

การพัฒนาชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Development of Instructional Package in Science on the Circulation of Water in the Ocean using the 4MAT Learning Method for Mathayomsuksa 5 Students

พรทิพย์ ศรีชูรัตน์¹ วีระ วงศ์สรรค์² และชนาดล สมบูรณ์³

Pornthip Srechoorat, Weera Wongsan and Tanadol Somboon

Received: March 28, 2021

Revised: May 03, 2021

Accepted: May 06, 2021

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร ให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการเรียนรู้แบบปกติ และ 4) เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการเรียนรู้แบบปกติ เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จำนวน 102 คน เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความพึงพอใจ สำหรับนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติที่ใช้ คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัย พบว่า 1) ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.08 /87.18 2) ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.7666 คิดเป็นร้อยละ 76.66 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติอย่างมี

¹⁻³ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี; Bangkokthonburi University

Corresponding author, e-mail: p.srechoorat@gmail.com, Tel. 092-8046808

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องการหมุนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้ชุดการสอนวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบ 4MAT มีความพึงพอใจโดยรวมและรายด้านทุกด้านมากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: การพัฒนา, ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์, วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop an instructional package in science on the circulation of water in the ocean to be as effective as the 80/80 criterion; 2) to find the valued effectiveness index of the instructional package in science on the circulation of water in the oceans; 3) to compare the achievement of science learning; and 4) to compare the achievement in science of Mathayomsuksa 5 students taught by the 4MAT learning activities and by the conventional approach. This was a quasi-experimental research. The research sample consisted of 102 Mathayomsuksa 5 students of Princess Sirindhorn's College studying in the first semester of academic year 2020. The research tools included an instructional package in science on the circulation of water in the ocean by using the 4MAT learning activities, the 4MAT learning management plan, the achievement test, student satisfaction assessment form. The statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation and t-test. The results of the research showed that 1) an instructional package in science had the efficiency at 91.08 /87.18; 2) the effectiveness index of an instructional package in science was 0.7666 or 76.66 percent; 3) the learning achievement of Mathayomsuksa 5 students on ocean water circulation by using the 4MAT learning method was statistically significantly higher than the students who studied by the conventional approach at the .01 level; and 4) on the side of the satisfaction of Mathayomsuksa 5 students studying the topic of the circulation of water in the ocean using the 4MAT learning science teaching package, they were more satisfied overall and in all aspects than students who studied by the conventional approach at statistically significant level.01.

Keywords: Development, Science Teaching Series, 4MAT Learning Method

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและความเป็นอยู่ที่สะดวกสบายในสังคมตลอดจนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วไม่หยุดยั้ง อันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ปัจจุบันปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งเห็นได้จากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-Net) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2562 (2562) พบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยลดลงจากปีการศึกษา 2561 ร้อยละ 4.53, 6.21 และ 1.35 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุหลายประการแต่ที่พบมากที่สุดคือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสอนแบบบรรยายเป็นส่วนใหญ่ เพราะเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกที่สุดสำหรับผู้สอน ดังนั้นจึงควรมีการปรับวิธีการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศนให้มีพัฒนาการและความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง ในยุคของเทคโนโลยีดิจิทัลที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษาส่งผลให้การเรียนการสอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการในการจัดสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ (Learning Environment) ให้มีลักษณะหรือบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม (Require Learner Participation) ในการจัดการเรียนการสอน สนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ได้ตามอัตราความก้าวหน้าของตนเอง ตามความถนัดและความสนใจ นอกจากนี้เนื้อหาจากบทเรียนรายวิชาโลก

