

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Development of an Online Mathematics Lesson on Sets for Grade 10 Students at the Demonstration School of Uttaradit Rajabhat University

จิรพงศ์ ทองดี* และ เจนจิรา แสงอุทัย

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

*corresponding author e-mail: mark.jiraphong45@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยการพัฒนาบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต และ 3) ความพึงพอใจที่นักเรียนมีต่อวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมืองอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ ในปีการศึกษา 2567 ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง เซต เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ค่าประสิทธิภาพ และการทดสอบค่าที

คำสำคัญ : บทเรียนออนไลน์, เซต, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Abstract

Abstract

The objectives of this research were to: 1) develop an online mathematics lesson on sets for Grade 10 students; 2) compare students' learning achievement before and after using the online mathematics lesson; and 3) examine students' satisfaction toward the learning management method using the online mathematics lesson. The target group, selected through purposive sampling, consisted of 16 Grade 10 students at the Demonstration School of Uttaradit Rajabhat University, Mueang Uttaradit District, Uttaradit Province, during the 2024 academic year. The research instruments included lesson plans on sets for Grade 10 students, a mathematics learning achievement test, and a satisfaction questionnaire regarding the online lesson management. Data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, efficiency values (E_1/E_2), and t-test.

Keywords: Online Lesson, Sets, Mathematics Learning Achievement

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากช่วยส่งเสริมความคิดเชิงตรรกะ ความคิดอย่างเป็นระบบ และการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการวิเคราะห์ วางแผน และตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสนับสนุนทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ตลอดจนสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งเป็นรากฐานของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ดังกล่าว การจัดการเรียนการสอนจึงต้องมุ่งพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิดของผู้เรียน โดยเฉพาะเนื้อหาพื้นฐานที่เป็นรากฐานของการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น วิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 บทที่ 1 เรื่อง “เซต” เป็นหนึ่งในเนื้อหาสำคัญที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ สมาชิกของเซต การเขียนแทนเซต และการดำเนินการของเซต ได้แก่ ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน คอมพลีเมนต์ และผลต่าง ซึ่งแนวคิดเหล่านี้ล้วนเป็นพื้นฐานของการเรียนคณิตศาสตร์ในบทต่อไป

เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของเซตได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงนิยมใช้แผนภาพเวนน์เป็นสื่อในการอธิบาย โดยแผนภาพเวนน์สามารถแสดงลักษณะความสัมพันธ์ของเซตได้ 4 รูปแบบ ได้แก่ เซตไม่ร่วมกัน เซตร่วมกันบางส่วน เซตหนึ่งเป็นส่วนของอีกเซตหนึ่ง และเซตเท่ากัน อย่างไรก็ตาม จากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่านักเรียนจำนวนมากยังไม่สามารถเขียนและตีความแผนภาพเวนน์ได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้เกิดความสับสนในเนื้อหาเรื่องเซต และนำไปสู่ทัศนคติที่ไม่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากปัญหาดังกล่าว การจัดการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องมีแนวทางและสื่อการสอนที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในบริบทของการศึกษายุคปัจจุบัน เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ โดยเฉพาะการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตและทรัพยากรบนเวปไซด์เว็บ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ลดข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ และเอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

บทเรียนออนไลน์จึงเป็นรูปแบบสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยสามารถใช้ได้ทั้งในลักษณะสื่อเสริม สื่อเติม และสื่อหลัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริบทของสถานศึกษาและลักษณะของเนื้อหา บทเรียนออนไลน์มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้ ศึกษาเพิ่มเติม และพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมความเท่าเทียมทางการศึกษาและสนับสนุนแนวคิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (ชนิษฐา สวรรค์พรม, 2558)

