีป ประทุม และประเทือง ผู้ต้องสงสัยให้การดังนี้

ประทีป กล่าวว่า “ฉันเป็นผู้บริสุทธิ์”

ประทุม กล่าวว่า “ฉันไม่ได้ปล้นธนาคาร”

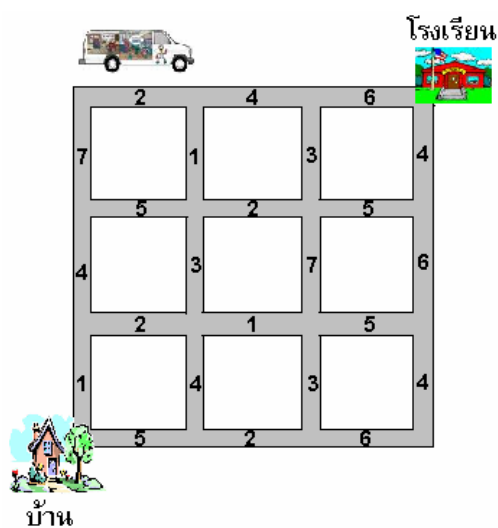
ประเทือง กล่าวว่า “ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร”



ถ้ามีเพียงหนึ่งคนเท่านั้นที่พูดความจริง จงหาว่าใครเป็นโจรปล้นธนาคาร เพราะอะไร

วิธีคิดอย่างละเอียด

2. จงแก้ปัญหาเรื่อง “เส้นทางไหนใช้เวลาน้อยที่สุด” ต่อไปนี้
 ปัญหาเรื่อง ‘เส้นทางไหนใช้เวลาน้อยที่สุด’



จากภาพเป็นแผนผังแสดงเส้นทางที่เป็นไปได้ในการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียน ซึ่งแต่ละเส้นทางมีการจราจรที่ติดขัดแตกต่างกัน ตัวเลขต่างๆ ที่แสดงในแผนผังแสดงถึงเวลา (หน่วยเป็นนาที) ที่ใช้ในการเดินทางของแต่ละเส้นทางย่อยๆ

จงหาว่าการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนด้วยเส้นทางไหน ใช้เวลาน้อยที่สุด พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล

วิธีคิดอย่างละเอียด

3. จงตั้งปัญหาโดยการปรับจากปัญหาเรื่อง “ใครเป็นโจรปล้นธนาคาร” หรือปัญหาเรื่อง “เส้นทางไหนใช้เวลาน้อยที่สุด” (อย่างใดอย่างหนึ่ง) มา 1 ปัญหา เพื่อให้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นได้ขยายความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ออกไป พร้อมทั้งแก้ปัญหานั้นด้วย

ตั้งปัญหาใหม่ ปัญหาใหม่เรื่อง

แก้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้น

4. ข้อมูลเกี่ยวกับ “แพนด้ายักษ์” ในเว็บไซต์ของวิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (http://th.wikipedia.org) เป็นดังต่อไปนี้



แพนด้ายักษ์

จากวิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี

แพนด้ายักษ์ หรือ **ไจแอนท์แพนด้า** (*Ailuropoda melanoleuca*) คนไทยนิยมเรียก **หมูป้าน** เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมซึ่งปัจจุบันจัดอยู่ในวงศ์ **หมี** (Ursidae) ถิ่นอาศัยอยู่ทางตอนใต้ของ **สาธารณรัฐประชาชนจีน**^[1] อาหารโปรดของแพนด้ายักษ์คือ **ไผ่** นอกนั้นจะเป็นหญ้าชนิดอื่น ๆ ลักษณะเฉพาะของแพนด้ายักษ์คือมีขนสีดำรอบดวงตา, ใบหู, ปา และขาทั้งสี่ข้าง ส่วนอื่นประกอบด้วยขนสีขาว

ปัจจุบันแพนด้ายักษ์เป็นหนึ่งในสัตว์สายพันธุ์ที่ใกล้สูญพันธุ์มากที่สุดสายพันธุ์หนึ่งของโลก ตามรายงานล่าสุด^[2] มีแพนด้าที่เลี้ยงในกรงเลี้ยง 239 ตัวอยู่ในจีน และอีก 27 ตัวอยู่ในต่างประเทศ มีการคาดการณ์ไว้ว่ามีแพนด้ายักษ์อยู่ประมาณ 1,590 ตัวอาศัยอยู่ตามธรรมชาติ^[2] อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาในปี พ.ศ. 2549 ผ่านการ **วิเคราะห์ดีเอ็นเอ** สามารถประมาณการได้ว่าอาจจะมีแพนด้ายักษ์เป็นจำนวนถึง 2,000-3,000 ตัวอาศัยอยู่ตามธรรมชาติ^[3] ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจำนวนแพนด้าตามธรรมชาติเพิ่มจำนวนขึ้น^{[4][5]} สหภาพนานาชาติเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติและทรัพยากรธรรมชาติเชื่อว่าข้อมูลดังกล่าวยังไม่มีความแน่นอนพอที่จะย้ายชื่อแพนด้ายักษ์ออกจากบัญชีรายชื่อสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์^[6]

ลักษณะทั่วไป

[แก้]

แพนด้ายักษ์มีถิ่นอาศัยอยู่ตามพื้นที่ภูเขา เช่น **มณฑลเสฉวน** **ชานซี** **กานซู** และ **ทิเบต** แพนด้ายักษ์เป็นสัญลักษณ์ของ **กองทุนสัตว์ป่าโลก** (World Wildlife Fund:WWF) องค์การด้านการอนุรักษ์สัตว์ป่า ตั้งแต่ช่วงหลังของ **ศตวรรษที่ 20** แพนด้าได้กลายเป็นสัตว์ประจำชาติของประเทศจีน และรูปภาพของมันได้อยู่บนเหรียญทองของจีน

ถึงแม้พวกมันจะจัดอยู่ในวงศ์ของหมี แต่พฤติกรรมการกินของมันแตกต่างจากหมีโดยสิ้นเชิง แพนด้าเป็นสัตว์กินพืชเป็นอาหาร โดย 99% ของอาหารที่มันกินคือ **ไผ่** แต่บางทีอาจพบว่ามันกินไข่ ปลา และแมลงบางชนิดในไผ่ไผ่ที่มันกิน นี่เป็นแหล่ง **โปรตีน** ที่สำคัญ

