

# การประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## Assessment for Learning in Mathematical Problem Solving Based on the Heuristic Approach for Grade 9 Students

โสภณ จุ้ยจิตร<sup>1\*</sup> ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์<sup>2</sup> และ วันดี เกษมสุขพิพัฒน์<sup>2</sup>

Sopon Juijit<sup>1\*</sup> Chatsiri Piyapimonsit<sup>2</sup> and Wandee Kasemsukpipat<sup>2</sup>

(Received: July 1, 2021; Revised: July 27, 2021; Accepted: July 29, 2021)

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสารวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 49 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา และข้อมูลเชิงปริมาณด้วยค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า การประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์เป็นการนำวิธีการของการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ได้แก่ การใช้บัตร entrance ticket การใช้คำถามกระตุ้นความคิด การใช้กิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติและแสดงความสามารถ การเขียนบันทึกการเรียนรู้ และการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ไปใช้ประเมินในทุกขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษา

<sup>1</sup> นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>1</sup> Master's degree student, Educational Research and Evaluation, Faculty of Education, Kasetsart University

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

\* Corresponding Author E-mail: krukeng.9358@gmail.com

ปีที่ 3 อยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยว่าการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในทุกด้าน

**คำสำคัญ:** การประเมินเพื่อการเรียนรู้ การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### Abstract

The objectives of this research were: 1) to study the guidelines on using assessment for learning in promoting mathematical problem solving based on the heuristic approach for grade 9 students; 2) to study mathematical problems solving ability of grade 9 students after learning through activities using assessment for learning mathematical problem solving based on the heuristic approach; and 3) to study students' opinion on assessment for learning mathematical problem solving based on the heuristic approach for grade 9 students. This research was action research. The target group comprised 49 grade 9 students of Sarawittaya School in the second semester of the academic year 2019. The research instruments used in this study were lesson plans, a mathematical problem-solving scale, a questionnaire inquiring student's opinion on assessment for learning mathematical problem solving based on the heuristic approach. Content analysis was used to analyze the qualitative data while the mean, percentage, and standard deviation were used to analyze the quantitative data.

The research results revealed that the assessment for learning mathematic problem solving based on the heuristic approach was to implement assessment techniques such as entrance ticket, questioning stimulating students' thoughts, using activities encouraging students performance and abilities, journal writing and giving feedback, to assess in every step of organizing learning activities for learning mathematic problem solving based on the heuristic approach to help students learn and develop themselves better. However, most of the students had the ability to solve mathematical problems on the topic of "One Variable Linear Inequality" for grade 9 students, at the moderate level. The students also agreed that the assessment for learning mathematic problem solving based on heuristic approach for grade 9 was suitable in all dimensions.

**Keywords:** assessment for learning; heuristic problem-solving approach;  
mathematical problem solving

## บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็น เครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญ ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (Bureau of Academic Affairs and Educational Standard, 2008) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งเน้นให้เยาวชนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ ใน 6 สาระ โดยสาระทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standard, 2008) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ผู้สอนต้องสอดแทรก ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ากับการเรียนการสอนด้านเนื้อหาด้วยการให้นักเรียนทำกิจกรรม หรือตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด อธิบายและให้เหตุผล แก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่เรียนมาหรือให้นักเรียน เรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ต่าง ๆ

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง อสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเนื้อหา สามารถหาคำตอบของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และเขียนกราฟแสดงคำตอบของอสมการได้ แต่เมื่อนักเรียนพบกับโจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก็ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และตีความหมายโจทย์ปัญหาได้ ไม่ทราบว่าจะดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร หรือนักเรียนหาคำตอบได้แล้วแต่ไม่สามารถเลือกคำตอบ ที่มีความสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ เมื่อนักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือ แตกต่างจากในห้องเรียนก็จะไม่พยายามคิด ส่งผลให้มีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ค่อนข้างต่ำ ประกอบกับการวัดและ ประเมินผลของผู้สอนในวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นการประเมินด้านความรู้ด้วยการสอบโดยใช้แบบสอบเมื่อจบ หน่วยการเรียนรู้จึงทำให้ได้ข้อมูลเพียงตัดสินผลว่านักเรียนผ่านหรือไม่ผ่านเท่านั้น แต่ไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ให้นักเรียนนำมาปรับปรุงการเรียนของตนเอง และผู้สอนนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์จึงมีความจำเป็นต้องหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ และวิธีการวัด และประเมินผลที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

การแก้ปัญหาเป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาเป็นทั้งทักษะ (skill) ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบ ของปัญหา และกระบวนการ (process) ซึ่งเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผน

โดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ โดยทักษะแก้ปัญหาเป็นทักษะที่มีความสำคัญยิ่งและมักรวมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญเข้าไว้ด้วย ผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีมักมีความรู้ ประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจที่ดี เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะและความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ความสามารถในการคิด และการประเมินการทำงานของตนเอง (Makanong, 2010) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มากโดยจัดสถานการณ์หรือปัญหาหรือเกมที่น่าสนใจ ทำทนายให้อยากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่ม โดยอาจเริ่มด้วยปัญหาที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วประยุกต์ก่อน ต่อจากนั้นจึงเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา (National Institute of Educational Testing Service, 2008)

วิธีการในการแก้ปัญหารูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก็คือ การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (heuristics) เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข ทำให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหาและสามารถตรวจคำตอบอย่างเป็นเหตุผล สำหรับขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีนักวิชาการได้นำเสนอไว้หลายท่าน ซึ่งหนึ่งในนั้นได้แก่ Krulik and Rudnick (1995) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ไว้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การอ่านและคิด (read and think) ขั้นที่ 2 การสำรวจและวางแผน (explore and plan) ขั้นที่ 3 การเลือกยุทธวิธี (select a strategy) ขั้นที่ 4 การหาคำตอบ (find an answer) ขั้นที่ 5 การทบทวนและขยายแนวคิด (reflect and extend) จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วยลำดับของการจัดการและกระบวนการคิดที่เชื่อมโยงกันไว้ เป็นขั้นการชวนคิดและตั้งคำถามที่ทุกคนต้องคิดตามและถามตนเองเพื่อจะแก้สถานการณ์ปัญหา การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีส่วนช่วยในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาเนื่องจากนักเรียนสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ ทำให้นักเรียนสามารถกำหนดกลยุทธ์ เทคนิค กระบวนการ และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนขยายกรอบความคิดของตนเองให้กว้างขึ้นและสามารถควบคุมความคิดของตนเองเพื่อความเข้าใจและเกิดองค์ความรู้ใหม่ (Floyd, 2002) จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การสอนแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังข้อค้นพบในงานวิจัยของ Rattanabunterng (2014) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ และ Meesuk (2013) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ Denise (2010) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของกลยุทธ์การแก้ปัญหา

แบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีการรับรู้ความสามารถของตนเองเพิ่มขึ้นซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอีกด้วย

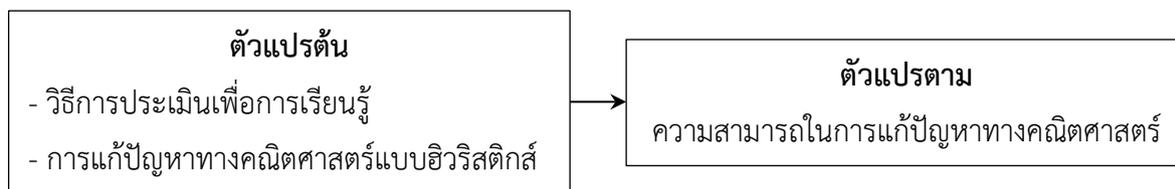
การประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (assessment for learning) เป็นวิธีการหนึ่งในการประเมินผลระหว่างเรียน กล่าวคือ การประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เป็นการประเมินอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาแบบวันต่อวัน (day to day) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และเป็นการปฏิบัติตลอดกระบวนการเรียนรู้นั้นมากกว่าการประเมินหลังเสร็จสิ้นกระบวนการ ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการประเมิน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะนำไปใช้ในการวินิจฉัยนักเรียน วางแผนการจัดการเรียนรู้และการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อปรับปรุงและพัฒนาอย่างทันที (Bureau of Educational Testing, 2014) ซึ่งวิธีการในการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้มีหลากหลายเทคนิค สามารถจัดกลุ่มเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ เทคนิคการกำหนดเป้าหมายของการเรียน เทคนิคการตั้งคำถามกระตุ้นการคิด เทคนิคการฝึกให้นักเรียนคิด เทคนิคการสรุปและสื่อสารความคิด เทคนิคการประเมินโดยนักเรียน และเทคนิคการให้ผลสะท้อนกลับของครู (Bureau of Academic Affairs and Educational Standard, 2017) โดยแต่ละเทคนิคเหมาะสมกับการประเมินแต่ละช่วงของการจัดการเรียนการสอนและสิ่งที่ครูต้องการประเมินแตกต่างกัน ดังนั้นครูจะต้องเลือกใช้เทคนิคในการประเมินให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศไปใช้ในการพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ตามตัวชี้วัดที่กำหนดไว้

การประเมินเพื่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เป็นการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนโดยผู้สอนรวบรวมหลักฐานการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อทราบผลการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วนำมาปรับปรุงการสอนหรือให้นักเรียนนำไปพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการประเมินรูปแบบนี้ต้องกระทำอย่างต่อเนื่องขณะที่การสอนยังคงดำเนินอยู่ เป็นการประเมินที่เน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างทันทีเกี่ยวกับจุดเด่นจุดด้อยของนักเรียน โดยมีการแจ้งผลการเรียนรู้หรือเป้าหมายการเรียนรู้ในแต่ละครั้งเพียงเป้าหมายเดียว รวมทั้งเกณฑ์การประเมินให้นักเรียนได้รับทราบเพื่อที่จะหาวิธีการในการพัฒนาตนเองให้มีผลการเรียนที่ดีขึ้น จากการศึกษางานวิจัยของ Mekwilaphan (2016) ที่ได้ศึกษาการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางปลาม้า “สูงสมารมดุงวิทย์” ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จากการสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีร้อยละของค่าเฉลี่ยในแต่ละทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ นักเรียนมีร้อยละของค่าเฉลี่ยผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80 ครบทุกด้าน เช่นเดียวกับผลการวิจัยของ Wiliam *et al.* (2004) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการพัฒนาครูเกี่ยวกับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่พบว่า ชั้นเรียนที่มีการนำการประเมินเพื่อการเรียนรู้มาใช้ในการประเมินมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าห้องเรียนที่มีการประเมินตามปกติ นอกจากนี้ Black and Wiliam (1998) ได้สังเคราะห์งานวิจัยจำนวน 250 เรื่องที่เกี่ยวกับการประเมินระหว่างเรียนพบว่า การประเมินระหว่างเรียนช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญและมีขนาดอิทธิพลอยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 0.70

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาผลของวิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาแนวทางการใช้วิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ให้มีประสิทธิภาพและพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ และนำผลการวิจัยมาเป็นข้อมูลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลในรายวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสารวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 49 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ซึ่งเป็นนักเรียนที่คละความสามารถกัน

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ รหัสวิชา ค23102 วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 6 แผน ใช้เวลาจัดการเรียนรู้รวม 6 คาบ โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีการออกแบบกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ได้แก่ การอ่านและคิด การสำรวจและวางแผน การเลือกยุทธวิธี การหาคำตอบ และการทบทวนและขยายแนวคิด ระหว่างการทำกิจกรรมจะมีการตรวจสอบความเข้าใจเพื่อพัฒนาการเรียนรู้โดยวิธีการถามตอบ การสังเกต การทำงานกลุ่ม การทำแบบฝึกทักษะ และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) แก่นักเรียน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับมาตรฐาน

การเรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล พิจารณาความเหมาะสมของระยะเวลาที่ใช้และภาษาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งผลการตรวจสอบพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และมีข้อเสนอแนะ ได้แก่ เขียนขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความละเอียดและชัดเจน ปรับเวลาและกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม และเพิ่มเติมเกณฑ์การประเมินผลในส่วนท้ายของบันทึกการเรียนรู้

2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัย (แสดงวิธีทำ) มีการตรวจและให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน (scoring rubrics) ที่มีลักษณะแบบองค์รวม มีคะแนน 4 ระดับ ตั้งแต่ 0 ถึง 3 และแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดจำนวน 2 ชุด ชุดละ 5 ข้อ สำหรับนำไปทดลองใช้และหาคุณภาพของเครื่องมือ และคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไว้สำหรับใช้กับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 5 ข้อ โดยแบบวัดมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 – 1.00 เมื่อนำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนสารวิทยา จำนวน 78 คน ที่เคยเรียนผ่านมาแล้วและไม่ใช้กลุ่มเป้าหมาย ผลปรากฏว่าแบบวัดมีค่าความยาก ( $p$ ) ตั้งแต่ 0.37 – 0.92 ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตั้งแต่ 0.31 – 0.73 และหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) พบว่าแบบวัดมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76

2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 – 1.00 แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสารวิทยา จำนวน 76 คน ที่เคยเรียนผ่านมาแล้วและไม่ใช้กลุ่มเป้าหมาย วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) พบว่า แบบสอบถามความคิดเห็นมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ไปดำเนินการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้เวลา 6 คาบ คาบละ 50 นาที

3.2 ในแต่ละคาบที่ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ด้วยข้อมูลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลผลการจัดกิจกรรม การตรวจแบบฝึกทักษะ การตอบคำถาม สังเกตพฤติกรรมทำงานกลุ่ม และประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ประเมินนักเรียน นักเรียนประเมินตนเอง และให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) แก่นักเรียนเพื่อนำให้นักเรียนได้นำไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง และผู้วิจัยนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 เมื่อสิ้นสุดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ย่อยแล้ว ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) แก่นักเรียนเป็นรายบุคคลและส่วนรวมเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนผลการเรียนรู้และพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง

3.4 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้ง 6 แผนแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการประเมินผล โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย (แสดงวิธีทำ) จำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.5 ประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ โดยให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็น ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ แต่ละคาบ ผู้วิจัยใช้วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยนำข้อมูลจากการตรวจแบบฝึกทักษะ การตอบคำถาม การตรวจบันทึกการเรียนรู้ และการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนมาวิเคราะห์ว่า วิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่นำไปใช้ประเมินในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ แต่ละวิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้มีข้อดีหรือข้อจำกัดอย่างไร ซึ่งผู้วิจัยได้สะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลต่อไปให้มีความเหมาะสมมากขึ้น และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยนำคะแนนจากการทำแบบฝึกทักษะมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาค่าความถี่และร้อยละของนักเรียนที่ผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน และผลจากการตรวจบันทึกการเรียนรู้ นำมาหาค่าความถี่และร้อยละของนักเรียนที่ผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ส่วนผลของการประเมิน คุณลักษณะอันพึงประสงค์นำมาหาค่าความถี่และร้อยละของนักเรียนที่ผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

4.2 ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยตรวจและให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน (คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน) แล้วนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และหาค่าความถี่และค่าร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนเกณฑ์การแปลความหมายในระดับต่าง ๆ ดังนี้

11 – 15 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา อยู่ในระดับมาก

6 – 10 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา อยู่ในระดับปานกลาง

0 – 5 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา อยู่ในระดับน้อย

4.3 ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์โดยหาค่าความถี่และค่าร้อยละ

#### ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 3 ตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

**ตอนที่ 1** แนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) ที่นำวิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ไปใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 วงจร (ตามคาบเรียน) โดยแต่ละวงจรการดำเนินการแต่ละขั้นดังนี้

**ขั้นวางแผน (plan)** ผู้วิจัยนำจุดประสงค์การเรียนรู้ ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการนำวิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ไปใช้ประเมินในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรก่อนหน้ามาวิเคราะห์ แล้วนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้สำหรับวางแผนในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ในขั้นนี้ทำให้ได้วิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับจุดประสงค์การเรียนรู้และนำไปใช้จัดการเรียนรู้ต่อไป

**ขั้นดำเนินการ (act) และสังเกตผลการปฏิบัติ (observe)** เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการของการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ของนักเรียน โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อนำข้อมูลที่ได้ออกไปสะท้อนผลการปฏิบัติแล้วนำไปปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลด้วยวิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในแผนต่อไป

**ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (reflect)** เป็นการนำข้อมูลที่ได้รับการสังเกตผลการปฏิบัติ (observe) ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ว่า วิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้แต่ละวิธีที่นำไปใช้ในการประเมินเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีข้อดีหรือข้อจำกัดอย่างไรบ้าง นักเรียนมีการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร เพื่อนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้ในการวางแผนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลด้วยวิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

จากการดำเนินการตามวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการครบทั้ง 6 วงจรแล้ว ผู้วิจัยพบว่า การประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยวิธีการและแนวทางการปฏิบัติดังนี้

1. การใช้บัตร entrance ticket ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อการตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน มีลักษณะเป็นข้อคำถามสั้น ๆ ที่ผู้สอนสามารถได้ข้อมูลเพื่อประเมินเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของนักเรียนและนำข้อมูลที่ได้ออกมาตัดสินใจเกี่ยวกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างทันที เช่น ในวงจรที่ 6 ผู้สอนมีการตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการสรุปคำตอบของปัญหา ผลที่ได้ทำให้ผู้สอนมีการสร้างความตระหนักให้แก่นักเรียนเกี่ยวกับการสรุปคำตอบของปัญหาที่ถูกต้องและสมเหตุสมผล เป็นต้น

2. การใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนในทุกขั้นของการจัดกิจกรรม เพื่อประเมินความเข้าใจและแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา โดยคำถามมีลักษณะตรวจสอบความเข้าใจและแนวคิดของนักเรียนในกระบวนการแก้ปัญหา รวมทั้งการใช้คำถามปลายเปิดที่ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น ในวงจรที่ 5 ครูตั้งคำถามว่า “นักเรียนคิดว่าการกำหนดตัวแปรให้แทนข้อความที่ต่างกันส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาหรือไม่ อย่างไร” นักเรียนมีการอภิปรายและให้เหตุผลประกอบอย่างหลากหลาย ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการวางแผนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่ เป็นต้น

3. การใช้กิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติและแสดงความสามารถในสภาพจริง มีการทำกิจกรรมทั้งแบบเดี่ยวเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล

การทำกิจกรรมแบบคู่เพื่อให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนแนวความคิดในการแก้ปัญหาสำหรับสถานการณ์ปัญหาที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธีการ และการทำกิจกรรมแบบกลุ่มเหมาะสมสำหรับสถานการณ์โจทย์ที่มีความซับซ้อน หรือเป็นการเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนแนวความคิดในการแก้ปัญหาซึ่งกันและกัน เช่น ในวงจรที่ 3 เป็นการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน ผู้วิจัยได้ออกแบบให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มเนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน ต้องอาศัยการวิเคราะห์ ตีความโจทย์ปัญหา และการสรุปคำตอบของปัญหาที่สมเหตุสมผล ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน และเกิดการเรียนรู้ในกระบวนการแก้ปัญหา เป็นต้น

4. การเขียนบันทึกการเรียนรู้เหมาะสำหรับใช้ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุดลง โดยใช้เวลาสำหรับทำกิจกรรมประมาณ 5-10 นาที เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มา และผู้สอนใช้สำหรับตรวจสอบความเข้าใจในการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล ประเด็นที่นำมาใช้ในการตรวจสอบควรเกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนส่วนใหญ่เกิดข้อผิดพลาดหรือต้องการเน้นให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเป็นสำคัญ บันทึกการเรียนรู้ควรมีการระบุเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อให้นักเรียนสามารถประเมินตนเองจากการทำกิจกรรมแต่ละครั้งได้ ทั้งนี้การออกแบบบันทึกการเรียนรู้ควรมีความกระชับและครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการใช้แบบบันทึกการเรียนรู้ เพราะหากมีการเขียนอธิบายที่ค่อนข้างมาก อาจจะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและเกิดทัศนคติที่ไม่ดีต่อการเขียนบันทึกการเรียนรู้

5. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ในทุกขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนนำข้อเสนอแนะหรือข้อเรียนรู้ไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา และผู้สอนสามารถนำผลที่ได้จากการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลต่อนักเรียนสูงสุด การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนอาจทำได้โดยการอธิบายประกอบการยกตัวอย่าง การใช้คำถามในการถามตอบ การนำตัวอย่างงานมาเรียนรู้ร่วมกัน การกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญ และการให้ข้อเสนอแนะจากการทำแบบฝึกทักษะและการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับควรเป็นแบบสองทางที่ให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนหรือกับเพื่อนของนักเรียน

## ตอนที่ 2 ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 ข้อ เป็นรายบุคคล แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ผลปรากฏดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คะแนนเฉลี่ย (เต็ม 15 คะแนน)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ผลการประเมิน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
		ดี (11 – 15 คะแนน)	17	34.69
9.31	3.04	ปานกลาง (6 – 10 คะแนน)	23	46.94
		น้อย (0 – 5คะแนน)	9	18.37
		รวม	49	100.00

จากตาราง 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 46.94 รองลงมาคือ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34.69 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับน้อย จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 18.37 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.31 คะแนนและส่วนเบี่ยงมาตรฐานเท่ากับ 3.04

### ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์

ผู้วิจัยศึกษาความความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ โดยให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ จำนวน 15 ข้อ ผลปรากฏดังตาราง 2

### ตาราง 2 ผลการศึกษาความความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น (N = 49)				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
<b>ด้านการจัดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์</b>						
1.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้	22 (44.90)	26 (53.06)	1 (2.04)	-	-
2.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกใช้ทฤษฎีในการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม	13 (26.53)	27 (55.10)	5 (10.21)	4 (8.16)	-
3.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง	17 (34.70)	28 (57.14)	4 (8.16)	-	-
4.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	24 (48.98)	20 (40.82)	5 (10.20)	-	-
5.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	23 (46.94)	25 (51.02)	1 (2.04)	-	-
6.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น	24 (48.98)	23 (46.94)	2 (4.08)	-	-
7.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน	13 (26.53)	20 (40.82)	14 (28.57)	2 (4.08)	-
<b>ด้านการวัดและประเมินผล</b>						
8.	ครูใช้วิธีการที่หลากหลายในการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ของนักเรียน	20 (40.82)	25 (51.02)	4 (8.16)	-	-
9.	มีการกำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่ชัดเจนและเหมาะสม	16 (32.65)	28 (57.14)	5 (10.21)	-	-

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น (N = 49)				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
10.	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน การเรียนรู้ของตนเอง	17 (34.69)	27 (55.10)	5 (10.21)	-	-
11.	บันทึกการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนตรวจสอบ ความเข้าใจของตนเอง	19 (38.78)	27 (55.10)	3 (6.12)	-	-
12.	วิธีการประเมินทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ปรับปรุง และพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง	19 (38.78)	24 (48.98)	6 (12.24)	-	-
<b>ด้านครูผู้สอน</b>						
13.	ครูให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ที่เป็นประโยชน์ ต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน	19 (38.78)	21 (42.86)	8 (16.32)	1 (2.04)	-
14.	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรับปรุงข้อบกพร่องของ ตนเองจากการทำแบบฝึกหัด	24 (48.98)	21 (42.86)	4 (8.16)	-	-
15.	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย จากการเรียนรู้และการทำแบบฝึกหัด	28 (57.14)	17 (34.69)	4 (8.16)	-	-
<b>รวม</b>		<b>298 (40.55)</b>	<b>359 (48.84)</b>	<b>71 (9.66)</b>	<b>7 (0.95)</b>	<b>-</b>

