



Development of Enrichment Curriculum to Enhance Competencies in Mathematical Reasoning Using Inductive and Deductive Teaching Methods Combined with Heuristic Approaches for Mathematics Education Students at Sri Ayutthaya Group of Rajabhat Universities

Nuttapong Wattanasiripong¹, Suwana Juithong² and Mesa Nuansri³

¹⁻³Division of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Thailand

¹E-mail: Nuttapong@vru.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1829-8055>

²E-mail: Suwana@vru.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-1391-5819>

³E-mail: Mesa@vru.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-2449-3604>

Received 23/06/2025

Revised 01/07/2025

Accepted 30/07/2025

Abstract

Background and Aims: Mathematical reasoning is a critical competency that pre-service mathematics teachers should systematically develop, particularly in the context of 21st-century education, which emphasizes analytical thinking and knowledge integration. This study aimed to 1) examine the foundational information and components of a supplementary curriculum designed to enhance mathematical reasoning competency through the integration of inductive and deductive teaching methods along with heuristic approaches, and 2) develop such a curriculum for pre-service mathematics teachers in the group of Rajabhat Universities in the Sri Ayutthaya Group.

Methodology: This research employed a Research and Development (R&D) approach consisting of three phases: (1) studying foundational information through focus group discussions with seven experts in mathematics, curriculum and instruction, and educational assessment, (2) designing a supplementary curriculum, including eight instructional plans, a user manual, competency assessment criteria, and test instruments, and (3) validating the quality of the tools using mean, standard deviation (S.D.), and the Index of Item-Objective Congruence (IOC).

Results: The developed curriculum comprised six essential components: rationale, objectives, content, instructional process, learning materials, and assessment. The competency framework included five dimensions: deductive reasoning, inductive reasoning, analyzing and constructing conclusions, mathematical problem-solving, and mathematical communication. The designed instructional process is aligned with logical reasoning development. The curriculum received the highest level of quality ratings from experts ($M = 4.79$, $SD = 0.41$). The eight instructional plans and user manual also received high ratings ($M = 4.89$ and $M = 4.86$, respectively). The competency assessment criteria were deemed appropriate, and the test items demonstrated high content





validity with IOC values ranging from 0.71 to 1.00, indicating significant alignment with learning objectives.

Conclusion: The findings indicate that the developed supplementary curriculum is appropriate for enhancing mathematical reasoning competency. The integration of inductive and deductive teaching methods with heuristic strategies effectively promotes analytical thinking among pre-service teachers, reflecting the curriculum's quality and effectiveness in systematically fostering reasoning skills.

Keywords: Supplementary Curriculum; Mathematical Reasoning Competency; Inductive Teaching; Deductive Teaching; Heuristic Approach



การพัฒนาหลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย
และนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ สำหรับนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา

ณัฐพงศ์ วัฒนศิริพงษ์¹, สุวรรณภา จุ้ยทอง² และเมษา นวลศรี³

¹⁻³สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

บทคัดย่อ

ภูมิหลังและวัตถุประสงค์: การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นสมรรถนะสำคัญที่นักศึกษาครูควรได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในบริบทการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและองค์ประกอบของหลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ และ 2) เพื่อพัฒนาหลักสูตรเสริมดังกล่าวสำหรับนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา

ระเบียบวิธีวิจัย: การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานผ่านการสนทนากลุ่มกับผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน 2) การออกแบบหลักสูตร แผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน คู่มือการใช้งาน เกณฑ์ประเมินสมรรถนะ และแบบทดสอบ และ 3) การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ผลการวิจัย:

พบว่าหลักสูตรเสริมมีองค์ประกอบครบถ้วนทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ หลักการและเหตุผล จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล องค์ประกอบสมรรถนะประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ การให้เหตุผลแบบนิรนัย อุปนัย การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุป การแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบมีความสอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงเหตุผล และผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.79, SD = 0.41$) แผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน และคู่มือการใช้งานได้รับการประเมินในระดับมากที่สุด ($M = 4.89$ และ $M = 4.86$ ตามลำดับ) เกณฑ์ประเมินสมรรถนะทั้ง 5 ด้านมีความเหมาะสม และข้อสอบมีค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่าง 0.71–1.00 แสดงถึงความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ

สรุปผล: ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรเสริมที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในการส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนที่เน้นการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน สะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของหลักสูตรในการเสริมสร้างความสามารถเชิงเหตุผลของนักศึกษาครูอย่างเป็นระบบ

คำสำคัญ: หลักสูตรเสริม; สมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์; วิธีการสอนแบบอุปนัย; วิธีการสอนแบบนิรนัย; แนวคิดฮิวริสติกส์

บทนำ

ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไทยรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. (2566) พบว่า คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ

กว่ามาตรฐานมาอย่างต่อเนื่อง สะท้อนถึงปัญหาที่มีนัยสำคัญในด้านคุณภาพการจัดการเรียนรู้ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเข้าใจแนวคิดเชิงนามธรรม การแก้ปัญหาเชิงซ้อน และการเชื่อมโยงองค์ความรู้สู่สถานการณ์ใหม่ในชีวิตจริง (OECD, 2018)