ดังนั้น จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ปัญหาการเรียนรู้อเรื่องเซต และศักยภาพของบทเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “เซต” เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับเซตได้ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถเขียนและตีความแผนภาพเวนน์ได้อย่างถูกต้อง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาที่สูงขึ้นต่อไป รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต
3. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจที่นักเรียนมีต่อวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมืองอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ ปีการศึกษา 2567 จำนวน 16 คน (เพศชาย 5 คน เพศหญิง 11 คน) ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเลือกจากห้องเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง (GPA 2.50 – 3.00) และเลือกนักเรียนที่ไม่เคยเรียนเรื่องเซตมาก่อน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ หนังสือเรียน สารจำนวนและพีชคณิต เรื่อง เซต โดยใช้บทเรียนออนไลน์ ให้มีประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์ E_1 / E_2 จำนวน 11 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซต ดังนี้
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 2 เรื่อง แผนภาพเวนน์
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 - 4 เรื่อง อินเตอร์เซกชัน
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 - 6 เรื่อง ยูเนียน
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 - 8 เรื่อง คอมพลีเมนต์
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 - 10 เรื่อง ผลต่างระหว่างเซต
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง สมบัติของการดำเนินการของเซต
2. แบบทดสอบการวัดความรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เพื่อวัดความรู้เป็นแบบทดสอบปรนัย 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
3. แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทบาท หน้าที่ และความสำคัญของการเข้าร่วมกิจกรรมให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
2. สัปดาห์ที่ 1 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดความรู้แบบปรนัย และจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2
3. สัปดาห์ที่ 2-5 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-10 โดยใช้บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น
4. สัปดาห์ที่ 6 จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 จากนั้นดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน และให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจ
5. นำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบและแบบประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต โดยใช้บทเรียนออนไลน์ โดยใช้สูตรคำนวณค่าประสิทธิภาพของนวัตกรรม E_1/E_2
2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต โดยใช้บทเรียนออนไลน์
3. วิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์ Rating scale 5 ระดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการประเมินคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้อยู่ในรูปแบบออนไลน์ผ่านแพลตฟอร์ม Google Site และสื่อเสริมอื่น ๆ เช่น Google Forms, แบบฝึกหัดและกิจกรรมเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาและพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน



ภาพที่ 1 แสดงภาพหน้าหลักของบทเรียนที่ออกแบบผ่าน Google Site โดยมีแนะนำครูผู้สอน คำอธิบายรายวิชา มาตรฐาน และจุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อบทเรียน และแนะนำบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเห็นภาพรวมของบทเรียนได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 2 แสดงหน้าหลักของหัวข้อภายในบทเรียนออนไลน์ ซึ่งได้รับการออกแบบให้มีโครงสร้างที่ชัดเจนและเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างสะดวก



ภาพที่ 3 แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างภายในของบทเรียนออนไลน์ในระดับหัตถ์ข้อย่อย ซึ่งเป็นส่วนที่รวบรวม เนื้อหา ใบงาน และช่องทางสำหรับการส่งงานของนักเรียน ที่ใช้ในการเรียนรู้เรื่อง “เซต” โดยมีการจัดระบบเนื้อหาให้ชัดเจนเป็นขั้นตอน และรองรับการเรียนรู้ทั้งแบบรายบุคคล

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมินด้าน	$\bar{x}$	$S.D.$	ระดับคุณภาพ
1. ด้านมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5.00	0	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	4.51	0.533	มากที่สุด
3. ด้านเนื้อหา	4.40	0.56	มาก
4. ด้านการจัดการเรียนรู้	4.40	0.56	มาก
5. ด้านสื่อการเรียนรู้	4.49	0.60	มาก
6. ด้านการวัดและประเมินผล	4.19	0.98	มาก
รวมเฉลี่ย	4.49	0.54	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.49$, $S.D. = 0.54$) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{x} = 5.00$, $S.D. = 0$) กับด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.51$, $S.D. = 0.533$) อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านสื่อการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.49$, $S.D. = 0.60$) ด้านเนื้อหา ($\bar{x} = 4.40$, $S.D. = 0.56$) ด้านการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.40$, $S.D. = 0.56$) ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ ด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{x} = 4.19$, $S.D. = 0.98$) แต่ยังคงอยู่ในระดับมาก แสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ในทุกด้าน

2. ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำไปหาประสิทธิภาพแบบภาคสนามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จำนวน 16 คน หาประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