หมายเหตุ: ตัวเลขบรรทัดบน คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบในแต่ละระดับความคิดเห็น และตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่าร้อยละ

จากตาราง 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 48.84 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยว่า การประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในทุกด้าน หากพิจารณารายด้านพบว่า ด้านการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 48.98 ด้านการวัดและประเมินผลที่ชัดเจนและเหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 57.14 และด้านครูผู้สอนนักเรียนส่วนใหญ่ มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งว่า ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยจากการเรียนรู้ และการทำแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 57.14

### อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัยดังนี้

1. การประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ดังนี้

1.1 การใช้บัตร Entrance Ticket ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนผู้วิจัยใช้บัตร entrance ticket เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการแก้อสมการหรือไม่ เพราะนักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องการแก้อสมการในขั้นตอนการหาคำตอบเพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบของปัญหา และตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการสรุปคำตอบของปัญหา เพราะจากการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งผู้วิจัยพบว่าปัญหาสำคัญที่ทำให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาไม่สำเร็จเกิดจากการสรุปคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งการคิดคำนวณในการแก้อสมการเพื่อหาคำตอบและการสรุปคำตอบของปัญหาล้วนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Polya (1957) ที่ว่า สิ่งที่มีสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งมีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ คือ ความสามารถในการคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องของโจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวนและตัวเลข ตลอดจนมีทักษะในการคำนวณต่าง ๆ อย่างคล่องแคล่ว และการตรวจสอบคำตอบเพื่อให้มั่นใจว่าคำตอบได้นั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ของปัญหา

1.2 การใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ผู้วิจัยมีการใช้คำถามกระตุ้นความคิดในทุกขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ในขั้นการสอนผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์และวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ในขั้นการอ่านและคิด สำรองและวางแผน เช่น นักเรียนคิดว่าการกำหนดตัวแปรให้แทนข้อความที่ต่างกันส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาหรือไม่ อย่างไร เป็นต้น คำถามลักษณะนี้ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์และฝึกการให้เหตุผล โดยในขั้นวางแผนถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหาเพราะต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้ามาช่วย หากนักเรียนวางแผนผิดพลาดหรือไม่ถูกต้องจะทำให้การดำเนินการขั้นตอนถัดไปเกิดความผิดพลาดไปด้วย ดังที่ Thipkong (2001) กล่าวว่า การวางแผนแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดซึ่งนักเรียนต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ กฎ สูตร หรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา บางครั้งอาจใช้ทักษะการประมาณค่า การคาดเดาคำตอบประกอบด้วย

1.3 การใช้กิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติและแสดงความสามารถในสภาพจริง ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติทั้งกิจกรรมแบบเดี่ยวเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคลในการแก้โจทย์ปัญหาโดยประเมินจากการทำแบบฝึกทักษะ และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองให้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้มีการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมแบบเป็นกลุ่มในช่วงเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหา (วงจรถี 3) เพราะนักเรียนจะได้มีโอกาสการเรียนรู้แนวคิดและแลกเปลี่ยนแนวความคิดในการแก้โจทย์ปัญหาจากเพื่อน ๆ คนอื่นในกลุ่ม นอกจากนี้ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกมานำเสนอแนวคิดบนกระดาน หรือให้นักเรียนที่มีแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากเพื่อนคนอื่น ๆ ได้ออกมานำเสนอเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Krulik and Rudnick (1995) ที่กล่าวว่า ชั้นบททวนและขยายแนวคิดควรนำมาใช้ให้มากยิ่งขึ้นเพราะเป็นความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถทำได้มากที่สุด การแก้ปัญหาที่แตกต่างกันนั้นควรจะทำให้ความสนใจและควรมีการอภิปรายร่วมกัน ปัญหาที่แตกต่างกันอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข

หรือการตีความบางอย่างตั้งแต่แรกที่แตกต่างกัน ถ้าเป็นไปได้กระบวนการนั้นควรจะขยายออกไปเพื่อที่จะได้ค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่ซ่อนในสถานการณ์ ความแตกต่างที่น่าสนใจของปัญหาดังเดิม

1.4 การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) แก่นักเรียน ผู้วิจัยมีการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในทุกขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการอธิบายประกอบการยกตัวอย่าง การใช้คำถามในการถามตอบ การนำตัวอย่างงานมาเรียนรู้ร่วมกัน การกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญ และการให้ข้อเสนอแนะจากการทำแบบฝึกทักษะและการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ผู้สอนควรให้นักเรียนได้มีโอกาสให้ข้อมูลย้อนกลับในงานหรือสิ่งที่ตนเองปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Assessment Reform Group (2002) และ The National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics (2014) กล่าวว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนเป็นสิ่งสำคัญเพราะนักเรียนจะได้เรียนรู้ว่าสิ่งที่ปฏิบัตินั้นเขาทำได้ดีเพียงใด และมีสิ่งใดบ้างที่จะต้องปรับปรุงแก้ไข โดยครูควรระบุเกี่ยวกับจุดแข็งของนักเรียนให้ชัดเจน มีการให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาจุดอ่อนและแนวทางการแก้ไข ตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรับปรุงและพัฒนางานให้ดียิ่งขึ้น

1.5 การเขียนบันทึกการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้บันทึกการเรียนรู้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา ประเด็นที่ผู้วิจัยเลือกมาใช้สำหรับตรวจสอบความเข้าใจจะเน้นเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้พบจากประสบการณ์ในการสอนของผู้วิจัยเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาก่อนว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ถูกต้องในเรื่องอะไรบ้าง หรือมีประเด็นใดที่ผู้วิจัยต้องการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถมากขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบบันทึกการเรียนรู้โดยลดการเขียนเชิงบรรยายเพราะแบบบันทึกการเรียนรู้ไม่นำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น การให้นักเรียนเขียนบรรยายต่าง ๆ และใช้บ่อยครั้งจนเกินไปอาจจะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งการให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ทำให้ผู้สอนสามารถประเมินความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาได้ ดังที่ Chuntra (2011) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นการประเมินจากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ควรทำการประเมินผลอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง วิธีการประเมินผลอาจใช้การสังเกตและใช้คำถามควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอนเพื่อดูการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคลเป็นกลุ่มขนาดเล็ก หรือการอภิปรายทั้งชั้นเรียน นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีการอื่นได้อีก เช่น การฟังนักเรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน แบบทดสอบที่มีลักษณะคำถามแบบเจาะลึก การบ้าน อนุทิน แบบประเมิน เป็นต้น

