

บทความวิชาการ (Academic Article)

สมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

TEACHERS' COMPETENCIES IN LEARNING IMPLEMENTATION TO ENHANCE MATHEMATICAL LITERACY

Received: April 12, 2021

Revised: May 31, 2021

Accepted: June 4, 2021

วัลลีย์ ครินชัย^{1*} ศักดา สวาทยานันท์² น้ำผึ้ง อินทเนตร³ และ อุไรวรรณ หาญวงศ์⁴
Wanlee Karinchai^{1*} Sakda Swathanan² Nampueng Inthanon³ and Uraiwan Hanwong⁴

^{1,2,3,4}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่^{1,2,3,4}Faculty of Education, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: wanlee@prc.ac.th

บทคัดย่อ

การเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) เป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง บุคคลที่จะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องมีความสามารถในการคิดตีความและตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ในบริบทสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งการส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ สามารถจัดการจัดการเรียนรู้ผ่านรายวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา โดยครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญต่อการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ บทความฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้ในเนื้อหาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 2) ความรู้ในการสอนการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 3) ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 4) ความสามารถในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และ 5) คุณลักษณะในการพัฒนาการสอน ซึ่งทั้ง 5 องค์ประกอบจะเป็นแนวทางที่สำคัญในการพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ให้สามารถจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

คำสำคัญ: การเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ สมรรถนะครู

Abstract

Mathematical Literacy is an essential skill in the 21st century due to its importance in the application of mathematics in real-life contexts. People who are able to solve the problem effectively need to have ability to think, interpret, and make decisions about mathematics problems in real-life situations. Mathematical literacy can be enhance through the learning implementation since the elementary level. Nonetheless, teachers play an important role in enhancing students' mathematical literacy skills. Therefore, this article proposed teachers' competencies in learning implementation to enhance mathematical literacy in elementary school. These competencies consisted of 5 components: 1) the knowledge of mathematical literacy content 2) the knowledge of teaching mathematical literacy 3) the ability to design learning management that promoted mathematical literacy 4) the ability to implement learning management that

promoted mathematical literacy and 5) the attributes in teaching development. All five components were important guidelines for the development of mathematics teachers' competencies learning implementation to enhance students' mathematical literacy.

Keywords: Mathematical Literacy, Teachers' Competencies

บทนำ

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญต่อการจัดการศึกษาสำหรับผู้เรียน ได้กำหนดแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี พ.ศ. 2560-2579 ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการศึกษายุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ โดยการปฏิรูปการเรียนรู้แบบพลิกโฉม (Transformation of Learning) ระบุความสำคัญของการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้และมีใจใฝ่เรียนรู้ตลอดเวลา มีการออกแบบระบบการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

การเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) เป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีความสำคัญต่อการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในบริบทชีวิตจริง การส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ สามารถจัดผ่านกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นบริบทสถานการณ์จริงและแบบจำลอง การประยุกต์คณิตศาสตร์และการสร้างแบบจำลอง ควรจัดขึ้นตั้งแต่ระดับประถมศึกษา การให้ความสำคัญด้านคณิตศาสตร์ในบริบทสถานการณ์จริง จะเป็นแนวทางในการพัฒนาที่ถูกต้องในอนาคต (Kaiser & Willander, 2005, p. 58) การที่จะพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนนั้น ครูเป็นบุคคลสำคัญยิ่งเพราะเป็นผู้ที่สร้างหลักสูตร ออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียน ฉะนั้นครูต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถ มีความพร้อมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

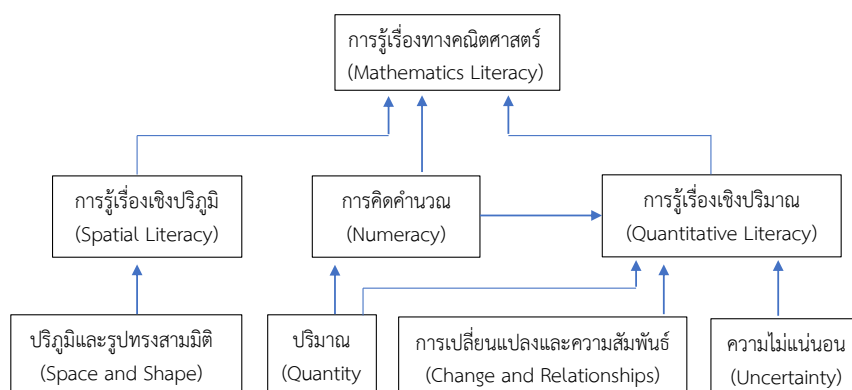
บทความนี้ จึงได้นำเสนอการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) สมรรถนะของครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมและพัฒนาครู ควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนในปัจจุบัน

การเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy: ML)

ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่มีความสำคัญต่อการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในบริบทชีวิตจริง นั่นคือ การเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) Ojose (2011, pp. 90-91) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์นั้นเป็นสิ่งจำเป็นทั้งในการทำงานและการใช้ชีวิตประจำวัน เป็นเหมือนกุญแจสำคัญที่ใช้ในการเผชิญการเปลี่ยนแปลงของสังคม มีความจำเป็นและสำคัญเทียบเท่ากับความสามารถในการอ่านและการเขียน OECD (2016, p. 65) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ว่าหมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้และตีความคณิตศาสตร์ในบริบทสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย สามารถให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ รวมทั้งใช้แนวคิดกระบวนการ ข้อเท็จจริงและเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ทำให้แต่ละบุคคลตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลกชีวิตจริง สามารถตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และเตรียมพร้อมเป็นพลเมืองที่มีส่วนร่วมและสร้างสรรค์สังคม

บุคคลจะมีความสามารถในการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ บุคคลเหล่านั้นต้องมีองค์ความรู้ของการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งองค์ประกอบของความรู้ในการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์นั้น De Lange (2003, pp. 80-81) ได้ระบุว่าประกอบด้วยความรู้ใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการเรียนรู้เรื่องเชิงปริภูมิ (Spatial Literacy) ด้านการคิดคำนวณ (Numeracy) และด้านการรู้เรื่องเชิงปริมาณ (Quantitative Literacy) จากองค์ความรู้ทั้ง 3 ด้านของการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ดังกล่าว เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนในการเชื่อมโยงการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงแต่ละด้าน ได้มีการจำแนกเนื้อหาที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ออกเป็น 4 หัวข้อ

ที่สัมพันธ์กับกรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2009 ของ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2011, p. 41) ซึ่งมีรายละเอียดเนื้อหาทั้ง 4 หัวข้อ คือ 1) ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and Shape) 2) ปริมาณ (Quantity) 3) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) และ 4) ความไม่แน่นอน (Uncertainty) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้ของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์กับเนื้อหาของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังภาพ 1



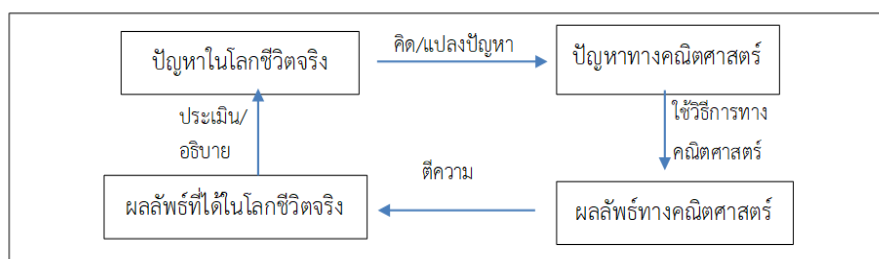
ภาพ 1 โครงสร้างการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ De Lange (2003, p. 81)