ดาราศาสตร์ และอวกาศที่ใช้ในสถานศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบหนังสือ ตำราเรียนสำเร็จรูป ใบงาน รูปภาพ และสไลด์สำเร็จรูป ซึ่งเนื้อหาบางส่วนนักเรียนไม่สามารถทดลองได้ และเนื่องจากรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เป็นเรื่องที่ค่อนข้างใหม่ และซับซ้อนสำหรับการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้วิจัยจึงเห็นว่าเนื้อหาในรายวิชานี้ควรได้รับการพัฒนาและวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นแนวคิดที่ให้ผู้เรียนมีวิธีการเรียนรู้แตกต่างกันและมุ่งให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนของผู้เรียน 4 แบบ คือ 1) ผู้เรียนถนัดการใช้จินตนาการ 2) ผู้เรียนถนัดการวิเคราะห์ 3) ผู้เรียนถนัดใช้สามัญสำนึก และ 4) ผู้เรียนที่สนใจค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักร 4MAT พัฒนาขึ้นมาจากการคิดค้นวิจัยของแมคคาร์ธี (Bernice McCarthy) ผู้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบนี้เป็นคนแรกเป็นนักการศึกษาชาวอเมริกันที่มีประสบการณ์ในการสอนหลายระดับชั้นเรียนมาเป็นเวลานาน รวมทั้งการเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำเด็กทั้งหลาย ทำให้เกิดความเข้าใจและมั่นใจว่าเด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านสติปัญญา การรับรู้ และการเรียนรู้ อย่างสิ้นเชิง จึงเป็นแรงผลักดันให้เกิดงานวิจัยขึ้นมา ในปี ค.ศ. 1980 แมคคาร์ธี จึงได้สรุปแนวคิดเป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ที่ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ (4 Types of Students) ซึ่งลักษณะการเรียนรู้ของเด็ก ๆ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับโครงสร้างทางสมอง และระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา (เจียร พานิช, 2544) ซึ่งจะช่วยให้สามารถจัดกิจกรรมได้หลากหลาย ตอบสนองการพัฒนาศักยภาพทุกด้านของผู้เรียนซึ่งผู้เรียนมีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกันได้อย่างเต็มที่ (ศักดิ์ชัย นิธิภูทิว และไพเราะ พุ่มม่น, 2543) การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ที่แท้จริง และผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ครูต้องเปลี่ยนบทบาทจากครูผู้สอนมาเป็นผู้จัดการหรือผู้ที่มีหน้าที่อำนวยความสะดวกจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยจัดสภาพแวดล้อมและสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองไว้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ (วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์, 2544)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เข้ามาช่วยในการเรียนของนักเรียนในสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เพราะชุดการสอนเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีสื่อหลายอย่างประกอบกันซึ่งจะช่วยพัฒนาการเรียนวิชาต่าง ๆ ให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียนแต่ละคน และพัฒนาสมองซีกซ้ายและขวาอย่างสมดุล ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้สาระโลกดาราศาสตร์ และอวกาศให้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร ให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการเรียนรู้แบบปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการเรียนรู้แบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ทั้งหมด 15 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 468 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test แบบ Independent)

สรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนาชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร ให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าร้อยละของคะแนนการสอบก่อนเรียน ร้อยละของคะแนนระหว่างการทำทดลองโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT (E_1) และค่าร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (E_2)

ค่าประสิทธิภาพ	ร้อยละ
1. ร้อยละของคะแนนระหว่างการทำทดลองโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT (E_1)	91.08
2. ร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (E_2)	87.18
ประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (E_1/E_2)	91.08/87.18

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนระหว่างการทดลองโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยรวมคิดเป็นร้อยละ 91.08 (E_1) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยรวมคิดเป็นร้อยละ 87.18 (E_2) ดังนั้นชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 91.08/87.18 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. ดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าผลรวมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน และค่าดัชนีประสิทธิผล

ผลรวมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน)		ผลรวมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน)		ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.)	
คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	E.I.	ร้อยละ
383	45.06	741	87.18	0.7666	76.66

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.7666 (E.I.) ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถพัฒนาความก้าวหน้าทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร ได้ร้อยละ 76.66

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการเรียนรู้แบบปกติ ดังนี้

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อวิธีการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบ 4MAT กับการเรียนรู้แบบปกติ

คะแนน	n	\bar{x}	S.D.	t-test	Sig.
ชุดการสอนวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบ 4MAT	34	21.79	1.53	12.85**	0.000
การเรียนรู้แบบปกติ	34	15.56	2.60		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการเรียนรู้แบบปกติ ดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้ชุดการสอนวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบ 4MAT กับการเรียนรู้แบบปกติ