ผู้วิจัยได้นำวิธีการของการประเมินเพื่อการเรียนรู้มาใช้ประเมินตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ เป็นการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากการประเมินเหล่านี้จะเป็นสารสนเทศที่ผู้วิจัยจะย้อนกลับไปยังนักเรียนเพื่อให้นักเรียนนำไปสะท้อนการเรียนรู้แล้วเกิดการพัฒนาหรือปรับปรุงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น และผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาหรือปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับหลักการประเมินเพื่อการเรียนรู้ของ Wongyai and Patphol (2014) ที่กล่าวว่า การประเมินเพื่อการเรียนรู้เป็นวิธีการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนโดยอาศัยข้อมูลสารสนเทศจากการประเมินเป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อการวินิจฉัย

ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน การปรับปรุงวิธีการเรียนรู้ และพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อไปสู่เป้าหมาย การเรียนรู้ด้วยตนเอง และ Earl and Katz (2006) อธิบายว่า การประเมินเพื่อการเรียนรู้เป็นการประเมิน ที่เกิดขึ้นตลอดเวลาของกระบวนการเรียนรู้ ครูผู้สอนใช้เป็นเครื่องมือในการสืบสวนหาสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ได้ และหาจุดบกพร่องของนักเรียนเพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยครูผู้สอนจะต้องรวบรวมข้อมูลที่หลากหลายเพื่อนำมา เป็นข้อมูลในการตัดสินใจและให้ข้อเสนอแนะเป็นข้อมูลป้อนกลับให้กลับนักเรียน และครูผู้สอนในการพัฒนา ปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งนี้การนำวิธีการของประเมินเพื่อการเรียนรู้ไปใช้ในการประเมินการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์สามารถพัฒนานักเรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อีกด้วย ดังสอดคล้องกับงานวิจัยของ On-ouen (2014) ที่ได้ศึกษา แนวทาง การประเมินเพื่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ Mekwilaiphan (2016) ศึกษาการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางปลาม้า “สูงสูดผดุงวิทย์” ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการประเมินด้วยการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในวิชา คณิตศาสตร์มีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น มีผลการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ผ่านเกณฑ์

2. จากผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 46.94 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 9.31 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 62.07 ของคะแนนเต็ม 15 คะแนน หากพิจารณาในภาพรวมมีนักเรียนจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 81.63 ของนักเรียนทั้งหมดที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีและปานกลาง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้มีการประเมินนักเรียนตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการ ประเมินเพื่อการเรียนรู้ ได้แก่ การใช้คำถามกระตุ้นความคิด การใช้กิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติและแสดง ความสามารถในการสภาพจริง การเขียนบันทึกการเรียนรู้ และการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้มีการปรับปรุงแก้ไข หรือพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของการประเมินผลการเรียนรู้ ทางคณิตศาสตร์ของ The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2012) ที่ว่า การประเมินผลการเรียนรู้ต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรใช้กิจกรรม การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งเร้าที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบ และส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ การประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ใช้สะท้อนความรู้ความสามารถของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนมีข้อมูล ในการปรับปรุงและพัฒนาความรู้ความสามารถของตนเองให้ดีขึ้น ในขณะที่ผู้สอนสามารถนำผลการประเมิน มาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การที่นักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นอาจเป็นเพราะนักเรียนได้รับการฝึกฝนการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์จากการทำแบบฝึกทักษะหลากหลายสถานการณ์ และได้รับการพัฒนาความคิดในการวิเคราะห์ และดำเนินการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบตามกระบวนการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ ดังที่ Naoyenpol (1994)

กล่าวว่า องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก็คือ ทักษะการแก้ปัญหาเมื่อนักเรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ มีประสบการณ์การแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เมื่อพบกับปัญหาใหม่จะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม และแนวคิดของ Yen (1985) ที่กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น และมีทัศนคติต่อการเรียนที่ดีขึ้นเนื่องจากฮิวริสติกส์ช่วยพัฒนาระดับการเรียนรู้และค้นหาความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้ ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rattanabunterng (2014) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง “สมการกำลังสองตัวแปรเดียว” โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ leelaphun (2015) ได้ศึกษา เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง “การแปรผัน” โดยการใช้ฮิวริสติกส์ โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ และ Pintip (2017) ได้การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง “พื้นที่ผิวและปริมาตร” โดยการใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ โรงเรียนวัดจันทราวาส (ศุขประสารราษฎร์) จังหวัดเพชรบุรี ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยนักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางถึงดี

3. จากการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยว่าการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์มีความเหมาะสม เมื่อพิจารณาความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 48.98 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะจากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผ่านมาจะพบว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา สร้างประโยคสัญลักษณ์ของอสมการ และการแก้อสมการได้ แต่ไม่สามารถสรุปคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการสรุปคำตอบของปัญหาจึงได้มีการออกแบบกิจกรรมเพื่อตรวจสอบเข้าใจเกี่ยวกับการสรุปคำตอบของปัญหาด้วยการเขียนบันทึกการเรียนรู้ครั้งที่ 3 เรื่อง คำตอบนั้นสำคัญไฉน และในวงจรที่ 6 ชี้นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้บัตร entrance ticket เรื่อง การสรุปคำตอบของปัญหา นอกจากนี้ผู้วิจัยได้มีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ได้แก่ การใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน การให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม จับคู่ “เพื่อนคู่คิด” การให้นักเรียนได้ออกมานำเสนอแนวความคิดหน้าชั้นเรียนและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Black *et al.* (2004) ที่กล่าวถึงหลักในการประเมินเพื่อการเรียนรู้ว่า มีการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Pintip (2017) ที่ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง “พื้นที่ผิวและ