หลายสิบปีที่ผ่านมา การจัดจำแนกสายพันธุ์ที่แน่นอนของแพนด้ายักษ์เป็นที่ถกเถียงกันอยู่ แพนด้ายักษ์และ **แพนด้าแดง** ซึ่งเป็นญาติสายพันธุ์ต่าง ๆ กัน และยังมีลักษณะพิเศษที่เหมือนกันหมีและ **แรคคูน** อย่างไรก็ตาม การทดลองทางพันธุกรรมบ่งบอกว่าแพนด้ายักษ์เป็นหนึ่งในสายพันธุ์ของหมี (วงศ์ Ursidae) หมูที่สายพันธุ์ใกล้เคียงที่สุดของแพนด้าคือ **หมีแว่น** ของ **อเมริกาใต้** (ข้อขัดแย้งที่ยังคงเป็นที่สงสัยอยู่คือแพนด้าแดงนั้นอยู่ในวงศ์ใด เป็นที่ถกเถียงว่าจะอยู่ในวงศ์ **หมี** (Ursidae), วงศ์ **แรคคูน**, วงศ์ **ไซโพรโซนิเด** (Procyonidae), หรืออยู่ในวงศ์เฉพาะของมันเอง **ไอลูริเด** (Ailuridae))

แพนด้าเป็นสัตว์สี่เท้าที่ถูกคุกคามหรืออยู่ในอันตรายต่อการสูญพันธุ์ ทั้งนี้มาจากการสูญเสียถิ่นที่อยู่จากการบุกรุกของมนุษย์ อัตราการเกิดต่ำทั้งในป่าและในกรงเลี้ยง เชื่อว่ามีแพนด้ายักษ์เพียง 1,600 ตัวอาศัยอยู่รอดในป่า

หมูป้านมีถิ่นกำเนิดที่ผืนดินเกษตรกรรม คือมีน้ำท่วมเมื่อ และมันมีอีก 5 นิ้ว น้ำท่วมเมื่อที่จริงแล้วมาจากการปรับปรุงรูปแบบของกระดุกข้อต่อ **สตีเฟน เจย์ กาลด์** ได้เขียนบทความเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้ โดยมีชื่อเรื่องว่า *The Panda's Thumb* หรือ *นิ้วหัวแม่มือของแพนด้า* ทางของแพนด้ายักษ์นั้นสั้นมาก โดยมีความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร



เกาเกา, แพนด้าเพศผู้ที่สวนสัตว์ซานดิเอโก

แพนด้ายักษ์ เป็นที่รู้จักในตะวันตกเป็นครั้งแรก ในปี พ.ศ. 2412 โดยมีชนนารีชาวฝรั่งเศส **อาร์มันด์ เดวิด** ผู้ซึ่งได้รับหนังสือของแพนด้ามาจากนายพรานเมื่อวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2412 ส่วนชาวตะวันตกคนแรกที่เป็นที่รู้จักว่าเห็นแพนด้ายักษ์ที่ยังมีชีวิตคือ นักสัตววิทยาเยอรมัน **ฮิวโก เวบสเตอร์** เขาซื้อลูกของมันมาในปี พ.ศ. 2459 **เคอร์มิท** และ **อีโอดอร์ รุสเวลท์ จูเนียร์** ได้เป็นชาวต่างชาติแรก ที่ยิงแพนด้าในการเดินทางศึกษาที่ประเทศจีน เพื่อนำไป **สต๊าฟฟ์** และใช้ในการศึกษาที่ **พิพิธภัณฑ์ประวัติศาสตร์ธรรมชาติ ฟิลด์** ในช่วงคริสต์ทศวรรษ 1920 ในปี พ.ศ. 2479 **รูธ ฮาร์ตเนส** เป็นชาวตะวันตกคนแรก ที่นำเข้าแพนด้ายักษ์ที่มีชีวิตมายัง **สหรัฐอเมริกา** เป็นลูกแพนด้าชื่อ **ซู-ลิน** โดยนำมาเลี้ยงที่สวนสัตว์บรูคลินฟิลาดีใน **ชิคาโก**

แพนด้ายักษ์ถือเป็นสัญลักษณ์ทางการทูตอย่างหนึ่งของจีน จะเห็นได้ว่าจีนส่งหมูป้านไปยังสวนสัตว์ **สหรัฐอเมริกา** และ **ญี่ปุ่น** ในช่วงคริสต์ทศวรรษ 1970 โดยการให้ยืม ซึ่งเป็นเครื่องหมายการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมระหว่างจีนและชาติตะวันตก การปฏิบัติเป็นธรรมเนียมเช่นนี้ทำให้มีคนเรียกแพนด้าว่า "ทูตสันถวไมตรี"

อย่างไรก็ตาม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 ไม่มีการใช้หมูป้านในฐานะทูตสันถวไมตรีอีกต่อไป แต่จีนมีการเสนอที่จะส่งแพนด้ายักษ์ไปยังชาติอื่นโดยให้ยืมเป็นเวลา 10 ปี โดยต้องจ่ายค่าธรรมเนียมพื้นฐานปีละ 1,000,000 **เหรียญสหรัฐ** และมีข้อกำหนดว่าลูกของแพนด้ายักษ์ใด ๆ ที่เกิดระหว่างการยืมนั้น ถือเป็นทรัพย์สินของ **สาธารณรัฐประชาชนจีน**

แพนด้ายักษ์ (Giant Panda) ?

Ailuropoda melanoleuca (David, 1869)



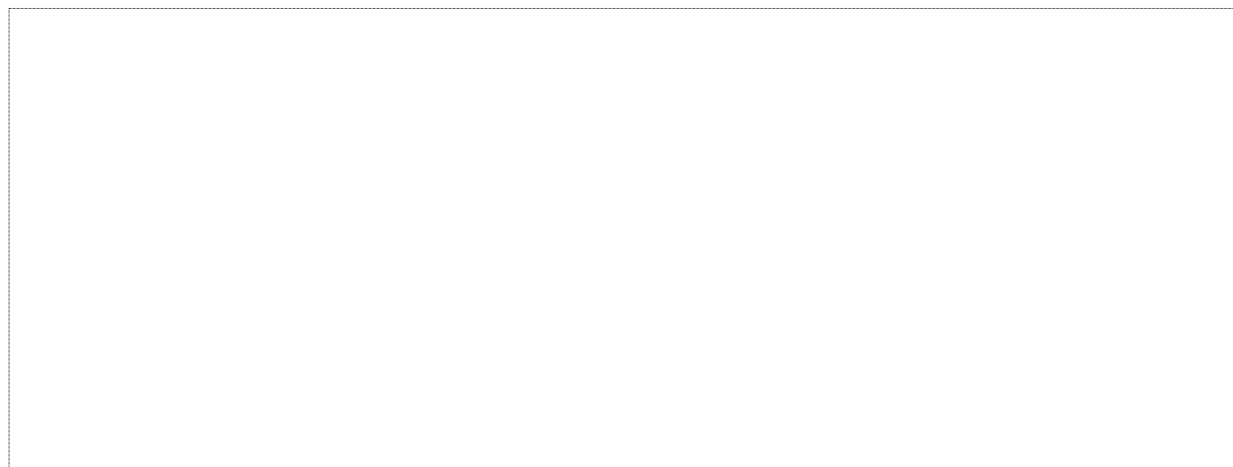
ช่วงช่วง, แพนด้ายักษ์ที่สวนสัตว์เชียงใหม่

การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ [แสดง]

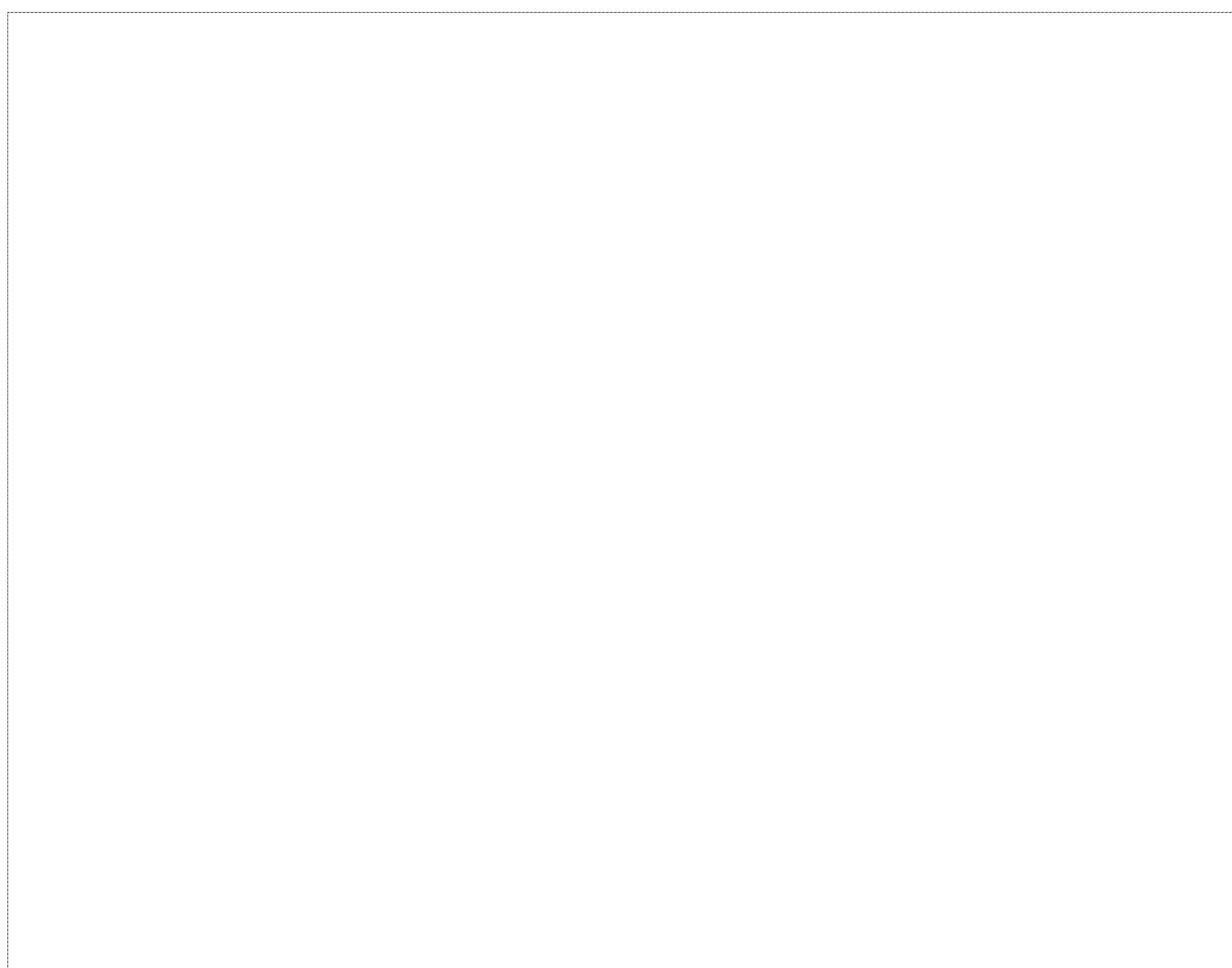
อันดับ	Carnivora	
วงศ์	Ursidae	
	ข้อมูลทั่วไป	[แสดง]
	ถิ่นอาศัย	[แสดง]
	สปีชีส์ย่อย	[แสดง]

จงตั้งปัญหาขึ้นมาจากข้อมูลที่กำหนดให้ข้างต้นมา 1 ปัญหา เพื่อให้ได้ปัญหาที่น่าสนใจ ทำทาส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมานั้นด้วย

ตั้งปัญหา ปัญหาเรื่อง



แก้ปัญหที่ตั้งขึ้น



เฉลย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

ฉบับที่ 1

1. ปัญหาเรื่อง ‘รวมเหรียญ’

สมมติว่ามีเหรียญเพียงสองชนิดคือ เหรียญ 4 บาท และเหรียญ 7 บาท จำนวนมากเพียงพอเราสามารถรวมเงินจากเหรียญสองชนิดนี้ให้มีค่าต่างๆ ตั้งแต่ 12 บาทขึ้นไปได้เสมอ (ที่เป็นจำนวนเต็ม) เช่น $15 = 4 + 4 + 7$, $18 = 4 + 7 + 7$, $28 = 7 + 7 + 7 + 7$ เป็นต้น แต่มีข้อยกเว้นเพียงสองค่าเงินเท่านั้น อยากทราบว่า สองค่าเงินนี้ที่เป็นไปไม่ได้จากการรวมเหรียญ 4 บาท และเหรียญ 7 บาทคืออะไร และเพราะเหตุใดค่าเงินอื่นๆ จึงหาได้เสมอ



ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นเริ่มต้น ลองคิดค่าเงินแรกเริ่มตั้งแต่ 12 บาท ไปเรื่อยๆ ดูก่อน จะได้ว่า

$$12 = 4 + 4 + 4$$

$$13 = ?$$

$$14 = 7 + 7$$

$$15 = 4 + 4 + 7$$

$$16 = 4 + 4 + 4 + 4$$

$$17 = ?$$

จะเห็นว่า เราพบแล้วว่า 13 และ 17 คือค่าเงินสองค่าที่หาจากการรวมเหรียญ 4 บาท และเหรียญ 7 บาทไม่ได้ แต่เราต้องแสดงให้เห็นว่า นอกจากสองค่านี้แล้วเราสามารถหาได้ทุกค่าเงินด้วย โดยลองหาค่าเงินจาก 18 บาท ถึง 21 บาทก่อน ได้ดังนี้

$$18 = 4 + 7 + 7$$

$$19 = 4 + 4 + 4 + 7$$

$$20 = 4 + 4 + 4 + 4 + 4$$

$$21 = 7 + 7 + 7$$

จะเห็นว่า เราสามารถสร้างค่าเงินจาก 18 บาท ถึง 21 บาท นี้ได้ซึ่งเป็นค่าเงินสี่ค่าที่เรียงต่อกัน นั่นคือแสดงให้เห็นว่าค่าเงินต่างๆ ที่มากกว่านี้ขึ้นไปเราก็สามารถสร้างได้เสมอ โดยใช้เหรียญ 4 บาท เพิ่มเข้าไปในสี่กรณีข้างต้น เช่น เมื่อเพิ่มเหรียญ 4 บาทหนึ่งเหรียญเข้าไปในสี่กรณีข้างต้น เราก็จะได้ค่าเงินเท่ากับ 22 บาทถึง 25 บาท เมื่อทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ จะสามารถรวมค่าเงินได้ทุกค่า