สถานการณ์ดังกล่าวส่งผลต่อเนื่องมายังระบบผลิตครู โดยเฉพาะในสถาบันที่มีภารกิจในการผลิตครูเพื่อรับใช้ท้องถิ่น เช่น มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา ซึ่งประกอบด้วย 5 สถาบันหลัก ได้แก่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จากข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 – 2566 พบว่า นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ในกลุ่มมหาวิทยาลัยดังกล่าวยังมีจุดอ่อนในการอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ การสื่อสารข้อสรุปจากหลักฐาน และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะด้านเหตุผลในชั้นเรียนระดับโรงเรียน

แม้ว่าจะมีการพัฒนาหลักสูตรครุศาสตร์และการอบรมทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์เสริมที่ออกแบบเฉพาะเพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวทางที่ผสมผสานการสอนแบบอุปนัย (Inductive Method) ซึ่งเน้นการสังเกต ทดลอง และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง (Hiebert et al., 1997) เข้ากับการสอนแบบนิรนัย (Deductive Method) ที่เน้นการใช้กฎหรือทฤษฎีเพื่อยืนยันข้อสรุป (Stylianides, 2007) ร่วมกับการใช้แนวคิดฮิวริสติกส์ (Heuristic Approach) ของ Polya (1957) ซึ่งส่งเสริมการคิดเชิงสร้างสรรค์ การตั้งสมมติฐาน และการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีคิด ซึ่งเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการพัฒนาความสามารถเชิงเหตุผลอย่างลึกซึ้งและยั่งยืน

จากการศึกษาวรรณกรรมเพิ่มเติม งานของ Lithner (2008) ได้เสนอกรอบการจำแนกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การให้เหตุผลแบบเลียนแบบ (Imitative Reasoning) และการให้เหตุผลแบบสร้างสรรค์ (Creative Reasoning) โดยพบว่าการออกแบบกิจกรรมที่ใช้แนวทางฮิวริสติกส์สามารถกระตุ้นให้นักศึกษาเปลี่ยนจากการคิดแบบจำเจไปสู่การคิดอย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ

จากช่องว่างดังกล่าว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ สำหรับนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา โดยดำเนินการตามแนวทางวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) และตรวจสอบคุณภาพหลักสูตรผ่านการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจากหลากหลายสาขา ทั้งนี้ เพื่อให้หลักสูตรเสริมดังกล่าวสามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาครูอย่างเป็นระบบ มีคุณภาพ และสอดคล้องกับความต้องการของการศึกษาไทยในยุคปัจจุบัน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐาน องค์ประกอบของหลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ สำหรับนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา

2. เพื่อพัฒนาหลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ สำหรับนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา

การทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยครั้งนี้อยู่บนฐานของแนวคิดเชิงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องใน 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) สมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2) วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย 3) แนวคิดฮิวริสติกส์ และ 4) แนวทางการพัฒนาหลักสูตรเสริมในระดับอุดมศึกษา รายละเอียดมี ดังนี้

1. สมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning Competency) เป็นความสามารถสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้งและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในระดับการศึกษาสำหรับครูคณิตศาสตร์ สมรรถนะนี้ยังมีความสำคัญ เพราะเป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบมากกว่าการให้คำตอบเพียงอย่างเดียว (Stylianides, 2007)

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD, 2018) ได้กำหนดให้การให้เหตุผลเป็นหนึ่งในสมรรถนะหลักในการประเมินความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั่วโลก โดยในรายงาน PISA ระบุว่าผู้เรียนที่มีความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถประเมิน วิเคราะห์ และตั้งข้อสมมติฐานต่อสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ดีกว่าผู้เรียนที่เรียนรู้จากการท่องจำเพียงอย่างเดียว ขณะที่ Stylianides (2007) ชี้ว่าการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนต้องมียุทธศาสตร์ที่หลากหลาย ทั้งด้านความรู้ (Knowledge), ทักษะ (Skill) และคุณลักษณะ (Attribute) ซึ่งเป็นพื้นฐานของโมเดล KSA ที่ใช้วัดสมรรถนะอย่างเป็นระบบในงานวิจัยฉบับนี้

2. วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย

การใช้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) คือการพัฒนาองค์ความรู้จากกรณีเฉพาะสู่นามธรรม ขณะที่การใช้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการนำความรู้ทั่วไปมาใช้กับกรณีเฉพาะ โดยทั้งสองวิธีถือเป็นกระบวนการหลักในการสร้างและพิสูจน์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Polya, 1957; Hiebert et al., 1997) Krulik และ Rudnick (1995) เสนอว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมายจำเป็นต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทั้งอุปนัยและนิรนัยในการสร้างข้อสรุป ฝึกทักษะการให้เหตุผล และเข้าใจโครงสร้างของความรู้ โดยเฉพาะในการเตรียมความพร้อมนักศึกษาครู ผู้ที่ต้องออกแบบบทเรียนให้ส่งเสริมทักษะทางเหตุผลของนักเรียนในอนาคต