ปริมาตร” โดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ โรงเรียนวัดจันทราวาส (ศุขประสารราษฎร์) จังหวัดเพชรบุรี Sodsangaroonngam (2014) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง “การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว” โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาโดยใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มีความเหมาะสม

ด้านการวัดและประเมินผลโดยใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยว่า มีการกำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่ชัดเจนและเหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 57.14 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการวัดและประเมินผลทั้งด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้วยเครื่องมือวัดต่าง ๆ ได้แก่ แบบฝึกทักษะ แบบประเมินการทำกิจกรรมกลุ่ม แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบบันทึกการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) ดังที่ Chuntra (2011) กล่าวไว้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนเป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากผลงานของนักเรียนหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ซึ่งไม่ได้พิจารณาที่คำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียวแต่พิจารณาที่ขั้นตอนการทำงานของนักเรียนด้วย ตลอดจนมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม เพื่อให้ครูผู้สอนสามารถวัดและประเมินพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนด้วยความเป็นปรนัยและมีความยุติธรรม รวมทั้งนักเรียนสามารถประเมินตนเองได้ว่าจะต้องทำผลงานหรือแสดงพฤติกรรมอย่างไรเพื่อให้ผ่านเกณฑ์การประเมิน

ด้านครูผู้สอนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งว่า ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยจากการเรียนรู้และการทำแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 57.14 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้อย่างเข้าใจของนักเรียน ซึ่งสังเกตได้จากในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยหลังจากที่มีการนำเสนอแนวความคิดหน้าชั้นเรียนหรือการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวความคิด เพื่อให้ผู้วิจัยได้ทราบว่านักเรียนยังมีประเด็นใดที่ยังไม่เข้าใจหรือเข้าใจไม่ชัดเจนอีกบ้าง และสามารถที่จะอธิบายหรือให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างทันที ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Stiggins *et al.* (2012) ที่กล่าวว่า ผู้สอนดำเนินการประเมินอย่างต่อเนื่องและให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนได้ทราบแนวทางในการพัฒนา ปรับปรุง และแก้ไขข้อบกพร่อง และผู้สอนมีความตั้งใจสอนให้ความสำคัญกับนักเรียนตลอดเวลา มีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนว่ามีการเรียนรู้เป็นอย่างไร มีปัญหาในการเรียนหรือไม่

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 จากการจัดการเรียนรู้ในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวพบว่า นักเรียนยังมีปัญหาเกี่ยวกับการสรุปคำตอบของปัญหาที่ไม่ถูกต้อง เพราะคำตอบที่นักเรียนคำนวณมาได้นั้นจะต้องนำมาพิจารณาตรวจสอบกับเงื่อนไขที่กำหนดให้แล้วจึงสรุปเป็นคำตอบของปัญหา

ผู้สอนควรสร้างความตระหนักให้กับนักเรียนโดยอาจใช้กิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการการตรวจสอบคำตอบ และสรุปคำตอบของปัญหาที่ถูกต้องและสมเหตุสมผล

1.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) แก่นักเรียนในทุกชั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮิวริสติกส์ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าสิ่งที่นักเรียนเข้าใจและปฏิบัติมีความ ถูกต้องหรือไม่ ผู้สอนไม่ควรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทางเดียวแต่ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล ย้อนกลับ เช่น การใช้คำถามในการถามตอบ การแสดงตัวอย่างงานที่มีความถูกต้องและงานที่มีข้อผิดพลาด เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน การแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนสะท้อน การเรียนรู้ของตนเองในการปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

1.3 จากการใช้กิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติและแสดงความสามารถในสภาพจริงพบว่า การจัดกิจกรรมให้ปฏิบัติแบบกลุ่มแม้ว่าจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ร่วมกัน แต่อาจจะไม่สามารถประเมินความเข้าใจและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน เป็นรายบุคคลได้ เพราะนักเรียนกลุ่มเก่งจะช่วยเพื่อนดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นผู้สอน ควรกำหนดจำนวนสมาชิกให้เหมาะสมกับเป้าหมายของการเรียนรู้แต่ละครั้ง โดยกิจกรรมแบบกลุ่มอาจจะ เหมาะสมสำหรับกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด หรือระดมความคิดวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ที่มีความซับซ้อน หากการจัดการเรียนรู้ครั้งใดที่มีกิจกรรมกลุ่มอาจจะมีการให้นักเรียนได้ปฏิบัติและแสดง วิธีการแก้ปัญหาแบบรายบุคคลเพื่อประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายบุคคลได้

1.4 การใช้บันทึกการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ภายหลังจากการเรียนรู้แต่ละครั้ง ผู้สอนควรออกแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ลดการเขียนในลักษณะเชิงบรรยาย สิ่งที่ได้เรียนรู้หรือความรู้สึกในการเรียน เพราะเป็นเพิ่มภาระงานแก่นักเรียนมากเกินไป นักเรียนอาจเกิดความ เบื่อหน่าย มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อการเขียนบันทึกการเรียนรู้ และอาจจะส่งผลต่อเจตคติของนักเรียนในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ผู้สอนควรเลือกประเด็นของการตรวจสอบความเข้าใจจากผลการประเมินในชั้นเรียน เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การประเมินเพื่อการเรียนรู้แต่ละวิธีการที่ผู้วิจัยได้นำไปใช้ในการส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน (on-site) ซึ่งนักเรียนและผู้สอน ได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการโต้ตอบกันอย่างทันที ไม่มีข้อจำกัดหรือปัญหาทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ แต่ด้วย สถานการณ์ในปัจจุบันเกี่ยวกับการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จึงอาจทำให้ บางวิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ไม่เหมาะสมกับบริบทของ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการใช้ การประเมินเพื่อการเรียนรู้สำหรับชั้นเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ต่าง ๆ ต่อไป