ความพึงพอใจ	ชุดการสอนวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบ 4MAT		การเรียนรู้แบบปกติ		t-test	Sig
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
1. ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้	4.65	0.62	4.29	0.70	2.25**	.000
2. ด้านการเรียนการสอน	4.57	0.66	4.18	0.65	2.46**	.000
3. ด้านสื่อ/นวัตกรรมการสอน	4.85	0.38	3.98	0.77	5.92**	.000
4. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.76	0.48	4.18	0.67	4.41**	.000
รวมเฉลี่ย	4.71	0.53	4.16	0.70	3.36**	.000

**มีนัยสำคัญระดับทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้ชุดการสอนวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบ 4MAT มีความพึงพอใจโดยรวมมากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งใจ เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบ 4MAT มีความพึงพอใจโดยรวมมากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกด้าน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยดังนี้

1. ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.08/87.18 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้เนื่องจากผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนอย่างเป็นระบบ โดยการศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างชุดการสอน วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหา หลักสูตร ซึ่งชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรร่วมกับวิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT ประกอบด้วยส่วนประกอบของชุดการสอน จุดประสงค์การเรียนรู้ คำชี้แจงในการทำกิจกรรม เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ การปฏิบัติการ ใบความรู้ ใบงาน สื่อมัลติมีเดีย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ซึ่งได้ออกแบบชุดการสอนไว้ในรูปแบบของสื่อมัลติมีเดีย มีความสวยงามน่าสนใจ ตัวอักษรชัดเจน มีข้อความที่ทำให้เข้าใจง่าย รูปภาพประกอบ และวิดีโอประกอบการทำกิจกรรมไว้อย่างชัดเจน สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาไม่จำกัดว่าจะต้องอยู่ในห้องเรียนเท่านั้น ความสอดคล้องกับงานวิจัยของปาริฉัตร ภูทอง (2558) พบว่าชุดการสอนสำหรับครูโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืช มีคุณภาพอยู่ในระดับดี และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของศศิวิมล เสถียรเขต (2558) พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องและการเคลื่อนที่สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT มีประสิทธิภาพ 96.29/97.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4MAT เป็นวิธีการที่ดีวิธีหนึ่งในการจัดการเรียนการสอน จึงทำให้ผลการวิจัยเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

2. ดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.7666 (E.I.) ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากชุดการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ การปฏิบัติการ ใบความรู้ ใบงาน สื่อมัลติมีเดีย มีความสวยงามน่าสนใจ ตัวอักษรชัดเจน มีข้อความที่ทำให้เข้าใจง่าย รูปภาพประกอบ และวิดีโอประกอบการทำกิจกรรมไว้อย่างชัดเจน ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของภูษิต สุวรรณราช (2559) พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีค่าเท่ากับ 0.8004 ตามลำดับซึ่งหมายความว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.04