3. แนวคิดฮิวริสติกส์ (Heuristic)

แนวคิดฮิวริสติกส์เป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้วิจารณญาณและความคิดสร้างสรรค์ โดยไม่ต้องพึ่งพาวิธีการแบบตายตัว Polya (1957) ได้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน และ 4) ตรวจสอบคำตอบ ซึ่งกลายเป็นแนวทางสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทั่วโลก

Lithner (2008) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงสร้างสรรค์ (Creative Reasoning) โดยการใช้แนวทางฮิวริสติกส์สามารถช่วยให้ผู้เรียนหลุดพ้นจากการใช้เหตุผลแบบเลียนแบบ (Imitative Reasoning) ซึ่งไม่ส่งเสริมความเข้าใจในเชิงลึกได้

4. แนวทางการพัฒนาหลักสูตรเสริมในระดับอุดมศึกษา

หลักสูตรเสริม (Supplementary Curriculum) เป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนาเจาะจงสมรรถนะเฉพาะด้าน เช่น สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการออกแบบหลักสูตรควรอยู่บนฐานของแนวคิดและทฤษฎีทางหลักสูตรที่เชื่อถือได้ เช่น แนวคิดของ Tyler (1949) และ Taba (1962) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างจุดมุ่งหมาย เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล

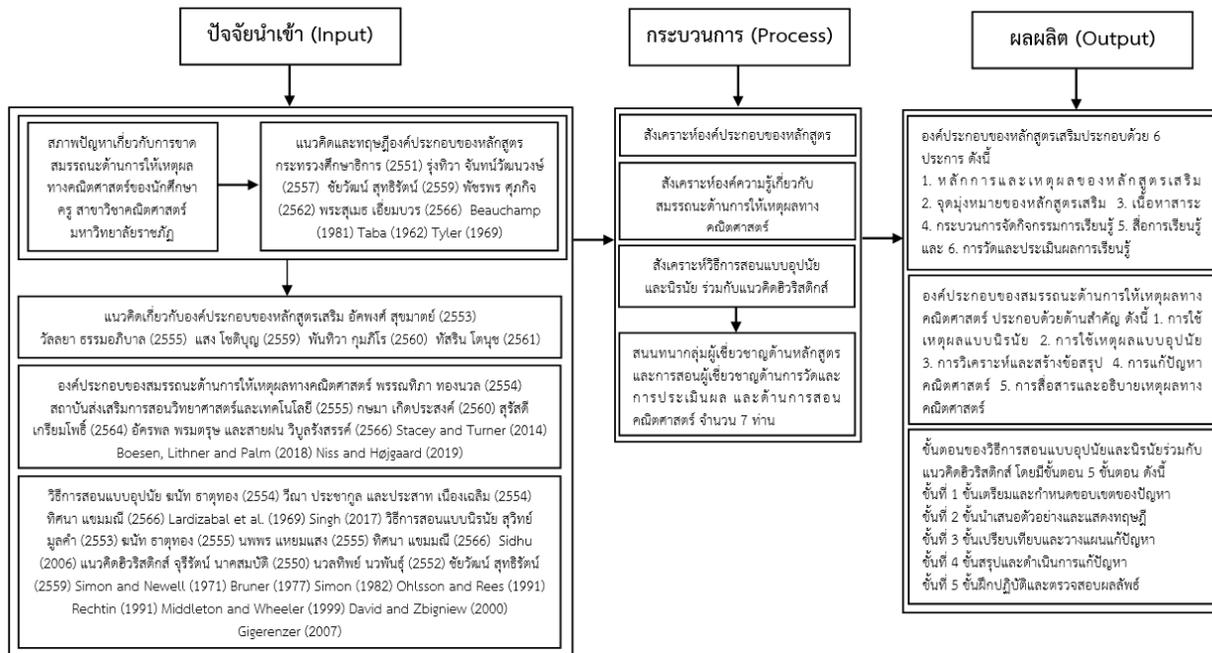
Tyler (1949) เสนอว่าหลักสูตรที่ดีควรตอบโจทย์ความจำเป็นของผู้เรียนและเป้าหมายของสังคม ขณะที่ Taba (1962) เสนอขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรแบบลำดับขั้น เริ่มจากการวิเคราะห์ความต้องการ ไปสู่การกำหนดจุดมุ่งหมาย การจัดโครงสร้างเนื้อหา การเลือกวิธีการสอน และการประเมินผลอย่างเป็นระบบ

กระบวนการพัฒนาหลักสูตรในงานนี้ยังสอดคล้องกับโมเดล R&D โดยมีการสร้างร่างหลักสูตรเบื้องต้นจากข้อมูลทบทวนวรรณกรรมและแนวคิดทฤษฎี ก่อนนำไปประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจากหลากหลายสาขา ได้แก่ คณิตศาสตร์ หลักสูตรและการสอน และการวัดและประเมินผล