เนื้อหาที่ใช้ประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของโครงการ PISA ในครั้งต่อมา ยังคงยึดตาม 4 เนื้อหาดังกล่าว และมีเพิ่มเติมการประเมินด้านอื่นๆ ตามบริบทการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก ดังที่ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2020) ได้ชี้แจงว่าโครงการ PISA 2018 ได้เพิ่มการประเมิน สมรรถนะการอยู่ในสังคมโลก (Global Competence) ซึ่งครอบคลุมความสามารถใน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการประเมินความสำคัญของประเด็นปัญหาและสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระดับท้องถิ่น ระดับโลก หรือทางวัฒนธรรม 2) ความสามารถในการเข้าใจและเห็นคุณค่าของมุมมองและโลกทัศน์ที่แตกต่างกัน 3) ความสามารถในการสร้างปฏิสัมพันธ์เชิงบวกกับผู้อื่นที่มีพื้นฐานทางสัญชาติ เชื้อชาติ ศาสนา สังคม หรือวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน และ 4) ความสามารถและอุปนิสัยที่ทำให้เกิดการพัฒนายั่งยืนและอยู่ร่วมกันอย่างผาสุก และโครงการ PISA 2021 ได้เน้นการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน รวมถึงการใช้บริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (IPST, 2020) จากการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่กล่าวข้างต้น เนื้อหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะถูกนำไปเชื่อมโยงกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นจุดเน้นของการประเมิน รวมถึงบริบทสังคมโลกที่เปลี่ยนแปลงและบริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

การใช้บริบท (Contexts) ที่สัมพันธ์กับเนื้อหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ควรใช้เหตุการณ์ที่ตรง สามารถระบุไปยังปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากบริบท และบริบทต้องมีลักษณะสถานการณ์ที่ดึงดูดความสนใจ ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้ 1) Contextual language : บริบททางภาษาที่ใช้คำหรือข้อความที่สื่อถึงความหมายของจำนวน เช่น จำนวนผู้เข้าพักรักษาตัว ข้อความบ่งบอกปริมาณการใช้ยา 2) Contextual signifiers : บริบทที่มีการใช้คำบ่งบอกข้อมูลเพื่อแปลความข้อมูล เช่น อัตราเด็กแรกเกิดที่เสียชีวิตด้วยโรคต่างๆในขวบปีแรกต่อจำนวนเด็กแรกเกิด 1,000 คน ในสถิติระหว่างปี 2547-2551 3) Contextual rules : บริบทที่สัมพันธ์กับกฎ ใช้ตีความตามบริบทที่ระบุ เช่น อัตราการตายของการใช้ยาชนิดนั้น สูตรคำนวณดัชนีมวลกายเพื่อจำแนกบุคคลที่มีน้ำหนักน้อยหรือเกิน และ 4) Contextual graphs : บริบทในรูปแบบกราฟ เช่น กราฟแสดงข้อมูลตามสถานการณ์ต่างๆ (Bansilal et al., 2015, pp. 2-3) และ จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยในประเทศไทย (Tinprapha, 2014, p. 24; Patamavipat, 2014, p. 36; Boonmaton et al., 2018, pp. 51-53) สรุปได้ว่าบริบทที่ใช้ใน

การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่ใช้สถานการณ์ที่พบในชีวิตจริง และมีความสอดคล้องกับบริบทของกรอบการประเมินโครงการ PISA 2015 ได้แก่ 1) บริบทส่วนตัว (Personal Context) 2) บริบททางการทำงานอาชีพ (Occupational Context) 3) บริบททางสังคม (Societal Context) 4) บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context)

ในส่วนของการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นการประเมินการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ชีวิตจริงเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือโครงการ PISA โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ตั้งแต่ปี 2000 ได้จัดประเมินผลนักเรียนอย่างต่อเนื่องทุกๆ 3 ปี ซึ่ง OECD (2016, pp. 67-76) ได้ระบุของเขตการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในโครงการ PISA 2015 ว่ามีองค์ประกอบครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Processes) และความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Fundamental mathematical capabilities) โดยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ แสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (OECD, 2016, p. 68)

และความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การสื่อสาร (Communication) การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematisation) การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) การให้เหตุผลและการสร้างข้อโต้แย้ง (Reasoning and argument) การสร้างกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหา (Devising strategies) การใช้สัญลักษณ์ ภาษาที่เป็นทางการและภาษาเทคนิคและการดำเนินการ (Using symbolic, formal and technical language and operations) การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (Using mathematical tools) 2) ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Content) ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ได้แก่ ปริภูมิและรูปทรง ปริมาณ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ความไม่แน่นอนและข้อมูล และ 3) ด้านบริบท (Context) ในโลกชีวิตจริง ได้แก่ บริบทส่วนตัว การงานอาชีพ สังคม และวิทยาศาสตร์ กรอบการประเมินผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ดังกล่าว ช่วยให้บุคคลมีความรู้และเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในชีวิตจริงได้ โดยแบบทดสอบของโครงการประเมินผล PISA ไม่ได้เน้นวัดความรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นการนำคณิตศาสตร์ที่เคยได้เรียนเอามาใช้ในสถานการณ์ของชีวิตจริง นักเรียนต้องสามารถนำความรู้ มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในบริบทต่างๆ ที่หลากหลาย ทั้งที่เกิดใกล้ตัวหรือในสังคมภายนอก โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา (Patamavipat, 2014, pp. 35-36)