ดังนั้น 13 และ 17 คือค่าเงินที่หาจากการรวมเหรียญ 4 บาท และเหรียญ 7 บาทไม่ได้

2. ปัญหาเรื่อง “การเลือกซื้อผงซักฟอก”

แม่บ้านประจำหอพักแห่งหนึ่งมีงบประมาณสำหรับซื้อผงซักฟอกไม่เกินเดือนละ 500 บาท เดือนที่แล้วเงิน 500 บาท ซื้อผงซักฟอกได้ 4.6 กิโลกรัม เดือนนี้ที่ร้านค้าแห่งเดิมลดราคาสินค้าในร้านทุกชนิด เป็นดังนี้

ผงซักฟอกกล่องใหญ่ ขนาด 1.5 กิโลกรัม ราคา 136 บาท

ผงซักฟอกกล่องเล็ก ขนาด 0.6 กิโลกรัม ราคา 56 บาท

ผงซักฟอกชนิดถุงละ 1 กิโลกรัม ราคา 99 บาท



ถ้านักศึกษาเป็นแม่บ้านคนนี้ นักศึกษาควรเลือกซื้อผงซักฟอกอย่างไร จึงจะได้ปริมาณผงซักฟอกมากที่สุดและจ่ายเงินไม่เกินงบประมาณที่มี

ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหา

ใช้ตารางและเขียนกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังนี้

กรณี ที่	การเลือกซื้อผงซักฟอก	น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	ราคาที่จ่าย (บาท)	ตรวจสอบ
1		5.1	$(3 \times 136) + (1 \times 56)$ = 464	ต่ำ กว้างบ
2		5.6	$(2 \times 136) + (1 \times 56)$ $+ (2 \times 99) = 526$	เกิน กว้างบ
3		5.1	$(1 \times 136) + (1 \times 56)$ $+ (3 \times 99) = 489$	ต่ำ กว้างบ
4		5.2	$(2 \times 56) + (4 \times 99)$ = 508	เกิน กว้างบ
5		5.4	$(4 \times 56) + (3 \times 99)$ = 521	เกิน กว้างบ
6		5.0	$(5 \times 56) + (2 \times 99)$ = 478	ต่ำ กว้างบ
7		5.2	$(7 \times 56) + (1 \times 99)$ = 491	ต่ำ กว้างบ

ดังนั้น นักศึกษาควรเลือกซื้อผงซักฟอกแบบกล่องเล็ก 7 กล่อง และแบบถุง 1 ถุง ดังกรณีที่ 7 ในตาราง ซึ่งจะได้ปริมาณผงซักฟอกมากที่สุด (5.2 กิโลกรัม) และจ่ายเงิน (491 บาท) ไม่เกินงบประมาณที่มี

ฉบับที่ 2

1. ปัญหาเรื่อง 'ใครเป็นโจรปล้นธนาคาร'

พนักงานธนาคารให้การกับตำรวจว่า มีคนร้ายคนหนึ่งพร้อมอาวุธเข้ามาปล้นธนาคารได้เงินสดไป 5 ล้านบาท ตำรวจสอบสวนผู้ต้องสงสัยว่าเป็นโจรปล้นธนาคารสามคน ได้แก่ ประทิน ประทุม และประเทือง ผู้ต้องสงสัยให้การดังนี้

ประทิน กล่าวว่า "ฉันเป็นผู้บริสุทธิ์"

ประทุม กล่าวว่า "ฉันไม่ได้ปล้นธนาคาร"

ประเทือง กล่าวว่า "ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร"

ถ้ามีเพียงหนึ่งคนเท่านั้นที่พูดความจริง จงหาว่าใครเป็นโจรปล้นธนาคาร เพราะอะไร



ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหา

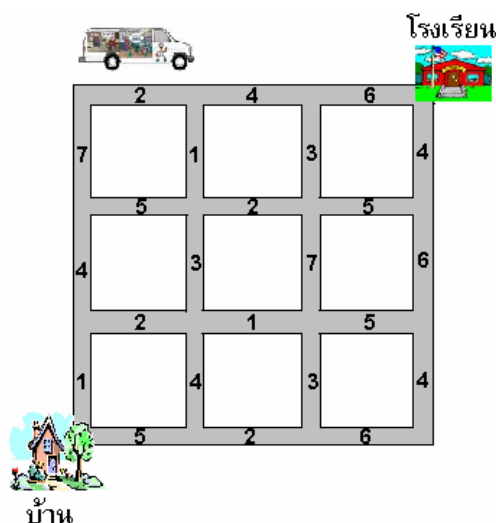
ใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์และตารางมาช่วยแก้ปัญหา ดังนี้

เนื่องจากมีเพียง 1 คนเท่านั้นที่พูดความจริง ดังนั้นเราจะสมมติให้ผู้ต้องสงสัย 1 คนพูดความจริง แล้วพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่กำหนด

กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3																																				
สมมติให้ประเทืองพูดความจริง แสดงว่าประทินและประทุมจะต้องพูดเท็จ	สมมติให้ประทุมพูดความจริง แสดงว่าประทินและประเทืองจะต้องพูดเท็จ	สมมติให้ประทินพูดความจริง แสดงว่าประทุมและประเทืองจะต้องพูดเท็จ																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>ข้อความ</th><th>ค่าความจริง</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ประทิน</td><td>ฉันเป็นผู้บริสุทธิ์</td><td>เท็จ</td></tr> <tr> <td>ประทุม</td><td>ฉันไม่ได้ปล้นธนาคาร</td><td>เท็จ</td></tr> <tr> <td>ประเทือง</td><td>ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร</td><td>จริง</td></tr> </tbody> </table>		ข้อความ	ค่าความจริง	ประทิน	ฉันเป็นผู้บริสุทธิ์	เท็จ	ประทุม	ฉันไม่ได้ปล้นธนาคาร	เท็จ	ประเทือง	ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร	จริง	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>ข้อความ</th><th>ค่าความจริง</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ประทิน</td><td>ฉันเป็นผู้บริสุทธิ์</td><td>เท็จ</td></tr> <tr> <td>ประทุม</td><td>ฉันไม่ได้ปล้นธนาคาร</td><td>จริง</td></tr> <tr> <td>ประเทือง</td><td>ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร</td><td>เท็จ</td></tr> </tbody> </table>		ข้อความ	ค่าความจริง	ประทิน	ฉันเป็นผู้บริสุทธิ์	เท็จ	ประทุม	ฉันไม่ได้ปล้นธนาคาร	จริง	ประเทือง	ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร	เท็จ	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>ข้อความ</th><th>ค่าความจริง</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ประทิน</td><td>ฉันเป็นผู้บริสุทธิ์</td><td>จริง</td></tr> <tr> <td>ประทุม</td><td>ฉันไม่ได้ปล้นธนาคาร</td><td>เท็จ</td></tr> <tr> <td>ประเทือง</td><td>ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร</td><td>เท็จ</td></tr> </tbody> </table>		ข้อความ	ค่าความจริง	ประทิน	ฉันเป็นผู้บริสุทธิ์	จริง	ประทุม	ฉันไม่ได้ปล้นธนาคาร	เท็จ	ประเทือง	ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร	เท็จ
	ข้อความ	ค่าความจริง																																				
ประทิน	ฉันเป็นผู้บริสุทธิ์	เท็จ																																				
ประทุม	ฉันไม่ได้ปล้นธนาคาร	เท็จ																																				
ประเทือง	ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร	จริง																																				
	ข้อความ	ค่าความจริง																																				
ประทิน	ฉันเป็นผู้บริสุทธิ์	เท็จ																																				
ประทุม	ฉันไม่ได้ปล้นธนาคาร	จริง																																				
ประเทือง	ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร	เท็จ																																				
	ข้อความ	ค่าความจริง																																				
ประทิน	ฉันเป็นผู้บริสุทธิ์	จริง																																				
ประทุม	ฉันไม่ได้ปล้นธนาคาร	เท็จ																																				
ประเทือง	ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร	เท็จ																																				
จากข้อความและค่าความจริงในตาราง แสดงว่า ทั้งประทินและประทุมจะต้องเป็นโจรปล้นธนาคารทั้งคู่ แต่โจรปล้นธนาคารมีเพียงคนเดียวเท่านั้น ข้อสรุปที่ได้จึงมีข้อขัดแย้ง ดังนั้นที่สมมติว่าประเทืองพูดความจริง จึงไม่ถูกต้อง	จากข้อความและค่าความจริงในตาราง แสดงว่า 1. ประทินไม่ใช่ผู้บริสุทธิ์ นั่นคือประทินเป็นคนปล้นธนาคาร 2. ประทุมไม่ได้ปล้นธนาคาร 3. ที่ประเทืองพูดว่า ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร ไม่เป็นความจริง ดังนั้นโจรปล้นธนาคารคือประทิน	จากข้อความและค่าความจริงในตาราง แสดงว่า 1. ประทินเป็นผู้บริสุทธิ์ 2. ประทุมปล้นธนาคาร 3. ที่ประเทืองพูดว่า ประทุมเป็นคนปล้นธนาคาร ไม่เป็นความจริง นั่นคือ ประทุมไม่ใช่โจรปล้นธนาคาร ข้อสรุปที่ได้จึงมีข้อขัดแย้ง ดังนั้นที่สมมติว่าประทินพูดความจริง จึงไม่ถูกต้อง																																				

จากการให้เหตุผลข้างต้น เราจะได้ว่าถ้าสมมติให้ประทุมเป็นคน πουพูดความจริง (ดังในกรณีที่ 2) แล้ว เราสามารถหาโจรปล้นธนาคารได้ คือ ประทิน

2. ปัญหาเรื่อง ‘เส้นทางไหนใช้เวลาน้อยที่สุด’



จากภาพเป็นแผนผังแสดงเส้นทางที่เป็นไปได้ในการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียน ซึ่งแต่ละเส้นทางมีการจราจรที่ติดขัดแตกต่างกัน ตัวเลขต่างๆ ที่แสดงในแผนผังแสดงถึงเวลา (หน่วยเป็นนาที) ที่ใช้ในการเดินทางของแต่ละเส้นทางย่อยๆ

จงหาว่าการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนด้วยเส้นทางไหน ใช้เวลาน้อยที่สุด พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล

ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหา

การเดินทางจากบ้านไปโรงเรียน (เพื่อประหยัดเส้นทางและเวลา) ต้องเดินทางไปทางทิศตะวันออก (E) และทิศเหนือ (N) เท่านั้น ไม่ควรเดินทางย้อนกลับไปทางทิศตะวันตกหรือทิศใต้ ซึ่งเมื่อพิจารณาให้ดีจะพบว่า ไม่ว่าจะเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนเส้นทางใด ต้องไปทางทิศตะวันออก (E) 3 ครั้ง และไปทางทิศเหนือ (N) 3 ครั้งเสมอ

หากใช้กฎการเรียงสับเปลี่ยน พิจารณาถึงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของการเรียง E สามตัว และ N สามตัวในแนวเส้นตรง จะได้เท่ากับ $\frac{6!}{3!3!} = 20$ กรณี ดังนี้

กรณี ที่	เส้นทาง	เวลารวม (นาที)
1	EEENNN	$5+2+6+4+6+4 = 27$
2	EENENN	$5+2+3+5+6+4 = 25$
3	EENNEN	$5+2+3+7+5+4 = 26$
4	EENNNE	$5+2+3+7+3+6 = 26$
5	ENEENN	$5+4+1+5+6+4 = 25$
6	ENENEN	$5+4+1+7+5+4 = 26$
7	ENENNE	$5+4+1+7+3+6 = 26$
8	ENNEEN	$5+4+3+2+5+4 = 23$
9	ENNEEN	$5+4+3+2+3+6 = 23$
10	ENNNEE	$5+4+3+1+4+6 = 23$

กรณี ที่	เส้นทาง	เวลารวม (นาที)
11	NNNEEE	$1+4+7+2+4+6 = 24$
12	NNENEE	$1+4+5+1+4+6 = 21$
13	NNEENE	$1+4+5+2+3+6 = 21$
14	NNEEEN	$1+4+5+2+5+4 = 21$
15	NENNEE	$1+2+3+1+4+6 = 17$
16	NENENE	$1+2+3+2+3+6 = 17$
17	NENEEN	$1+2+3+2+5+4 = 17$
18	NEENNE	$1+2+1+7+3+6 = 20$
19	NEENEN	$1+2+1+7+5+4 = 20$
20	NEEENN	$1+2+1+5+6+4 = 19$