กรอบแนวคิดการวิจัย

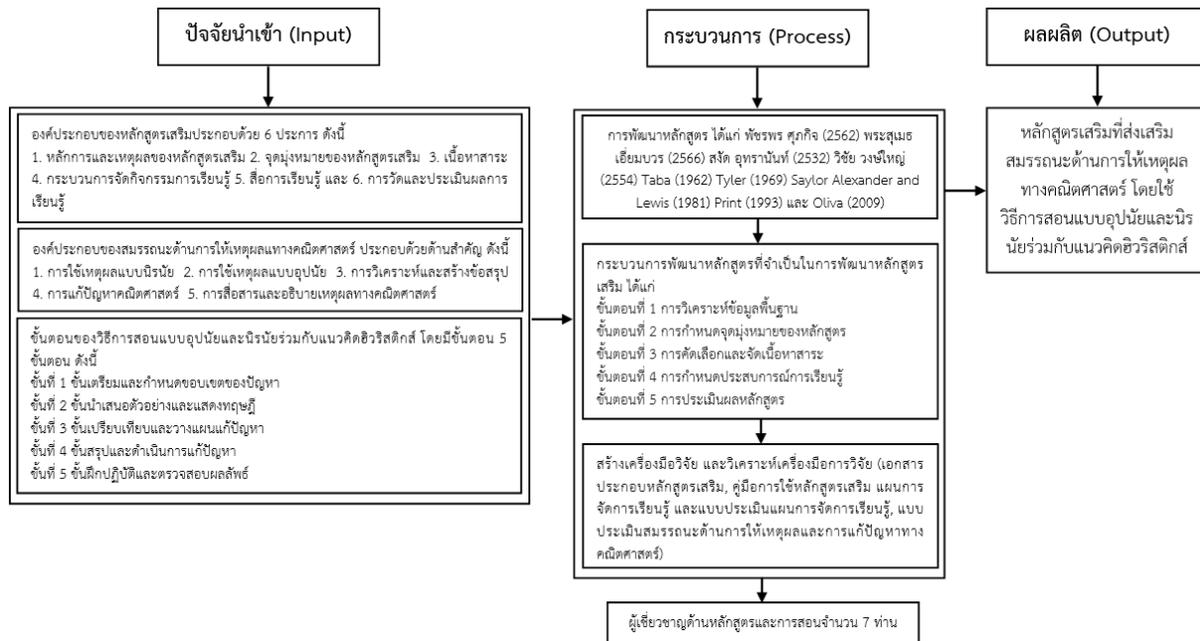
การพัฒนาหลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ สำหรับนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้กำหนดกรอบดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร ดังนี้

ระยะที่ 1 เพื่อศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐาน องค์ประกอบของหลักสูตรเสริม ทฤษฎีการเรียนรู้ ปรัชญา หลักการ วัตถุประสงค์ของหลักสูตรเสริม สมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย แนวคิดฮิวริสติกส์ แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของหลักสูตรเสริม ขั้นตอนวิธีการสอนแบบอุปนัย ขั้นตอนวิธีการสอนแบบนิรนัย และแนวคิดฮิวริสติกส์ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดจากนักวิชาการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้น ผู้วิจัยได้สรุปเป็นกรอบดำเนินการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 1 ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบดำเนินการเพื่อศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐาน องค์ประกอบของหลักสูตรเสริม ทฤษฎีการเรียนรู้ ปรัชญา หลักการ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร สมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์

ระยะที่ 2 การพัฒนาหลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ สำหรับนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา ผู้วิจัยดำเนินการการสังเคราะห์กระบวนการพัฒนาหลักสูตร/รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ได้ข้อสรุปว่า กระบวนการพัฒนาหลักสูตรที่จำเป็นในการพัฒนาหลักสูตรเสริม ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ขั้นตอนที่ 3 การคัดเลือกและจัดเนื้อหาสาระ ขั้นตอนที่ 4 การกำหนดประสบการณ์การเรียนรู้ และ ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลหลักสูตร ดังนั้น ผู้วิจัยได้สรุปเป็นกรอบดำเนินการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 2 ดังนี้



ภาพที่ 2 กรอบดำเนินการเพื่อการพัฒนาหลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ สำหรับนักศึกษาคณะ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ สำหรับนักศึกษาคณะ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและการวิเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตร

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อออกแบบหลักสูตรเสริม โดยใช้วิธี การสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) กับผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 ท่าน แบ่งตามสาขาความเชี่ยวชาญ ได้แก่ 1) ด้านคณิตศาสตร์ 2) ด้านหลักสูตรและการสอน และ 3) ด้านการวัดและประเมินผล

การสนทนาเป็นไปตามแนวคำถามที่ครอบคลุมเรื่องโครงสร้างหลักสูตร องค์ประกอบของหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดอุปนัย นิรนัย และฮิวริสติกส์ ในการสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้