จากความสำเร็จ ความหมายและองค์ประกอบต่างๆของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ดังกล่าว สามารถสรุปประเด็นเกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิด ใช้และตีความคณิตศาสตร์ในบริบทสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีขอบเขตเนื้อหา 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and Shape) 2) ปริมาณ (Quantity) 3) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) และ 4) ความไม่แน่นอน (Uncertainty) เนื้อหาทั้ง 4 หัวข้อเชื่อมโยงกับบริบทสถานการณ์ในชีวิตจริงในด้านส่วนตัว การงานอาชีพ สังคม และวิทยาศาสตร์ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ประกอบด้วยกระบวนการ 3 ด้าน 1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักการ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และ 3) การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

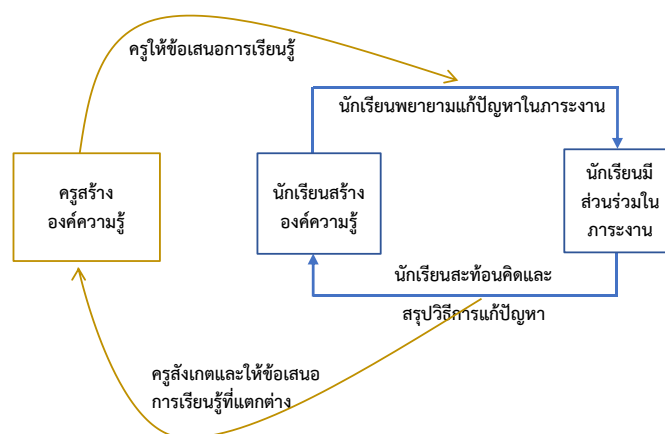
สมรรถนะของครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนนั้น ครูเป็นบุคคลสำคัญยิ่ง ต้องเป็นผู้ที่มีสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ สำหรับประเทศไทยนั้น สมรรถนะของครูด้านการจัดการเรียนรู้เป็นหนึ่งในสมรรถนะประจำสายงาน (Functional Competency) ตามคู่มือการประเมินสมรรถนะครู ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553) ในสมรรถนะที่ 1 การบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ (Curriculum and Learning Management) ซึ่งประกอบด้วย 1) ความสามารถในการสร้างและพัฒนาหลักสูตร 2) การออกแบบการเรียนรู้อย่างสอดคล้องและเป็นระบบ 3) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 4) การใช้และพัฒนาสื่อนวัตกรรมเทคโนโลยี และ 5) การวัดประเมินผลการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด ในส่วนของวิชาคณิตศาสตร์นั้น Makhanong (2015, pp. 7-10) ได้กล่าวถึงสมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ในหนังสือคณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยมว่า สมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้ ครูต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ใน 2 ประเด็น คือ ความรู้ในเนื้อหา (Subject matter knowledge) เป็นความรู้ในเนื้อหาหลักรวมถึงความรู้ในเนื้อหาเชิงลึกทางคณิตศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับการสอน (Pedagogical content knowledge) เป็นความรู้ในหลักสูตรและวิธีการสอนเนื้อหาให้เหมาะสมกับนักเรียน 2) ด้านทักษะการสอน ครูต้องใช้ความรู้ในเนื้อหาและความรู้เกี่ยวกับการสอนมาออกแบบและจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะและคุณลักษณะให้กับนักเรียนอย่างเหมาะสม และ 3) ด้านจิตลักษณะในการพัฒนานักเรียน ครูต้องมีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สำหรับในต่างประเทศมีการระบุสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ในด้านการสอนการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ อาทิ Bansilal et al. (2015, pp. 3-5) ได้กล่าวถึงการพัฒนาสมรรถนะครูในการสอนการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับสมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ของ Makhanong (2015) โดยได้ให้ความสำคัญกับองค์ความรู้ของครู ในความหมายเช่นเดียวกับ Mathematical knowledge for teaching (MKT) ซึ่งประกอบด้วย 1) เนื้อหาวิชาสำหรับการสอน (Subject matter for teaching) ได้แก่ความรู้ในเนื้อหาทั่วไป (Common content knowledge) และความรู้เฉพาะในเนื้อหา (Specialized content knowledge) และ 2) ความรู้ที่เกี่ยวกับวิธีการสอน (Pedagogical content knowledge) สมรรถนะของครูที่ต้องได้รับการพัฒนาก่อนการสอนการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านเนื้อหาความรู้ของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (ML content knowledge) ประกอบด้วย ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Basic skills topics) และการประยุกต์คณิตศาสตร์ (Application topics) ในบริบท
2. ด้านเนื้อหาความรู้ในวิธีการสอนการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (ML pedagogic content knowledge) ครูจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอน มีความสามารถในการออกแบบภาระงานที่มีความเหมาะสมและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้ความรู้บริบทที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนมากที่สุด ครูสามารถตัดสินใจเลือกบริบทที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ในชีวิตของนักเรียน ซึ่งกิจกรรมควรให้นักเรียนได้จัดการ ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ กิจกรรมอาจเป็นการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-orientated classroom) ช่วยนักเรียนในการพัฒนาทักษะการรับรู้และให้โอกาสสำหรับนักเรียนในการสื่อสารโดยใช้กฎ (The rules) ตัวบ่งชี้ (Signifiers) และ มโนภาพ (Visual mediators) ของบริบท นักเรียนมีส่วนร่วมเรียนรู้ในภาระงาน (Task) ที่กำหนดไว้ในบริบท นักเรียนจะต้องสามารถเข้าถึงความหมายและการตีความของภาษาตามที่แสดงในบริบท (Bansilal, 2014, pp. 1161-1170)
3. ด้านการสะท้อนคิดจากการปฏิบัติของครู (Reflective practice of teachers) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพ ในการปฏิบัติการสอนของครูนั้น จะเกิดวงจรการเรียนรู้ 2 วงจร ได้แก่ วงจรการเรียนรู้ของนักเรียน