จากตาราง พบว่า การเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนด้วยเส้นทาง NENNEE หรือ NENENE หรือ NENEEN (กรณีที่ 15, 16 และ 17) ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 17 นาที

ภาคผนวก จ

แบบประเมินความสามารถในการวางแผนการสอน
ที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

ชื่อผู้ประเมิน

☐ อาจารย์นิเทศก์
 ☐ อาจารย์พี่เลี้ยง
 ☐ ผู้วิจัย

แบบประเมินความสามารถในการวางแผนการสอน ที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

(ประเมินรายกลุ่ม)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูในแต่ละตัวชี้วัดต่อไปนี้ (ทั้งหมด 10 ตัวชี้วัด) แล้วประเมินว่านักศึกษาครูมีความสามารถอยู่ในระดับใด โดยทำเครื่องหมาย ○ ล้อมรอบตัวเลขที่แทนระดับความสามารถนั้นๆ

ข้อ	ตัวชี้วัด	ระดับความสามารถ				
		น้อย มาก 1	น้อย 2	ปาน กลาง 3	มาก 4	ยอด เยี่ยม 5
1	กิจกรรมตามแผนการสอนที่นักศึกษาครูได้ออกแบบมานั้น ส่งเสริมแนวคิดหลัก (Core concept) ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน	1	2	3	4	5
2	แผนการสอนออกแบบมาอย่างรอบคอบและชัดเจน	1	2	3	4	5
3	การเรียงลำดับเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ ในแผนการสอน มีความเหมาะสม	1	2	3	4	5
4	การแบ่งเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ในแผนการสอนมีความเหมาะสม	1	2	3	4	5
5	แผนการสอนส่งเสริมกระบวนการคิด แก้ปัญหาและ/หรือ ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน	1	2	3	4	5
6	กิจกรรมตามแผนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสื่อสารความคิดกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่ม	1	2	3	4	5
7	นักศึกษาครูกำหนดสื่อการสอนได้ตรงตามจุดประสงค์ ส่งเสริมการเรียนรู้ และเหมาะสมกับนักเรียน	1	2	3	4	5
8	นักศึกษาครูกำหนดปัญหา งาน หรือกิจกรรมต่างๆ ให้ นักเรียนได้อย่างท้าทาย น่าสนใจ	1	2	3	4	5
9	การเขียนแผนการสอนเป็นระเบียบเรียบร้อย ใช้ภาษา ถูกต้อง และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย	1	2	3	4	5
10	นักศึกษาครูกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	2	3	4	5

ภาคผนวก ข

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอน
การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

ชื่อนักศึกษาครู

ชื่อผู้ประเมิน

☐ อาจารย์นิเทศก์ ☐ อาจารย์พี่เลี้ยง ☐ ผู้วิจัย

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการสอน
การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

(ประเมินรายบุคคล)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูในแต่ละตัวชี้วัดต่อไปนี้ (ทั้งหมด 20 ตัวชี้วัด) แล้วประเมินว่านักศึกษาครูมีความสามารถอยู่ในระดับใด โดยทำเครื่องหมาย ○ ล้อมรอบตัวเลขที่แทนระดับความสามารถนั้นๆ ทั้งนี้ถ้าในตัวชี้วัดใดไม่ปรากฏหลักฐานให้เห็นจนไม่สามารถประเมินระดับความสามารถได้ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องไม่ปรากฏหลักฐาน (ขวามือสุด) ของตัวชี้วัดนั้นๆ

ข้อ	ตัวชี้วัด	ระดับความสามารถ					ไม่ปรากฏหลักฐาน
		น้อยมาก 1	น้อย 2	ปานกลาง 3	มาก 4	ยอดเยี่ยม 5	
1	นักศึกษาครูใช้วิธีการนำเข้าสู่บทเรียนได้อย่างน่าสนใจ สอดคล้องและสัมพันธ์กับกิจกรรมหลัก กระชับ เหมาะสมกับเวลาและระดับของนักเรียน	1	2	3	4	5	
2	วิธีสอนและกิจกรรมที่ใช้ส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหาและตั้งปัญหาให้กับนักเรียน	1	2	3	4	5	
3	วิธีสอนและกิจกรรมที่ใช้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน	1	2	3	4	5	
4	วิธีสอนและกิจกรรมที่ใช้กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น สร้างคำถาม คาดเดา หรือนำเสนอแนวคิด	1	2	3	4	5	
5	นักศึกษาครูจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้หรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง	1	2	3	4	5	
6	นักศึกษาครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และลำดับการจัดกิจกรรมสามารถนำไปสู่การสรุปแนวคิดหลักของบทเรียนได้	1	2	3	4	5	
7	กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสื่อสารความคิดระหว่างครูและเพื่อนๆ นักเรียนด้วยกัน	1	2	3	4	5	
8	กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา และเป็นไปตามแผนการสอนที่ได้วางไว้	1	2	3	4	5	

ข้อ	ตัวชี้วัด	ระดับความสามารถ					ไม่ปรากฏหลักฐาน
		น้อยมาก 1	น้อย 2	ปานกลาง 3	มาก 4	ยอดเยี่ยม 5	
9	ขณะทำการสอน นักศึกษาครูเข้าใจแนวคิดของนักเรียน (ทั้งแนวคิดที่ถูกต้องและแนวคิดที่คลาดเคลื่อน) และปรับวิธีการสอนให้สอดคล้องกับแนวคิดของนักเรียนอย่างเหมาะสม	1	2	3	4	5	
10	นักศึกษาครูใช้คำถามเพื่อสำรวจ ทำทนาย และพัฒนาแนวคิดของนักเรียน รวมทั้งให้เวลาในการคิดแก่นักเรียนอย่างเพียงพอ	1	2	3	4	5	
11	นักศึกษาครูแสดงความมั่นใจในการสอน และถ่ายทอดความรู้ได้ถูกต้องแม่นยำในเรื่องที่สอน	1	2	3	4	5	
12	นักศึกษาครูเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ท้าทาย และกระตุ้นให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา	1	2	3	4	5	
13	นักศึกษาครูส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดขยายปัญหา และตั้งปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง	1	2	3	4	5	
14	นักศึกษาครูสร้างบรรยากาศของการเคารพความคิดเห็น กระตุ้นให้เกิดคำถาม และเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้โดยนักเรียนเอง	1	2	3	4	5	
15	นักศึกษาครูเน้นการพัฒนาทางปัญญา การวิจารณ์ที่สร้างสรรค์ และการท้าทายความคิดของนักเรียน	1	2	3	4	5	
16	นักศึกษาครูส่งเสริมเจตคติและความเชื่อที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาให้นักเรียน	1	2	3	4	5	
17	สื่อการสอนที่นักศึกษาครูนำมาใช้ กระตุ้นเร้าความสนใจ และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน	1	2	3	4	5	
18	นักศึกษาครูสร้างความสนใจหรือความประทับใจในบทเรียนให้กับนักเรียน นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข	1	2	3	4	5	
19	นักศึกษาครูสรุปบทเรียนที่สอนไปได้อย่างกระชับ และใช้วิธีการที่เหมาะสม	1	2	3	4	5	
20	นักศึกษาครูแสดงให้เห็นว่าได้ใช้การประเมินผลระหว่างปฏิบัติการสอน เพื่อปรับเปลี่ยนวิธีการสอนของตนเอง ที่นำไปสู่ความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน	1	2	3	4	5	