2. การพัฒนาหลักสูตรเสริม

หลังจากได้ข้อมูลพื้นฐานและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้พัฒนาหลักสูตรเสริมที่มีโครงสร้างประกอบด้วย

- 1) หลักการและเหตุผลของหลักสูตรเสริม
- 2) จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเสริม

- 3) เนื้อหาสาระ
- 4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 5) สื่อการเรียนรู้
- 6) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

หลักสูตรประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 แผน ซึ่งแต่ละแผนการเรียนรู้เน้นการเสริมสร้างสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่

- 1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย
- 2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย
- 3) การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุป
- 4) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 5) การสื่อสารและอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์

โดยทุกสมรรถนะถูกพัฒนาภายใต้กรอบแนวคิด KSA (Knowledge, Skills, Attributes) อย่างชัดเจน ขั้นตอนของวิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมและกำหนดขอบเขตของปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอตัวอย่างและเสนอทฤษฎี
- ขั้นที่ 3 ขั้นเปรียบเทียบและวางแผนแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและดำเนินการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติและตรวจสอบผลลัพธ์

3. การตรวจสอบคุณภาพหลักสูตรเสริม

หลังการพัฒนาหลักสูตร ผู้วิจัยจัดทำเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่

- 1) แบบประเมินคุณภาพหลักสูตร
- 2) แบบประเมินคุณภาพเล่มคู่มือการใช้หลักสูตร
- 3) แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) แบบประเมินคุณภาพแบบทดสอบวัดสมรรถนะ

โดยดำเนินการส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิใน 3 ด้านเดิมจำนวน 7 ท่านประเมินคุณภาพ และใช้ ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ยังประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นสำคัญตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานและการวิเคราะห์องค์ประกอบ

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและการสนทนากลุ่ม (Focus Group) กับผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 ท่าน ครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการสอน และด้านการวัดและประเมินผล ประกอบกับการวิเคราะห์เอกสารทางวิชาการ พบว่า หลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญดังต่อไปนี้

- 1) องค์ประกอบของหลักสูตรเสริม ประกอบด้วย 6 ประการ ดังนี้
 - 1.1) หลักการและเหตุผลของหลักสูตรเสริม
 - 1.2) จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเสริม
 - 1.3) เนื้อหาสาระ
 - 1.4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.5) สื่อการเรียนรู้
 - 1.6) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- 2) สมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นเป้าหมายหลัก ได้แก่
 - 2.1) การใช้เหตุผลแบบนิรนัย
 - 2.2) การใช้เหตุผลแบบอุปนัย
 - 2.3) การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุป
 - 2.4) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.5) การสื่อสารและอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 3) ขั้นตอนของวิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมและกำหนดขอบเขตของปัญหา
 - ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอตัวอย่างและเสนอทฤษฎี
 - ขั้นที่ 3 ขั้นเปรียบเทียบและวางแผนแก้ปัญหา
 - ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและดำเนินการแก้ปัญหา
 - ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติและตรวจสอบผลลัพธ์

4) องค์ประกอบ KSA (Knowledge, Skill, Attribute) ได้รับการออกแบบให้แต่ละสมรรถนะมี เครื่องมือการประเมินครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ

5) แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 8 แผนการเรียนรู้ ครอบคลุมกิจกรรมที่สอดคล้องกับสมรรถนะเป้าหมาย โดยมีการบูรณาการเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน การให้เหตุผล การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อสรุป และการสื่อสารเชิงเหตุผล

6) เอกสารประกอบการสอน และ คู่มือการใช้หลักสูตร ถูกจัดทำในรูปแบบที่อำนวยความสะดวกต่อ ผู้สอนและผู้เรียน

2. ประสิทธิภาพของหลักสูตรเสริม (ด้านคุณภาพ)

เมื่อส่งหลักสูตรเสริมฉบับสมบูรณ์ พร้อมแผนการจัดการเรียนรู้ เอกสารประกอบการสอน และเครื่องมือ ประเมินทั้งหมด ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพ พบว่า

1) ผลการประเมินคุณภาพของเล่มหลักสูตรเสริม

จากการประเมินเล่มหลักสูตรโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 ท่าน พบว่าภาพรวมของคุณภาพหลักสูตรอยู่ใน ระดับมากที่สุด ($M = 4.79, SD = 0.41$) รายละเอียดในแต่ละด้านมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.71–4.89 โดยมีด้านที่ได้รับคะแนนสูงที่สุด ได้แก่ ความเหมาะสมของหลักสูตร ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.89, SD = 0.32$) รองลงมาได้แก่ หลักการและเหตุผล ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.86, SD = 0.38$) และด้านที่ได้รับ คะแนนน้อยที่สุด ได้แก่ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเสริม สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งอยู่

ในระดับมากที่สุด ($M = 4.71$, $SD = 0.46$) สะท้อนถึงความชัดเจนในการออกแบบและความเป็นไปได้ในการจัดการเรียนการสอน

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของเล่มหลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย ร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ สำหรับนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา

รายการ	ผลการประเมิน		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับ
1. หลักการและเหตุผลของหลักสูตรเสริม	4.86	0.38	มากที่สุด
2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเสริม	4.71	0.46	มากที่สุด
3. เนื้อหาสาระ	4.81	0.40	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.81	0.40	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนรู้	4.71	0.46	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.71	0.46	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของหลักสูตร	4.89	0.32	มากที่สุด
8. ความเป็นไปได้ในการจัดการเรียนการสอน	4.75	0.44	มากที่สุด
รวม	4.79	0.41	มากที่สุด

2) ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน พบว่าภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.89$, $SD = 0.31$) โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับคะแนนสูงสุด คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.91$, $SD = 0.29$) รองลงมาได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.90$, $SD = 0.30$) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับคะแนนน้อยที่สุด ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.87$, $SD = 0.34$) แสดงให้เห็นถึงความครอบคลุมของเนื้อหาและกิจกรรมที่สอดคล้องกับสมรรถนะเป้าหมาย

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้หลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย ร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ สำหรับนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา

รายการ	ผลการประเมิน		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.87	0.34	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.91	0.29	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.90	0.30	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.89	0.31	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	4.88	0.33	มากที่สุด

รายการ	ผลการประเมิน		
	M	SD	ระดับ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	4.89	0.31	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	4.89	0.31	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	4.90	0.30	มากที่สุด
รวม	4.89	0.31	มากที่สุด

3) ผลการประเมินคุณภาพของเล่มคู่มือการใช้หลักสูตร

เล่มคู่มือหลักสูตรได้รับการประเมินคุณภาพในระดับมากที่สุด ($M = 4.86, SD = 0.35$) โดยด้านที่มีคะแนนสูงสุด คือ ระบบการวัดและประเมินผล ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 5.00, SD = 0.00$) รองลงมาได้แก่ ความเหมาะสมของเนื้อหา ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.95, SD = 0.22$) และด้านที่ได้รับคะแนนน้อยที่สุดได้แก่ ความชัดเจนของหลักการและเหตุผล และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.76, SD = 0.44$) สะท้อนถึงความน่าเชื่อถือของระบบการประเมินและความชัดเจนในการกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพของเล่มคู่มือการใช้หลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับแนวคิดฮิวริสติกส์ สำหรับนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา

รายการ	ผลการประเมิน		
	M	SD	ระดับ
1. ความชัดเจนของหลักการและเหตุผล	4.76	0.44	มากที่สุด
2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเสริม	4.79	0.43	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ	4.95	0.22	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.76	0.44	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้	4.86	0.36	มากที่สุด
6. ระบบการวัดและประเมินผล	5.00	0.00	มากที่สุด
7. รูปเล่มและการใช้งาน	4.86	0.36	มากที่สุด
รวม	4.86	0.35	มากที่สุด

4) ผลการประเมินคุณภาพของเกณฑ์การประเมินสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผลการประเมินรายด้านของสมรรถนะ 5 ด้าน ได้แก่ การใช้เหตุผลแบบนิรนัย การใช้เหตุผลแบบอุปนัย การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุป การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และการสื่อสารและอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่าภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.66, SD = 0.54$) โดยด้านที่มีคะแนนสูงสุด คือ การใช้เหตุผลแบบอุปนัย การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุป และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.71, SD = 0.47$) รองลงมาได้แก่ การสื่อสารและอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.64,$

$SD = 0.63$) และด้านที่ได้รับความนิยมน้อยที่สุด ได้แก่ การใช้เหตุผลแบบนิรนัย ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.50$, $SD = 0.52$) ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการออกแบบกิจกรรมในหลักสูตรที่เน้นทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และสังเคราะห์

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพของความหมายและเกณฑ์การประเมินสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์รายด้าน

รายการ	ผลการประเมิน		
	M	SD	ระดับ
1. การใช้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning)	4.50	0.52	มากที่สุด
2. การใช้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning)	4.71	0.47	มากที่สุด
3. การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุป (Analyzing & Constructing Conclusions)	4.71	0.61	มากที่สุด
4. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem Solving)	4.71	0.47	มากที่สุด
5. การสื่อสารและอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Communication)	4.64	0.63	มากที่สุด
รวม	4.66	0.54	มากที่สุด

5) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการประเมินค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน พบว่าข้อสอบทั้ง 10 ข้อ มีระดับความสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์ผ่านทุกข้อ โดยค่าดัชนี IOC อยู่ระหว่าง 0.71 ถึง 1.00 สะท้อนถึงความครอบคลุมและสอดคล้องของเครื่องมือวัดกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ของหลักสูตร

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อสอบ	ผลการประเมิน		
	รวม	IOC	แปลผล
ข้อที่ 1	7	1.00	ผ่าน
ข้อที่ 2	7	1.00	ผ่าน
ข้อที่ 3	7	1.00	ผ่าน
ข้อที่ 4	7	1.00	ผ่าน
ข้อที่ 5	7	1.00	ผ่าน
ข้อที่ 6	7	1.00	ผ่าน
ข้อที่ 7	5	0.71	ผ่าน
ข้อที่ 8	7	1.00	ผ่าน
ข้อที่ 9	6	0.86	ผ่าน