การทดสอบ	E_1	E_2
ประสิทธิภาพ	86.68	89.22
แปลผล	สูงกว่าเกณฑ์	สูงกว่าเกณฑ์

จากตารางที่ 2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบภาคสนามจำนวน 16 คน ได้ E_1 / E_2 เท่ากับ 86.68/89.22 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รูปแบบการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
		$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>		
บทเรียนออนไลน์	30	19.88	2.60	26.75	1.64	9.900*	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง เซต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	ระดับคุณภาพ
1. ด้านผู้สอน			
1.1 ผู้สอนอธิบายขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.43	0.73	มาก
1.2 ผู้สอนให้คำแนะนำและช่วยเหลือผู้เรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่สงสัย	4.30	0.65	มาก
1.3 ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน	4.53	0.51	มาก
1.4 ผู้สอนใช้ภาษาที่ชัดเจน น้ำเสียงเหมาะสม และเข้าใจง่าย	4.27	0.74	มาก
เฉลี่ยรวม	4.38	0.66	มาก
2. ด้านเนื้อหา			
2.1 เนื้อหามีความน่าสนใจและสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน	4.57	0.63	มากที่สุด
2.2 เนื้อหาช่วยให้ผู้เรียนเปิดใจและสนใจวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น	4.27	0.64	มาก
2.4 เนื้อหาส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา	4.33	0.71	มาก
2.5 เนื้อหาส่งเสริมความรู้ด้านเทคโนโลยีและวิทยาการที่ทันสมัย	4.47	0.57	มาก
เฉลี่ยรวม	4.41	0.64	มาก
3. ด้านการจัดการเรียนรู้			
3.1 การจัดการเรียนรู้มีความแปลกใหม่และน่าสนใจ	4.33	0.71	มาก
3.2 การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้นอกเวลาเรียน	4.47	0.63	มาก
3.3 การจัดการเรียนรู้ปลูกฝังให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง	4.40	0.72	มาก
3.5 การจัดการเรียนรู้มีความทันสมัย สร้างสรรค์ ดึงดูดความสนใจผู้เรียน	4.53	0.57	มาก
เฉลี่ยรวม	4.43	0.66	มาก
4. ด้านสื่อการเรียนรู้			
4.1 ผู้เรียนสามารถใช้สื่อการเรียนรู้ในการศึกษด้วยตนเอง	4.33	0.66	มาก
4.2 ผู้เรียนเข้าถึงสื่อได้อย่างสะดวกสบาย	4.33	0.66	มาก
4.3 สื่อมีความน่าสนใจและดึงดูดผู้เรียน	4.37	0.67	มาก
4.4 สื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีในการศึกษา	4.60	0.81	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.41	0.70	มาก

5. ด้านการวัดและประเมินผล

5.1 มีการชี้แจงการให้คะแนนชัดเจน	4.70	0.47	มากที่สุด
5.2 มีการให้คะแนนเป็นรูปแบบกลุ่ม	4.40	0.56	มาก
5.3 มีการให้คะแนนผู้เรียนที่กล้าแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	4.33	0.80	มาก
5.4 มีหลักฐานการให้คะแนนด้วยความโปร่งใสและมีความยุติธรรม	4.33	0.80	มาก
เฉลี่ยรวม	4.44	0.66	มาก

ตารางที่ 4 แสดงการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.41$) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านผู้สอน ด้านเนื้อหา ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล

อภิปรายผลการศึกษา

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในครั้งนี้ มีประเด็นสำคัญที่น่าสนใจและสามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ผลการวิเคราะห์พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.68/89.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากบทเรียนออนไลน์ดังกล่าวผ่านกระบวนการสร้างและพัฒนาอย่างเป็นระบบตามหลักการจัดเตรียมเนื้อหาและสื่อประสม โดยเริ่มจากการวิเคราะห์หลักสูตร แกนกลางและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตลอดจนแนวคิดการจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปสู่ยากอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ญัฐวัฒน์ อนันตะสุข (2565) ที่ระบุว่ากรอบแบบโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีต้องมียุทธศาสตร์ที่สัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ทั้งวัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการ และการวัดประเมินผล นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมบนบทเรียนออนไลน์ยังมีลักษณะยืดหยุ่น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนปฏิสัมพันธ์กับสื่อได้อย่างอิสระ ซึ่งตรงกับที่ มนตรี วงษ์สะพาน (2363) และ นิสรากร พลไกรสร (2565) ได้อธิบายว่า จุดเด่นของบทเรียนออนไลน์คือการบูรณาการสื่อประสมทั้งข้อความ ภาพ และระบบสารสนเทศที่เอื้อต่อการเรียนรู้รายบุคคล ส่งผลให้บทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเชิงกระบวนการและผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรเดช พุ่มมะชาติ (2561) ที่พัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และพบประสิทธิภาพเท่ากับ 83.48/83.30 สอดคล้องกับ วัลลภ สุราวุธ (2561) ที่พบว่าบทเรียนออนไลน์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.6/85.7 และสอดคล้องกับ ปานวาส ประสาทศิลป์ (2558) ที่พบว่าบทเรียนออนไลน์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เช่นเดียวกัน โดยได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.56/82.67

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าบทเรียนออนไลน์นี้สามารถยกระดับศักยภาพและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากธรรมชาติของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต มีลักษณะเป็นนามธรรมและจำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดเชิงตรรกะสูง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชลธิชา วิมลจันทร์ (2563) และ น้ำผึ้ง เสนดี (2560) ที่ชี้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงและทำความเข้าใจในหลักการ กฎเกณฑ์ และกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างแจ่มแจ้ง ซึ่งบทเรียนออนไลน์ชิ้นนี้ได้เข้ามาช่วยลดทลายข้อจำกัดดังกล่าว โดยการนำเสนอแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ (Venn-Euler Diagram) และ