โดยนักเรียนจะมีส่วนร่วมในการงาน สะท้อนคิดและสรุปวิธีการแก้ปัญหา สร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ส่วนวงจรการเรียนรู้ของครู เริ่มจากการที่ครูสังเกตกระบวนการที่นักเรียนเผชิญในการแก้ปัญหา สะท้อนคิด (Reflection) สร้างเป็นองค์ความรู้ของครูเพื่อนำกลับไปให้ข้อเสนอในการเรียนรู้กับนักเรียน แสดงวงจรการเรียนรู้ดังกล่าว ได้ดังภาพ 3



ภาพ 3 โมเดลการสอนและการเรียนรู้ของ Steinbring (1998) ที่นำมาปรับโดย Zaslavsky (as cited in Bansilal et al., 2015, p. 4)

เมื่อพิจารณาสมรรถนะของครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ พบว่า มีความสอดคล้องกับสมรรถนะของครูคณิตศาสตร์โดยทั่วไปที่มีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะการสอน และด้านคุณลักษณะ แต่สมรรถนะของครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จะมีการเพิ่มเติมรายละเอียดในส่วนของเนื้อหาเกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แทรกเข้าไปในองค์ประกอบหลักๆ ได้แก่ ด้านความรู้ (ความรู้ในเนื้อหาของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์และความรู้ในการสอนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์) ด้านทักษะการสอน (ความสามารถในการออกแบบและความสามารถในการจัดการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์) และด้านคุณลักษณะ (เป็นคุณลักษณะของครูในการพัฒนาการสอน)

องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

สมรรถนะของครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนอย่างมาก การที่จะทำให้เด็กมีความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์นั้น ครูควรได้รับการพัฒนาสมรรถนะในด้านนี้ก่อนการสอน ฉะนั้นเพื่อให้มีความชัดเจนในรายละเอียดของสมรรถนะและสะดวกต่อการนำไปพัฒนาสมรรถนะครู ผู้เขียนจึงได้แยกประเด็นในแต่ละด้านเพื่อกำหนดเป็นองค์ประกอบของสมรรถนะของครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้ในเนื้อหาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 2) ความรู้ในการสอนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 3) ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 4) ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และ 5) คุณลักษณะในการพัฒนาการสอน ซึ่งสัมพันธ์กับที่นักวิชาการต่างประเทศได้บรรยายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ อาทิ Nel (2012, pp. 144-148) ได้กล่าวถึง ครูที่สอนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต้องได้รับการพัฒนาสมรรถนะด้านความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เน้นการสร้างความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหาในบริบทชีวิตจริง เน้นการประยุกต์ใช้เนื้อหาและเชื่อมโยงการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์กับบริบท และในส่วนของกิจกรรมการสอนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ควรเน้นบริบทสถานการณ์จริง การประยุกต์คณิตศาสตร์และการสร้างแบบจำลอง การใช้คำถามปลายเปิดทำให้นักเรียนได้พัฒนาวิธีการคิดที่เปิดกว้างและ

หลากหลายมากขึ้น ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะมีลักษณะสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์และโลกความเป็นจริง และมีวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี (Kaiser & Willander, 2005, pp. 51-58) ซึ่งครูจะเป็นผู้กระตุ้นนักเรียน ให้เข้าใจสถานการณ์ของปัญหาด้วยการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การจัดหมวดหมู่ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ การแสดงแทนและการวิเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินงานสำรวจ คาดการณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และแก้ปัญหา (Venkat, 2010, pp. 58-66) ในการแก้ปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดค้น เลือกใช้ขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างวิธีการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้แลกเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน จะนำไปสู่การค้นพบการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ (Sumirattana et al., 2017, pp. 314-315; Densatan et al., 2015)

เมื่อพิจารณาความหมาย องค์ประกอบต่างๆของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์และสมรรถนะครูด้านการสอนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศ มาวิเคราะห์เนื้อหาและหาลักษณะร่วม เพื่อกำหนดเป็นคำอธิบายขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ 17 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ในเนื้อหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และบริบทสถานการณ์ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ตัวบ่งชี้ 1.1 ระบุเนื้อหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง

1.2 วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่สอดคล้องกับบริบทของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

องค์ประกอบที่ 2 ความรู้ในการสอนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ความรู้ ความเข้าใจในสถานการณ์โจทย์ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน ความรู้ในวิธีการสอนและการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมกับเนื้อหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ตัวบ่งชี้ 2.1 สร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงได้เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา

2.2 มีความรู้วิธีการสอน ที่เน้นผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาและมีการทำงานแบบมีส่วนร่วม

2.3 มีความรู้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ครอบคลุมกระบวนการทั้ง 3 ด้าน ได้แก่

- 1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักการ /กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และ
- 3) การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบที่ 3 ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ความสามารถในการออกแบบกิจกรรม โดยใช้ความรู้ในเนื้อหาและความรู้ในการสอนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมนักเรียนในการคิด ใช้และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆที่หลากหลาย

ตัวบ่งชี้ 3.1 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

3.2 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมนักเรียนในการคิด ใช้และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆที่หลากหลาย

3.3 ออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการแก้ปัญหาดด้วยตนเอง และส่งเสริมการทำงานร่วมกัน

3.4 ระบุสื่อและบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้

3.5 สร้างแบบทดสอบและเกณฑ์การประเมินการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

องค์ประกอบที่ 4 ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ความสามารถในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

- ตัวบ่งชี้ 4.1 จัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
- 4.2 จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมนักเรียนในการคิด ใช้และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆที่หลากหลาย
- 4.3 จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการแก้ปัญหาเอง และมีการทำงานร่วมกัน
- 4.4 ใช้สื่อและจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 4.5 ดำเนินการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

องค์ประกอบที่ 5 คุณลักษณะในการพัฒนาการสอน

คุณลักษณะของครูที่ส่งผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ได้แก่ แรงจูงใจในการสอนการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และความมุ่งมั่นในการพัฒนาการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ตัวบ่งชี้ 5.1 เห็นความสำคัญของการสอนการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