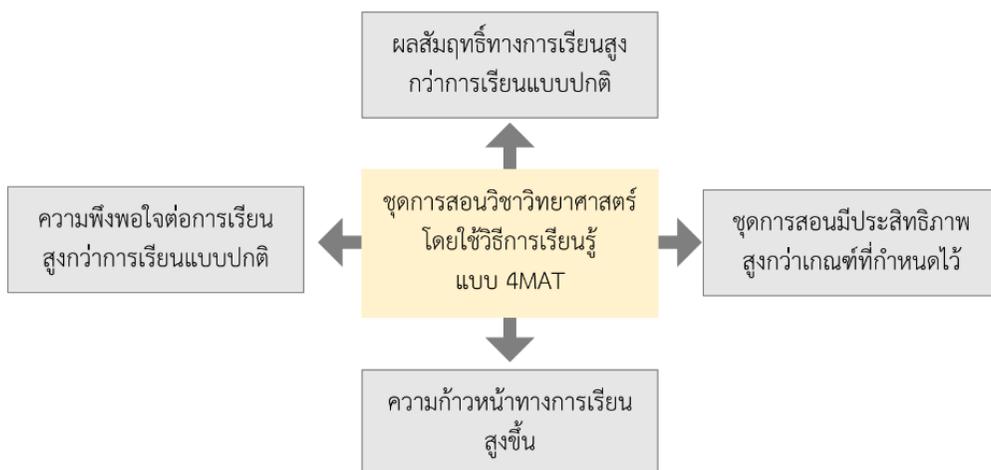
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT ได้สร้างขึ้นตามลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ซึ่งเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 4 แบบ และมีการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและขวา โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มี 8 ขั้นตอน ดังนี้ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (สมองซีกขวา) ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์ไปสู่ความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ขั้นที่ 5 ขั้นทำตามแนวคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย) ขั้นที่ 6 ขั้นสร้างผลงานตามความถนัด/ความสนใจ (สมองซีกขวา) ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์และนำไปใช้ (สมองซีกซ้าย) ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายตามความสามารถ หรือความสนใจของผู้เรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของสุนันทา บ้านกล้วย (2556) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT เรื่องการวัด สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องการหมุนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบ 4MAT มีความพึงพอใจโดยรวมมากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งใจ เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบ 4MAT มีความพึงพอใจโดยรวมมากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกด้าน อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบ 4MAT มีรูปแบบที่นำมาใช้ในการสอนอย่างหลากหลาย เช่น มีใบความรู้ ใบงาน วิดีโอสาธิตการปฏิบัติการ การลงมือทดลองด้วยตนเอง ซึ่งแตกต่างจากการเรียนแบบปกติที่มีการบรรยายเพียงอย่างเดียว และชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมามีเนื้อหาสาระที่เข้าใจง่าย สีสันสวยงาม ช่วยดึงดูดให้นักเรียนอยากเรียน และสามารถจดจำและสร้างความเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT นอกจากจะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองแล้ว ในการทำกิจกรรมนักเรียนมีการแบ่งหน้าที่ตามความถนัดหรือความสนใจของตนเอง ยังสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของนุรมาอาลี (2559) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด และยิ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภูษิต สุวรรณราช (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องระบบสมการเชิงเส้นด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยรวมอยู่ในระดับมาก

องค์ความรู้ใหม่

การพัฒนาชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้องค์ความรู้ใหม่คือ 1) ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.08/87.18 2) ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.7666 คิดเป็นร้อยละ 76.66 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์การเรียนรู้แบบ 4MAT มีความพึงพอใจโดยรวมและรายด้านทุกด้านมากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนจากการใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT ที่บูรณาการกับการเรียนแบบ e-Learning นักเรียนสามารถทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา และมีรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นอย่างมาก



ภาพที่ 1 องค์ความรู้จากชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. กระทรวงศึกษาธิการหรือสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรนำวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT ใช้เป็นการรูปแบบในการจัดการเรียนการสอน เพื่อตอบสนองต่อการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และสอดคล้องกับทักษะในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

2. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรมีนโยบายในโรงเรียนทำชุดการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ สำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อน เพื่อให้ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นชุดการสอนที่ช่วยในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการนำชุดการสอนไปใช้ ครูผู้สอนควรจัดทำเนื้อหาจะต้องมีความชัดเจน เข้าใจง่าย ซึ่งช่วยในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระให้กับนักเรียนได้อย่างชัดเจน เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในชั้นเรียนให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งครูจะมีบทบาทในการดำเนินกิจกรรมไปตามขั้นตอน และเป็นพี่ปรึกษาเท่านั้น

2. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4MAT ควรจัดเวลาให้มีความยืดหยุ่นและเหมาะสมในแต่ละกิจกรรม

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์เกษตรกรแห่งประเทศไทย
- เจียร พานิช. (2544). *4MAT การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- นุรมา อาลี. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์)*. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ปาริฉัตร ภูทอง. (2558). *การพัฒนาชุดการสอนสำหรับครูโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนพัฒนาท่าจีน. (การค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา)*. คณะศึกษาศาสตร์: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- ภูษิต สุวรรณราช. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน). บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2544). การพัฒนาการเรียนการสอน. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยสารคาม.
- ศศิวิมล เสถียรเขต. (2558). ผลการใช้ชุดกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). คณะศึกษาศาสตร์: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน. (2543). วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะ ดี เก่ง มีสุข. (พิมพ์ครั้งที่ 3). นนทบุรี: เอสอาร์ พรินติ้ง.
- สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติดีพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2562. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://bet.obec.go.th/New2020wp-content/uploads/2020/06/onet-p3m3m62562.pdf>.
- สุนันทา บ้านกล้วย. (2556). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารวิชาการ *Veridian E-Journal*, 6(3), 193-210.