ภาพเคลื่อนไหวที่ชัดเจนในการอธิบายการดำเนินการของเซต (อินเตอร์เซกชัน ยูเนียน คอมพลีเมนต์ และผลต่าง) ช่วยเปลี่ยนสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เห็นเป็นรูปธรรมชัดเจนยิ่งขึ้น ประกอบกับการเรียนในรูปแบบออนไลน์เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถควบคุมความเร็วในการเรียนรู้ตามศักยภาพของตนเอง (Self-paced Learning) สามารถทบทวนบทเรียนซ้ำได้ในจุดที่ยังไม่เข้าใจ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ที่คงทนและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ วัลลภ สุราวุธ (2561) และ ปานवास ประสาทศิลป์ (2558) ที่ค้นพบไปในทิศทางเดียวกันว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.41$, S.D. = 0.525) และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกด้าน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมผ่านบทเรียนออนไลน์เป็นการเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบเดิมที่มักเน้นการบรรยาย ไปสู่การเรียนรู้ที่แปลกใหม่ มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างผู้เรียนกับสื่อผ่านการทำแบบทดสอบแบบปรนัยที่ทราบผลคะแนนทันที ซึ่งช่วยลดความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และกระตุ้นความท้าทายในการเรียนรู้ตามแนวคิดการวัดประเมินผลที่ทันสมัย สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมุทร สื่อน (2560) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาบทเรียนออนไลน์และพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์อยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยพบว่าบทเรียนออนไลน์ช่วยหลายข้อจำกัดเนื้อหาที่เป็นนามธรรมของเรื่องเซตได้ดี ครูผู้สอนควรมุ่งเน้นให้นักเรียนใช้ประโยชน์จากสื่อประสม เช่น แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ ควบคู่ไปกับการจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-paced Learning) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่คงทน

1.2 ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หรือผู้ที่สนใจ ควรได้รับการส่งเสริมและอบรมเชิงปฏิบัติการในการสร้างและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ออนไลน์อย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ให้ทันสมัย และดึงดูดความสนใจของผู้เรียนยุคดิจิทัล

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาและขยายผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ หรือในระดับชั้นอื่น ๆ ที่มีลักษณะเนื้อหาเป็นนามธรรมและซับซ้อน เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาพรวม

2.2 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบหรือบูรณาการบทเรียนออนไลน์ร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) หรือการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ขั้นสูงของผู้เรียนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และคำแนะนำจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวีสิทธิ์ ปัญญาญ์ อาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัย ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ทำให้ผู้วิจัยได้รับความรู้และพัฒนาทักษะในการทำวิจัยในชั้นเรียนตลอดจนได้ผลงานวิจัยเล่มนี้ ทั้งนี้ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ

จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ ให้แก่เหล่าคุณจารย์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง และขอมอบความกตัญญูทดแทนที่ แต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับข้อเสนอแนะหรือข้อแก้ไข ญ ที่นี้ และผู้วิจัยยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาวิจัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่ม สาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชนิษฐา สวรรค์พรม. (2558). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนออนไลน์เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 [วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต]*. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชลธิชา วิมลจันทร์. (2563). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์*. [เอกสารอ้างอิง ประเภทแนวคิด/ตำรา]. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- ณัฐวิวัฒน์ อนันตะสุข. (2565). *รูปแบบการจัดการเรียนรู้และโครงสร้างการจัดทำแผนการสอนยุคใหม่*. [เอกสารอ้างอิง ประเภทแนวคิด/ตำรา]. สำนักพิมพ์การศึกษา.
- น้ำผึ้ง เสนดี. (2560). *ทักษะกระบวนการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์*. [เอกสารอ้างอิงประเภทแนวคิด/ ตำรา]. โรงพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.
- นิศรากร พลไกรสร. (2565). *การออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต*. [เอกสารอ้างอิง ประเภทแนวคิด/ตำรา]. สำนักพิมพ์โอทีศึกษา.
- ปานवास ประสาทศิลป์. (2558). *การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ “ภาษาอังกฤษเพื่อพร้อมในการทำงาน” ด้วยเอ็ดโมดูสำหรับ นักศึกษาปริญญาตรี คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี. วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ, 3(2), 45-58.*
- มนตรี วงษ์สะพาน. (2563). *เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา: แนวคิดและการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้*. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วรเดช ทুমมะชาติ. (2561). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน กับบทเรียนแบบเว็บเควสท์ เรื่องการเขียนโปรแกรม ภาษาซีเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 12(2), 301-312.*
- วัลลภ สุราวุธ. (2561). *การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โรงเรียนลำฟ้าพิทยาคม. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น, 15(2), 10-22.*

สมุทร สีนุ่น. (2560). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้สภาพแวดล้อมเสมือนจริง วิชานวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษาและ
สารสนเทศ สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ [ดุสิตนิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต]. มหาวิทยาลัย
นเรศวร.