5.2 ความตั้งใจในการพัฒนาการสอนอย่างต่อเนื่องด้วยการใช้การสังเกตกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและสะท้อนผลการสอนร่วมกัน

จากนั้นผู้เขียนได้นำองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนในสาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและวัดผล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ชำนาญการ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสมซึ่งได้รับข้อเสนอแนะในการปรับตัวบ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้ 1) ปรับข้อความในตัวบ่งชี้ข้อ 1.1 ให้กระชับ ชัดเจน 2) ปรับข้อความตัวบ่งชี้ข้อ 2.1 ให้สอดคล้องกับองค์ประกอบที่ 2 ด้านความรู้ 3) ควรแยกประเด็นของตัวบ่งชี้ในองค์ประกอบที่ 3 ข้อ 3.3 ข้อ 3.5 เพื่อให้ง่ายต่อการกำหนดเกณฑ์ประเมินแต่ละตัวบ่งชี้ 4) ปรับองค์ประกอบที่ 4 ข้อ 4.3 ข้อ 4.5 ให้สอดคล้องกับที่แก้ไขในองค์ประกอบที่ 3 และ 5) ควรปรับตัวบ่งชี้ให้เป็นพฤติกรรมที่วัดได้ โดยพิจารณาข้อความใน 5.2 ซึ่งแสดงรายละเอียดตัวบ่งชี้ที่ผู้เขียนได้ปรับ/เพิ่มในแต่ละองค์ประกอบ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ตัวบ่งชี้ที่ได้ปรับ/เพิ่มในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

	ข้อเสนอแนะ	ตัวบ่งชี้ที่ปรับ/เพิ่ม
องค์ประกอบที่ 1	- ตัวบ่งชี้ 1.1 ไม่ระบุข้อความเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลาง	1.1 ระบุเนื้อหาคณิตศาสตร์ของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
องค์ประกอบที่ 2	- ตัวบ่งชี้ 2.1 ปรับคำว่าสร้างสถานการณ์เป็นวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อให้เหมาะสมกับองค์ประกอบด้านความรู้	2.1 วิเคราะห์สถานการณ์โจทย์ปัญหาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงได้เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา
องค์ประกอบที่ 3	- ตัวบ่งชี้ 3.3 แยกประเด็นระหว่างการแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกัน เพื่อให้ง่ายต่อการกำหนดเกณฑ์ประเมินแต่ละตัวบ่งชี้ (ปรับเป็นข้อ 3.3 และ 3.4)	3.3 ออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
	- ตัวบ่งชี้ 3.5 แยกประเด็นระหว่างการวัดและการประเมิน (ปรับเป็นข้อ 3.6 และ 3.7)	3.4 ออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน
		3.6 ออกแบบการวัดสมรรถนะด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน
		3.7 กำหนดเกณฑ์การประเมินผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนและเป็นที่ยอมรับได้

ข้อเสนอแนะ	ตัวบ่งชี้ที่ปรับปรุง/เพิ่ม
องค์ประกอบที่ 4	- ตัวบ่งชี้ 4.3 และ 4.5 ปรับให้สอดคล้องกับที่แก้ไขในองค์ประกอบที่ 3
องค์ประกอบที่ 5	- ตัวบ่งชี้ 5.1 และ 5.2 ปรับเป็นพฤติกรรมที่วัดได้ โดยแยกประเด็นข้อความของข้อ 5.2 (ปรับเป็นข้อ 5.1 5.2 และ 5.3)
	4.3 จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการแก้ปัญหาเอง
	4.4 จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน
	4.6 วัดสมรรถนะด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
	4.7 ประเมินผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนตามเกณฑ์ที่กำหนด
	5.1 วิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน
	5.2 สะท้อนคิดผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน
	5.3 นำผลการวิเคราะห์และสะท้อนคิดมาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

จากตาราง 1 ผู้เขียนได้ปรับข้อความและเพิ่มตัวบ่งชี้ในองค์ประกอบของสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ 22 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ในเนื้อหาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มี 2 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 2 ความรู้ในการสอนการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มี 3 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 3 ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มี 7 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 4 ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มี 7 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 5 คุณลักษณะในการพัฒนาการสอน มี 3 ตัวบ่งชี้