2.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยความรู้เรื่องอื่น ๆ เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และ ตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะการเชื่อมโยงความรู้และต้องมีการทบทวนอยู่เสมอ ดังนั้น เพื่อพัฒนานักเรียนให้สามารถนำความรู้ เนื้อหา และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็น

เหตุเป็นผล และนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนขึ้นได้ จึงควรรหาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับการประเมินเพื่อการเรียนรู้

2.3 ควรศึกษาผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับในวิธีการที่แตกต่างกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบฮีริสติกส์ เพื่อให้ได้วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพ และนักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการพัฒนาตนเองให้ดีขึ้น

## References

- Assessment Reform Group. (2002). *Assessment for Learning: 10 Principles*.  
<http://www.assessment-reform-group.org.uk/>
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall. B., and Wiliam. D. (2004). Assessment for Learning in the Classroom. *Phi Delta Kappan*, 86(1), 8-21.
- Black, P. and Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5(1), 7-74.
- Denise, M.R. (2010). *The Effects of Heuristic Problem-Solving Strategies on Seventh Grade Students' Self-Efficacy and Level of Achievement in Mathematics* [Master of Science in Education]. <https://core.ac.uk/download/pdf/233569385.pdf>
- Earl, L. and Katz, S. (2006). *Rethinking Classroom Assessment with Purpose in Mind: Assessment for Learning, Assessment as Learning, Assessment of Learning*. Imprime Au Canada.
- Floyd, C. (2002). *Problem solving as a strategy for learning mathematics*. Lesson plan Project-Lit (Online). <http://www.mtsu.edu/>
- Krulik, S. and Rudnick, J. (1995). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Elementary School*. Allyn and Bacon.
- Polya, G. (1957). *How To Solve: it A New Aspect of Mathematical Method*. Doubleday and Company.
- Stiggins, R.J., Arter, J.A., Chappuis, J. and Chappuis, S. (2012). *Classroom Assessment for Student Learning: Doing it right – using it well*. 2nd ed. ETS Assessment Training Institute.
- The National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics. (2014). *Assessment for learning in Mathematics*. <https://www.ncetm.org.uk/public/files/725964/Assessment+for+Learning+in+Mathematics.pdf/>
- Wiliam, D., Lee, C., Harrison, C. and Black, P. (2004). Teacher developing assessment for learning: Impact on Student achievement. *Assessment in Education*, 11(1), 49-65.

Yen, F. (1985). *An Intervention Study in Mathematical Problem Solving among Selected Junior High School Students*. <http://thailis.uni.net.th/dao/detial.nsp/>

### Translate Thai Reference

- Bureau of Academic Affairs and Educational Standard. (2008). *Indicators and core content in Mathematics Department based on The Basic Education Core Curriculum B.E.2551 (A.D.2008)*. Printing Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)
- Bureau of Academic Affairs and Educational Standard. (2017). *Assessment for learning: questioning technique and providing feedback for encourage learning*. Printing Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)
- Bureau of Educational Testing. (2014). *Training courses on techniques for classroom Assessment*. Printing Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)
- Chuntra, C. (2011). Unit 14 Assessment of Learners' Mathematical Abilities. *Provision Learning Experience in Mathematics*. Sukhothai Thammathirat Open University Press. (in Thai)
- Leelaphun, S. (2015). *The Study of Mathematics Learning Achievement and Ability in Solving Problems of Mathayomsuksa Two Students on "Variation" by Using Heuristics at Setthabutbamphen School* [Master's thesis]. Kasetsart University. (in Thai)
- Makanong, A. (2010). *Mathematical skills and process: Development for Development*. Centre for Educational book, Faculty of Education, Chulalongkorn University. (in Thai)
- Meesuk, R. (2013). *The effects of learning emphasized Heuristics thinking on mathematical achievement, problem solving and reasoning abilities on polynomial fractions of mathayomsuksa III students* [Master's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Mekwilaiphan, N. (2016). Assessment for learning in Mathematics for Mathayomsuksa 6 Student at Bangplama soongsumarnphadungwit school. *Phranakhon Rajabhat Research Journal (Humanities and Social Sciences)*, 11(1), 17-29. (in Thai)
- Naoyenpol, P. (1994). The development ability in mathematics problems solving. *Mathematical Journal*, 38(434-435), 62-67, 81-82. (in Thai)
- National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2008). *Self learning kit: Measurement and Evaluation of Mathayomsuksa 1-6 Students, Mathematics Department*. BOWT. (in Thai)
- On-Ouen, K. (2014). The Approach of Assessment for Learning in Mathematics for Matthayom 4 [Master's thesis]. Kasetsart University. (in Thai)

- Pintip, P. (2017). *The Study of Mathematics Learning Achievement and Word Problem Solving Ability of Mathayomsuksa Three Students on “Surface Area and Volume” Using Heuristics Problem Solving at Watjuntrawat (Sukprasarnrat) School, Changwat Phetchaburi* [Master’s thesis]. Kasetsart University. (in Thai)
- Rattanabunterng, C. (2014). *The Study of Mathematics Learning Achievement and Word Problem Solving Ability of Mathayomsuksa Two Students on “Quadratic Equation with One Variable” by Using Heuristics Problem Solving at Samutsakomburana School, Changwat Samut Sakhon* [Master’s thesis]. Kasetsart University. (in Thai)
- Sodsangaroonngam, S. (2014). *The study of Mathematics Learning Achievement of Mathayomsuksa Two Students on “Applications of linear Equations with One Variable” by Emphasizing Heuristics Thinking at Phrapathom Witthayalai School, Changwat Nakhon Pathom* [Master’s thesis]. Kasetsart University. (in Thai)
- The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *Mathematical Assessment*. SE-EDUCATION Public Company Limited. (in Thai)
- Thipkong, S. (2001). *Problem Solving*. Kurusapa Printing Ladphrao. (in Thai)
- Wongyai, W., and Patphol, M. (2014). *Cognitive Coaching*. 3rd ed. Charansanitwong Printing. (in Thai)