ข้อสอบ	ผลการประเมิน		
	รวม	IOC	แปรผล
ข้อที่ 10	7	1.00	ผ่าน

6) ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ สะท้อนว่า หลักสูตรสามารถประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความเป็นไปได้ในการขยายผล

อภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรเสริมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย นิรนัย และแนวคิดฮิวริสติกส์ มีองค์ประกอบชัดเจน ครอบคลุมทั้งในด้านหลักการ จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กระบวนการเรียนรู้ สื่อ และการประเมิน ซึ่งได้รับการประเมินในระดับสูงจากผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน ผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรแบบมีส่วนร่วม (Taba, 1962) ที่เน้นการบูรณาการความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้อง และแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะ (Mulder, 2014) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะเชิงลึกที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในสถานการณ์ต่าง ๆ

การบูรณาการแนวทางการสอนทั้งสามแบบถือเป็นจุดแข็งของหลักสูตรนี้ โดยวิธีการอุปนัยช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์ตรง มีส่วนร่วมในการค้นพบแนวคิดด้วยตนเอง ขณะที่วิธีการนิรนัยช่วยให้ผู้เรียนฝึกใช้หลักการหรือทฤษฎีมาสรุปผลอย่างมีระบบ ส่วนแนวคิดฮิวริสติกส์ของ Polya (1957) ส่งเสริมการตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน และการประเมินกระบวนการคิดของตนเอง แนวทางการสอนที่หลากหลายนี้จึงเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทั้งในระดับพื้นฐานและระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Lai & Murray (2012) และ OECD (2018) ที่ชี้ให้เห็นว่า การให้เหตุผลเชิงตรรกะเป็นทักษะสำคัญของพลเมืองในยุคโลกาภิวัตน์

อย่างไรก็ตาม แนวทางการสอนแบบบูรณาการทั้งสามแนวทาง ยังมีข้อจำกัดบางประการในบริบทของนักศึกษาครู เช่น การเรียนรู้แบบอุปนัยและฮิวริสติกส์อาจใช้เวลานาน และผู้เรียนบางรายที่พื้นฐานอ่อนอาจรู้สึกสับสนหากไม่ได้รับการแนะนำอย่างเหมาะสม วิธีการนิรนัยแม้จะช่วยพัฒนาความเข้าใจอย่างมีระบบ แต่หากใช้มากเกินไปอาจลดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน และการบูรณาการทั้งสามแนวทางในกิจกรรมเดียวกันต้องอาศัยทักษะของผู้สอนสูง และต้องมีการฝึกอบรมหรือสร้างความเข้าใจลึกซึ้งให้กับผู้สอนอย่างรอบด้าน

นอกจากนี้ แม้หลักสูตรจะระบุสมรรถนะย่อยไว้ครบถ้วนทั้ง 5 ด้าน การใช้เหตุผลแบบนิรนัย การใช้เหตุผลแบบอุปนัย การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุป การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารและอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงกับองค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge), ทักษะ (Skill) และคุณลักษณะ (Attribute) ได้อย่างเหมาะสม แต่ยังมีข้อจำกัดด้านความยืดหยุ่นของกิจกรรม ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับลักษณะผู้เรียนที่หลากหลาย เช่น ความแตกต่างรายบุคคลในด้านความสามารถ หรือสภาพแวดล้อมของสถานศึกษาที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร

ทั้งนี้ การออกแบบการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่มีการใช้ปัญหาเชิงบริบท การอภิปรายกลุ่ม (Collaborative Reasoning) และการประเมินสมรรถนะแบบองค์รวม ได้รับการยอมรับว่าสามารถส่งเสริมการคิดเชิงเหตุผลและทักษะการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Gruman & Roesler (2020), Larmer (2021) และ

Binkley et al. (2012) อย่างไรก็ตาม ยังจำเป็นต้องมีการทดลองใช้หลักสูตรในบริบทสถานศึกษาอื่น เช่น โรงเรียนฝึกสอน หรือมหาวิทยาลัยอื่น เพื่อประเมินความเหมาะสมและปรับปรุงให้สามารถใช้งานได้ในวงกว้างยิ่งขึ้น

โดยสรุป ผลการวิจัยครั้งนี้สะท้อนว่า การออกแบบหลักสูตรที่ผสมผสานแนวคิดอุปนัย นิรนัย และฮิวริสติกส์สามารถเสริมสร้างสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิผล อย่างไรก็ตาม การนำไปใช้ในบริบทจริงควรพิจารณาปรับให้เหมาะสมกับความหลากหลายของผู้เรียน และบริบทของสถานศึกษา เพื่อให้เกิดผลกระทบทางการเรียนรู้อย่างแท้จริงและยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 มหาวิทยาลัยราชภัฏทั่วประเทศ ควรพิจารณานำหลักสูตรเสริมนี้ไปปรับใช้ในการเตรียมความพร้อมนักศึกษาครูสาขาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างรอบด้าน และส่งเสริมการคิดเชิงระบบในสถานการณ์จริง