ซึ่งผู้เขียนได้ออกแบบแผนภาพ สมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังนี้



ภาพ 4 สมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

บทสรุป

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) เป็นสมรรถนะที่จำเป็นอย่างหนึ่งในการดำเนินชีวิตปัจจุบัน เป็นความสามารถในการคิด ใช้และตีความคณิตศาสตร์ในบริบทสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ดังนั้น ผู้เรียนในปัจจุบันควรได้รับการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา และการให้ความสำคัญต่อการพัฒนาครูคณิตศาสตร์ก่อนการสอนเพื่อให้ครูมีสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ดังกล่าวจึงเป็นประเด็นเร่งด่วนที่สำคัญ ซึ่งทั้ง 5 องค์ประกอบ และ 22 ตัวบ่งชี้ ของสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ได้เสนอไปนั้น มีความสอดคล้องกับสมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ที่ดี คือ ต้องเป็นผู้ที่มีทั้งความรู้ในเนื้อหา ความรู้ในวิธีสอนและพัฒนาการสอนอย่างต่อเนื่อง องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ดังกล่าวจะเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาและพัฒนาครูคณิตศาสตร์ เพื่อวางแนวทางในการพัฒนาหรือสร้างรูปแบบในการพัฒนาสมรรถนะครูทั้งก่อนเข้าประจำการและระหว่างประจำการให้เป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนในอนาคตต่อไป

References

- Bansilal, S. (2014). Exploring the notion of mathematical literacy teacher knowledge. *South African Journal of Higher Education*, 28(4), 1156-1172.
- Bansilal, S., Webb, L., & James, A. (2015). Teacher training for mathematical literacy: A case study taking the past into the future. *South African Journal of Education*, 35(1), 1-10.
- Boonmaton, R., Supap, W., Wiriyapong, R. (2018). The development of grade 11 students' mathematical literacy on probability using context-based learning. *Academic Services Journal, Prince of Songkla University*, 29(2), 51-61. [in Thai]
- De Lange, J. (2003). *Mathematics for literacy. Quantitative literacy: Why numeracy matters for schools and colleges*. Retrieved March 15, 2020, from https://www.maa.org/external_archive/QL/pgs75_89.pdf
- Densatan, A., Champachaisri, K., Kitkuekool, S. (2015). *Effective of learning management by 5E learning cycle model integrated with metacognition process to encourage mathematics literacy in ratios and percentages for mathayomsuksa 1 students*. In *The 3rd National Academic Conference* (pp. 125-135). Ubon Ratchathani: The Eastern University of Management and Technology. [in Thai]
- Kaiser, G., & Willander, T. (2005). Development of mathematical literacy: Results of an empirical study. *An International Journal of the IMA*, 24(2/3), 48-60.
- Makhanong, A. (2015). *Mathematics for high school teachers*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Nel, B. (2012). Transformation of teacher identity through a mathematical literacy re-skilling programme. *South African Journal of Education*, 32(2), 144-154.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. Retrieved May 26, 2021, from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- Ojose, B. (2011). Mathematics literacy: Are we able to put the mathematics we learn into everyday use?. *Journal of Mathematics Education*, 4(1), 89-100.

- Patamavipat, S. (2014, May). Assessment of mathematical literacy of PISA 2015. *IPST Magazine*, 42(188), 35-39. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2011). *PISA 2009 Assessment Framework*. Bangkok: Arun Publications. [in Thai]
- Sumirattana, S., Mekanong, A., & Thipkong, S. (2017). Using realistic mathematics education and the DAPIC problem-solving process to enhance secondary school students' mathematical literacy. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 38(3), 307-315. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2020). *PISA 2021 and Mathematical literacy assessment: Focus on PISA*. Retrieved May 10, 2021, from <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2020-53> [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2020). *PISA 2018: Global Competence*. Retrieved May 12, 2021, from <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-15/>. [in Thai]
- Tinprapha, T. (2014). Mathematical literacy: A necessary skill in the 21st century. *IPST Magazine*, 42(187), 23-26. [in Thai]
- Venkat, H. (2010). Exploring the nature and coherence of mathematical work in South African Mathematical literacy classrooms. *Research in Mathematics Education*, 12(1), 53-68.