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดิบ

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

นศ. ครู คนที่	คะแนนระหว่างการปฏิบัติงานกิจกรรม									คะแนนจากการทำแบบทดสอบ					คะแนน เฉลี่ย โดยรวม
	ใบกิจกรรมที่								คะแนน เฉลี่ย	ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 2		คะแนน เฉลี่ย	
	2-1	2-2	2-3	4-1 หรือ 4-2	5-1	5-2	5-3	5-4		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 1	ข้อ 2		
1	5	4	5	4	3	4	3	2	3.75	3	4	3	2	3.00	3.38
2	5	5	5	5	4	5	5	3	4.63	4	4	5	4	4.25	4.44
3	5	5	5	3	4	5	2	4	4.13	3	3	3	4	3.25	3.69
4	5	4	5	5	3	4	3	2	3.88	3	4	2	3	3.00	3.44
5	5	5	5	3	4	5	2	4	4.13	3	4	3	2	3.00	3.57
6	5	5	5	4	4	5	5	3	4.50	4	5	5	5	4.75	4.63
7	5	5	5	4	3	4	3	2	3.88	2	3	3	2	2.50	3.19
8	5	4	5	3	4	5	5	3	4.25	3	4	4	4	3.75	4.00
9	5	4	5	5	5	5	3	3	4.38	3	4	4	3	3.50	3.94
10	5	5	5	4	4	5	2	4	4.25	4	4	3	5	4.00	4.13
11	5	5	5	4	5	5	3	3	4.38	3	3	3	4	3.25	3.82
12	5	5	5	4	5	5	3	3	4.38	2	4	3	3	3.00	3.69
									4.21					3.44	3.83

ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

นศ. ครู คนที่	คะแนนระหว่างการปฏิบัติงานกิจกรรม					คะแนนจากการทำแบบทดสอบ					คะแนน เฉลี่ย โดยรวม
	ใบกิจกรรมที่				คะแนน เฉลี่ย	ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 2		คะแนน เฉลี่ย	
	3-1 หรือ 3-2 หรือ 3-3	3-4	4-3 หรือ 4-4	5-7		ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 3	ข้อ 4		
1	3	3	4	3	3.25	4	3	4	3	3.50	3.38
2	4	4	4	4	4.00	4	4	5	4	4.25	4.13
3	4	4	4	4	4.00	3	3	4	3	3.25	3.63
4	3	3	4	3	3.25	3	3	4	4	3.50	3.38
5	4	3	4	4	3.75	4	3	3	4	3.50	3.63
6	4	4	4	5	4.25	5	5	4	5	4.75	4.50
7	4	3	4	3	3.50	3	3	3	3	3.00	3.25
8	3	3	4	5	3.75	5	4	4	5	4.50	4.13
9	3	3	4	4	3.50	3	3	3	3	3.00	3.25
10	4	4	4	5	4.25	4	4	5	5	4.50	4.38
11	4	3	4	4	3.75	3	4	3	4	3.50	3.63
12	4	3	4	3	3.50	4	3	3	3	3.25	3.38
					3.73					3.71	3.72

ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เห็นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

ตัวชี้วัดที่	คะแนนความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (รายกลุ่ม) จากการประเมินแต่ละครั้ง																																								ค่าเฉลี่ย จากการประเมินทั้งหมด									
	(คะแนนเต็ม 5 คะแนน)																																																	
	ประเมินครั้งที่ 1					ประเมินครั้งที่ 2					ประเมินครั้งที่ 3					ประเมินครั้งที่ 4					ประเมินครั้งที่ 5					ประเมินครั้งที่ 6					ประเมินครั้งที่ 7					ประเมินครั้งที่ 8														
	ผู้ประเมินคนที่				-	S	ผู้ประเมินคนที่				-	S	ผู้ประเมินคนที่				-	S	ผู้ประเมินคนที่				-	S	ผู้ประเมินคนที่				-	S	ผู้ประเมินคนที่				-	S														
1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	-			1	2	3	4	5	-			1	2	3	4	5	-			1	2	3	4	5	-			1	2	3	4	5	-						
1	5	4	4	4	4	4.2	0.40	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	4	5	4	5	4.6	0.55	5	4	5	4	5	4.6	0.55	5	4	5	4	5	4.6	0.55	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.60
2	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	3	4	3.8	0.40	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.50
3	4	4	4	4	4	4.0	0.00	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	4	5	4	5	4.6	0.55	5	4	5	4	5	4.6	0.55	5	4	5	4	5	4.6	0.55	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.58
4	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	5	4	4	4.2	0.40	4	4	5	4	4	4.2	0.40	4	4	5	4	5	4.4	0.55	4	4	5	4	5	4.4	0.55	5	4	5	4	5	4.6	0.55	4.28
5	5	5	4	4	4	4.2	0.40	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	5	5	5	5	5	5.0	0.00	5	5	5	5	5	5.0	0.00	5	5	5	5	5	5.0	0.00	4.70
6	5	5	4	4	5	4.4	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	5	5	5.0	0.00	5	5	5	5	5	5.0	0.00	5	5	5	5	5	5.0	0.00	4.83
7	5	5	4	4	3	4.0	0.63	4	4	4	4	4	4.0	0.00	5	4	4	4	4	4.2	0.40	5	4	4	4	4	4.2	0.40	5	4	4	4	4	4.2	0.40	5	5	5	4	4	4.6	0.55	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.35
8	5	5	4	4	4	4.2	0.40	5	4	4	4	4	4.2	0.40	5	5	4	4	5	4.6	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	5	5	5.0	0.00	5	5	5	5	5	5.0	0.00	4.68
9	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	3	5	4.0	0.63	5	4	4	3	5	4.2	0.75	5	4	4	3	5	4.2	0.75	5	5	4	4	5	4.6	0.55	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.40
10	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	3	5	4.0	0.63	5	5	4	4	5	4.6	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.40
เฉลี่ย	4.02					4.14					4.40					4.52					4.66					4.80					4.84					4.86					4.53									

ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

ตัวชี้วัด	คะแนนความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (รายบุคคล) จากการประเมินแต่ละครั้ง (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)																																														ค่าเฉลี่ย จากการประเมินทั้งหมด															
	นักศึกษาครูคนที่ 1													นักศึกษาครูคนที่ 2													นักศึกษาครูคนที่ 3													นักศึกษาครูคนที่ 4																						
	ประเมินครั้งที่ 1							ประเมินครั้งที่ 2						ค่าเฉลี่ย	ประเมินครั้งที่ 1							ประเมินครั้งที่ 2						ค่าเฉลี่ย	ประเมินครั้งที่ 1							ประเมินครั้งที่ 2						ค่าเฉลี่ย																				
	ผู้ประเมินคนที่ 1					-	S	ผู้ประเมินคนที่ 2					-		S	ผู้ประเมินคนที่ 1					-	S	ผู้ประเมินคนที่ 2						-	S	ผู้ประเมินคนที่ 1					-	S	ผู้ประเมินคนที่ 2					-	S																		
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5				1	2	3	4	5			1	2	3	4	5				1	2	3	4	5			1	2	3	4				5	1		2	3	4	5	1	2	3	4	5						
1	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	4	5	4.2	0.40	4.0	4	4	4	4	5	4.2	0.40	4	4	5	4	5	4.4	0.55	4.3	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	4	4	4.0	0.00	3.9	4	4	4	4	5	4.2	0.40	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.3	4.13	
2	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.6	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.6	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.5	5	5	4	4	5	4.6	0.55	5	5	5	5	5	5.0	0.00	4.8	4.68								
3	5	5	4	4	4	4.4	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.5	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.8	5	4	4	4	4	4.2	0.40	5	4	4	4	4	4.2	0.40	4.2	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.8	4.58	
4	4	4	4	3	4	3.8	0.40	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.1	5	5	4	4	5	4.6	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.6	4	4	4	3	4	3.8	0.40	5	5	5	4	4	4.6	0.55	4.2	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.6	4.38								
5	4	4	4	4	4	4.0	0.00	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.3	4	5	4	4	4	4.2	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.5	5	5	4	4	5	4.6	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.6	5	5	5	4	5	5.0	0.00	4.9	4.58								
6	4	4	4	4	5	4.2	0.40	4	4	4	4	5	4.2	0.40	4.2	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.8	4	5	4	4	5	4.4	0.55	4	5	4	4	5	4.4	0.55	4.4	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.8	4.55								
7	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.4	5	4	5	4	5	4.6	0.55	5	4	5	4	5	4.6	0.55	4.6	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.4	5	4	5	4	5	4.6	0.55	4.6	4.50								
8	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	4	4	4.0	0.00	3.9	4	4	4	4	5	4.2	0.40	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.4	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	3	4	3.8	0.40	3.8	4	5	4	4	5	4.4	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.5	4.15	
9	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	5	4	4	4	4.2	0.40	4.0	5	4	4	3	4	4.0	0.63	5	4	4	3	5	4.2	0.75	4.1	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.5	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.5	4.28	
10	4	4	4	3	4	3.8	0.40	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.1	4	4	4	4	5	4.2	0.40	4	4	5	4	5	4.4	0.55	4.3	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	4	4	4.0	0.00	3.9	5	4	5	4	5	4.6	0.55	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.7	4.25	
11	5	5	4	4	4	4.4	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.5	4	5	4	4	4	4.2	0.40	4	5	4	4	5	4.4	0.55	4.3	5	5	4	4	4	4.4	0.55	5	5	4	4	4	4.4	0.55	4.4	5	5	4	4	4	4.6	0.55	4.5	4.43								
12	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.4	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.4	4	4	4	4	5	4.2	0.40	4	4	4	4	5	4.2	0.40	4.2	5	4	4	5	4.4	0.55	5	4	4	5	5	4.6	0.55	4.5	4.38		
13	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.8	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.8	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.8	5	5	5	5	5	5.0	0.00	4.9	4.83								
14	4	4	4	3	4	3.8	0.40	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.1	4	5	4	4	5	4.4	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.5	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	4	4	4.0	0.00	3.9	5	5	4	4	5	4.6	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.6	4.28	
15	4	3	3	3	4	3.4	0.49	4	4	4	4	5	4.2	0.40	3.8	4	4	4	3	5	4.0	0.63	4	5	5	3	5	4.4	0.89	4.2	4	4	4	3	4	3.8	0.40	4	4	4	3	4	3.8	0.40	3.8	4	4	4	4	5	4.2	0.40	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.3	4.03	
16	3	3	3	3	4	3.2	0.40	4	3	4	3	4	3.6	0.49	3.4	3	4	4	3	4	3.6	0.49	4	4	4	3	4	3.8	0.40	3.7	3	4	4	3	4	3.6	0.49	4	4	4	3	4	3.8	0.40	3.7	4	4	4	3	4	3.8	0.40	3.8	3.65								
17	5	4	5	4	5	4.6	0.55	5	4	5	4	5	4.6	0.55	4.6	4	4	4	4	5	4.2	0.40	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.4	4	4	5	4	5	4.4	0.55	4	4	5	4	5	4.4	0.55	4.4	4	4	4	4	5	4.2	0.40	5	4	5	5	5	4.8	0.40	4.5	4.48	
18	4	4	4	4	4	4.0	0.00	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.2	4	5	4	4	5	4.4	0.55	5	5	4	4	5	4.6	0.55	4.5	4	4	5	4	4	4.2	0.40	4	4	5	4	5	4.4	0.55	4.3	5	5	5	4	5	4.8	0.40	5	5	5	4	5	4.8	0.40	4.8	4.45	
19	3	3	3	3	4	3.2	0.40	4	3	3	3	4	3.4	0.49	3.3	3	4	4	3	4	3.6	0.49	4	4	4	3	4	3.8	0.40	3.7	3	4	3	3	4	3.4	0.49	4	4	4	3	4	3.8	0.40	3.6	4	4	4	3	4	3.8	0.40	3.8	3.60								
20	5	4	4	4	5	4.4	0.55	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.4	4	4	5	4	5	4.4	0.55	5	4	5	4	5	4.6	0.55	4.5	4	4	4	4	5	4.2	0.40	4	5	4	4	4	5	4.4	0.55	4.3	4	5	5	4	5	4.6	0.55	4.6	4.45							
เฉลี่ย	4.03							4.33						4.18		4.30							4.50						4.40		4.12							4.26						4.19		4.47							4.61						4.54		4.33	

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายทรงชัย อักษรคิด
วันเดือนปีเกิด	31 พฤษภาคม พ.ศ. 2520
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดระยอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	439/110 หมู่บ้านพลัสซิตีพาร์ค ถนนงามวงศ์วาน ซอย 25 ตำบลบางเขน อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2533	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลระยอง จังหวัดระยอง
พ.ศ. 2539	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง
พ.ศ. 2543	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) เกียรตินิยมอันดับ 2 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2546	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2553	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (กศ.ด.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