1.2 ผู้สอนในรายวิชาหลัก เช่น ตรรกศาสตร์ การพิสูจน์ และการแก้ปัญหา ควรบูรณาการแนวทางการสอนแบบอุปนัย นิรนัย และฮิวริสติกส์เข้าสู่การจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงตรรกะของนักศึกษาครูอย่างเป็นระบบ

1.3 ควรจัดทำคู่มือฝึกอบรม (Training Manual) สำหรับคณาจารย์ด้านคณิตศาสตร์และการสอนคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายแนวทางการใช้หลักสูตรเสริมอย่างเป็นลำดับขั้น พร้อมตัวอย่างการจัดกิจกรรม แบบฝึกและเกณฑ์ประเมินสมรรถนะ เพื่อสร้างความเข้าใจในระดับเชิงปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 เสนอให้จัดตั้ง “เครือข่ายวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ราชภัฏ” ระหว่างมหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา และขยายไปยังเครือข่ายราชภัฏทั่วประเทศ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการพัฒนาหลักสูตรเสริม การใช้เกณฑ์ประเมิน และการออกแบบกิจกรรมร่วมกัน อันจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาหลักสูตรในระดับภูมิภาคอย่างยั่งยืน

1.5 เสนอเชิงนโยบาย ให้แต่ละมหาวิทยาลัยพิจารณาบรรจุหลักสูตรเสริมนี้ไว้เป็นหนึ่งในแผนการเตรียมความพร้อมนักศึกษาครูก่อนออกฝึกสอน โดยเฉพาะสำหรับนักศึกษาที่มีศักยภาพสูงหรืออยู่ในโครงการพัฒนาเฉพาะทาง เช่น โครงการผลิตครูเพื่อพัฒนาท้องถิ่น หรือครูคลังสมอง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาครูที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยหลักสูตรเสริมนี้ในระยะยาว โดยเฉพาะเมื่อเข้าสู่การฝึกประสบการณ์สอนจริงในโรงเรียน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรต่อการถ่ายทอดทักษะให้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

2.2 ควรพัฒนาหลักสูตรเสริมในรูปแบบดิจิทัล (Digital Supplementary Curriculum) ทั้งในลักษณะของ e-Learning หรือโมดูลออนไลน์ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและเปิดโอกาสให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองในบริบทที่หลากหลาย

2.3 ควรขยายแนวทางการพัฒนาหลักสูตรเสริมให้เชื่อมโยงกับสมรรถนะอื่น ๆ เช่น การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการใช้เทคโนโลยี เพื่อสร้างหลักสูตรที่ครอบคลุมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในมิติต่าง ๆ อย่างสมดุล

2.4 ควรศึกษาผลกระทบของการใช้หลักสูตรเสริมนี้ในนักศึกษาที่มีพื้นฐานแตกต่างกัน เพื่อปรับแนวทางการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความแตกต่างรายบุคคล และลดความเหลื่อมล้ำทางการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2566). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้*
ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2565.

Binkley, M., Erstad, O., Herman, M., Raizen, S., Ripley, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). Springer.

Gruman, J., & Roesler, J. (2020). *Curriculum design for the 21st century: A guide for educators*. Routledge.

Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K. C., Wearne, D., Murray, H., ... & Human, P. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*. Heinemann.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1995). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers* (2nd ed.). Allyn and Bacon.

Lai, M. Y., & Murray, S. (2012). Teaching with procedural variation: A Chinese way of promoting deep understanding of mathematics. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 1, 1–25.

Larmer, J. (2021). *Project-based learning: How to create rigorous and engaging learning experiences*. ASCD.

Lithner, J. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 67(3), 255–276. <https://doi.org/10.1007/s10649-007-9104-2>

Mulder, M. (2014). Conceptions of professional competence. In S. Billett, C. Harteis, & H. Gruber (Eds.), *International handbook of research in professional and practice-based learning* (pp. 107–137). Springer.

OECD. (2018). *PISA 2018 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science and financial literacy*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264305274-en>

OECD. (2021). *The OECD learning compass 2030: A framework for thinking about education*. OECD Publishing.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *PISA 2018 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science and financial literacy*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>

Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton University Press.



Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.

<https://doi.org/10.1016/C2009-0-22239-1>

Stylianides, A. J. (2007). Proof and proving in school mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(3), 289–321.

Stylianides, A. J. (2007). Reasoning-and-proving in school mathematics textbooks. *Mathematical Thinking and Learning*, 9(4), 233–258. <https://doi.org/10.1080/10986060701533150>

Taba, H. (1962). *Curriculum development: Theory and practice*. Harcourt Brace & World.

Tyler, R. W. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. University of Chicago Press.

