

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานคณิตศาสตร์และคุณลักษณะพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
The Effects of Using Mathematics Projects and Desirable Mathematical Characteristics
of Third-Year Students Majoring in Mathematics, Faculty of Education, Roi-Et Rajabhat
University

วิภา ชัยสวัสดิ์¹

Wipa Chaisawat¹

Received : 28 มิ.ย. 2561

Revised : 12 ก.พ. 2562

Accepted : 12 ก.พ. 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โครงงานคณิตศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ 2) ศึกษาคุณลักษณะพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ที่เรียนในรายวิชาโครงงานคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1/2559 จำนวน 128 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง รูปแบบการวิจัยคือการทดลองเชิงปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้คือ 1) เอกสาร มคอ. 3 รายวิชาโครงงานคณิตศาสตร์ 2) คู่มือการจัดการเรียนรู้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน 3) แบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ 4) แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการจัดการเรียนรู้โครงงานคณิตศาสตร์ โดยให้นักศึกษาจัดโครงงานคณิตศาสตร์ทั้งหมดจำนวน 15 เรื่อง ผลการประเมินโครงงานอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 3 เรื่อง และอยู่ในระดับดีจำนวน 12 เรื่อง

2. ผลการประเมินคุณลักษณะพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบโครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ : โครงงานคณิตศาสตร์, โครงงานเป็นฐาน, คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were as follows: 1) to study the results of the instruction by Mathematics Projects of the Third-Year Students majoring in Mathematics; and 2) to study the desirable Mathematical characteristics of students learning through the Project Based Learning. The subjects of the study were 128 students majoring in Mathematics at Roi Et Rajabhat University, semester 1/2016 selected by the purposive sampling method. The research tools were: 1) the Course Description of Mathematics Projects; 2) Guidelines for thinking Project Based Learning; 3) Mathematics project assessment form; and 4) desirable mathematical characteristics assessment form. The statistical methods used for the data analysis were percentage, mean and standard deviation. The results were as follows.

¹ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

¹ Lecturer in Mathematics Faculty of Education, Roi-Et Rajabhat University

1. The total number of 15 mathematics projects were developed by the students; 3 projects were very good projects and 12 projects were good.

2. The results of the evaluation of the desirable mathematical characteristics of students who have been taught through the project based learning management were very good.

Keywords : Mathematics Project, Project Based Learning, Desirable Mathematical Characteristics

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ เพื่อสร้างพื้นฐานการคิดให้มีความคิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบแบบแผน รู้จักวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ให้เป็นไปอย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ให้ผู้เรียนมีความตระหนักในคุณค่า มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานของศาสตร์ทุกสาขาที่เกี่ยวข้อง ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้เป็นมนุษย์สมบูรณ์พร้อมทุกด้านทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข กระทรวงศึกษาธิการ (2551 : 5-7)

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานจัดให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการเรียนรู้สาขาวิชาอื่น ๆ เพราะเป็นวิชาที่พัฒนาระบบความคิดของบุคคลให้เป็นคนที่คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล แต่เนื้อหาส่วนใหญ่ในรายวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรมและยากแก่การอธิบาย ทำให้การเรียนการสอนยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์เท่าที่ควรและส่งผลกระทบต่อทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนมีทัศนคติที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นหนักไปที่เนื้อหาสูตร หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ และการหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ปิดกั้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และปิดกั้นจินตนาการของผู้เรียน ดังนั้นการปฏิรูปการศึกษาซึ่งนำไปสู่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการศึกษาว่า การจัดการศึกษานั้นควรจะมีการผสมผสานหรือบูรณาการสาระความรู้ต่าง ๆ ให้มีความสมดุลกัน รวมทั้งควรมีการปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกรายวิชา และให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรม การเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมในแต่ละระดับ การเรียนคณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จสิ่งสำคัญที่ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึง คือ เจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนที่ได้จากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเองและตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ กระบวนการจัดการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีบทบาทและจำเป็นอย่างยิ่งเพราะการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา จากแหล่งต่าง ๆ กันผู้เรียนอาจจะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เช่น การทำโครงการคณิตศาสตร์ (ยุพิน พิพิธกุล, 2544 : 27)

การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ การจัดการเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา ซึ่งหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะความเป็นครูคุณภาพ โดยมีความรู้ความสามารถทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ มีความสามารถในการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้มาตรฐานวิชาชีพครู ผ่านการจัดกิจกรรมการทำงาน การแก้ปัญหาและการเรียนรู้จากทีม มีความสามารถในการใช้การวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบัณฑิตที่พึงประสงค์ มีคุณธรรม จริยธรรมและดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างมีความสุข สาขาวิชาคณิตศาสตร์ (2555 : 7) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โครงการหรือโครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่ช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียน ในด้านการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากการทำโครงการ ผู้เรียนมีโอกาสศึกษาเรื่องที่ตนเองสนใจ โดยใช้ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์และมีภาระประเมินผลโดยการสังเกต การปฏิบัติ ผลงานที่ทำ แฟ้มสะสมผลงาน และการใช้ข้อสอบ ในปัจจุบัน นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของโครงการตามบริบทและประสบการณ์ของแต่ละท่านแต่ละความหมายในรายงาน ที่แต่ละท่านเกี่ยวข้องกับแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ยูพิน พิพิธกุล (2550 : 10) ได้ให้ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์ว่างาน ที่ผู้ทำได้คิดอย่างอิสระ เป็นการฝึกปฏิบัติในข้อที่สงสัย โดยอาศัยความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยง กับประเด็นปัญหาที่ตนเองสนใจที่จะศึกษาและค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการตั้งสมมติฐานหรือตั้งจุดประสงค์ ลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ เมื่อค้นพบแล้วจึงเผยแพร่ข้อมูล ซึ่งสอดคล้อง กับ Cohen e. al., 1991 : 4) กล่าวว่า โครงการคณิตศาสตร์ คือ งานที่ได้รับมอบหมายที่มีหลายขั้นตอน โดยทั่วไปจะต้องใช้เวลา 2 สัปดาห์ ในการทำโครงการให้สำเร็จ โครงการอาจเป็นงานที่มอบหมายให้เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ในแต่ละโครงการ จะมีบางจุดที่คาดว่าผู้เรียนที่เก่งที่สุดก็อาจจะติดขัดในการทำงาน บางครั้งผู้เรียนอาจแก้ไขจุดติดขัดได้ด้วยตนเองแต่ส่วนใหญ่ ผู้เรียนมักจะขอความช่วยเหลือจากอาจารย์ผู้สอน เพื่อแก้ไขจุดติดขัดของโครงการที่วางแผนมา การให้คำช่วยเหลือมักอยู่ใน รูปแบบของคำถาม คำแนะนำหรือแบบฝึกหัดหรือการอ่านเพิ่มเติม ซึ่งโครงการคณิตศาสตร์เป็นการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียน สร้างความรู้เอง ตอบโจทย์การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มีเป้าหมายของการศึกษา คือ เน้นทักษะการคิดเพื่อสร้างความรู้ ด้วยตนเอง ค้นหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเลือก หรือการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้ อย่างถูกต้องและรอบคอบ ดังนั้นการเตรียมคนเพื่อให้สามารถเรียนรู้และดำเนินชีวิตท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงจึงเป็นสิ่งสำคัญ ที่ทุกฝ่ายต้องปรับตัวให้ได้อย่างเหมาะสม

การปรับตัวของผู้เรียนเพื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 จึงเป็นเรื่องที่สำคัญและได้มีการศึกษาอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะ สหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการศึกษา ได้ตระหนักถึงความสำคัญ ของทักษะแห่งอนาคต จึงได้สร้างภาคีความร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills) เพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่คนทุกคนต้องเรียนรู้ตั้งแต่ชั้นอนุบาล ไปจนถึงมหาวิทยาลัยและตลอดชีวิต จาก 3Rs และ 4Cs เป็น 3Rs + 8Cs + 2Ls ซึ่ง 3Rs ได้แก่ 1) อ่านออก (Reading) 2) เขียนได้ (Riting) และ 3) คิดเลขเป็น (Rithmetics) 8Cs ได้แก่ 1) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา (Critical thinking & problem solving) 2) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity & innovation) 3) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (Cross-cultural understanding) 4) ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ (Collaboration, teamwork & leadership) 5) ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ (Communications, information & media literacy) 6) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Computing & ICT literacy) 7) ทักษะ อาชีพ และทักษะการเรียนรู้ (Career & learning skills) และ 8) ทักษะการเปลี่ยนแปลง (Change) และ 2Ls ได้แก่ 1) ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skills) และ 2) ภาวะผู้นำ (Leadership) (สุทธิธรรม ตันตริจนางค์, 2560 : 2846-2847) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เน้นที่องค์ความรู้ ทักษะ ความเชี่ยวชาญและสมรรถนะที่เกิดกับตัวผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิต ในสังคมแห่งความเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน โดยเป็นการผสมผสานองค์ความรู้ ทักษะ ความชำนาญและความรู้เท่าทันด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อความสำเร็จของผู้เรียน ทั้งด้านการทำงานและการดำเนินชีวิต ซึ่งจะนำไปสู่การเปลี่ยนวัฒนธรรมการศึกษา จากวัฒนธรรมการรับก้าสู่วัฒนธรรมการสร้าง ซึ่งมีลักษณะดังนี้ รู้จักคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ

มั่นใจในตนเอง แสวงหาความรู้ มีความกระตือรือร้น อดทน ทำงานเป็นทีม รับผิดชอบต่อส่วนรวม เป็นต้น โดยสรุปแล้ว แนวทางการส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ส่วนใหญ่เป็นเรื่องของการใช้กลยุทธ์การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์จนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง วิธีสอน รูปแบบการสอนและแนวการสอนทั้งหลายส่วนมากกล่าวว่ายู่บนวิธีการทางวิทยาศาสตร์และหลังจากสรุปความรู้ หรือสร้างความรู้แล้วผู้เรียนจะมีโอกาสทำกิจกรรมนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ อันเป็นแกนสำคัญของขั้นตอนการเรียนการสอนของวิธีการสอน แนวการสอนและรูปแบบการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย (พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และคณะ, 2558 : 84)

จากความสำคัญของการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โครงงานคณิตศาสตร์และคุณลักษณะพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด โดยการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ เกิดทักษะการทำงานที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในรูปแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการคิดแก้ปัญหา รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะพึงประสงค์ด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการนำไปปรับใช้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนของตนให้สามารถอยู่ได้อย่างรู้เท่าทันศตวรรษหน้า ทำให้สังคมและประเทศชาติเติบโตได้อย่างมีคุณภาพและยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โครงงานคณิตศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาคุณลักษณะพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานคณิตศาสตร์และคุณลักษณะพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1/2559 เรียนในรายวิชาโครงงานคณิตศาสตร์ จำนวน 128 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย

2.1 แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานคณิตศาสตร์ จำนวน 8 แผน ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความตรงของแผนการจัดการเรียนรู้ และมีความถูกต้องเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

2.2 แบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ของนักศึกษาโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นแบบประเมินผลโครงงานของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1/2559 เรียนในรายวิชาโครงงานคณิตศาสตร์ โครงงานคณิตศาสตร์ จำนวน 15 เรื่อง ซึ่งประกอบด้วยคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคอร์ท จำนวน 12 ข้อ พบว่าแบบประเมินมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

2.3 แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นแบบสอบถามเพื่อประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1/2559 เรียนในรายวิชาโครงงานคณิตศาสตร์ จำนวน 128 คน ซึ่งประกอบด้วยคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วน

ประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคอร์ท จำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น 6 ด้าน ดังนี้ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบวินัย ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ มีวิจารณ์ญาณและความเชื่อมั่นในตนเอง พบว่าแบบประเมินมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงการคณิตศาสตร์ และคุณคุณลักษณะพึงประสงค์ ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

3.1 การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 1 ใช้เวลาสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง 20 นาที รวมระยะเวลา 16 สัปดาห์

ตาราง 1 กำหนดการสอนโครงการคณิตศาสตร์

สัปดาห์ที่	ชื่อกิจกรรม/รายละเอียดโดยย่อ	วัตถุประสงค์ของกิจกรรม
1	แนวคิดพื้นฐานของโครงการคณิตศาสตร์ - ความหมายและประเภทของโครงการคณิตศาสตร์ - ความสำคัญ จุดมุ่งหมายและหลักการของโครงการคณิตศาสตร์	เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ เรื่องความหมาย ประเภท ความสำคัญ จุดมุ่งหมายและหลักการของโครงการคณิตศาสตร์
2	แนวคิดพื้นฐานของโครงการคณิตศาสตร์ - ขั้นตอนการทำโครงการคณิตศาสตร์ - ศึกษาเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการคณิตศาสตร์	เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจขั้นตอน การทำโครงการ และเรียนรู้เรื่องการสืบค้นข้อมูล จากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย
3	แนวคิดพื้นฐานของโครงการคณิตศาสตร์ - การประเมินโครงการคณิตศาสตร์ - สำรวจทางเลือกเรื่องที่จะทำโครงการคณิตศาสตร์	เพื่อให้นักศึกษามีความรู้เรื่อง การประเมินโครงการ และเรียนรู้เรื่องการสืบค้นข้อมูล จากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย
4	การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการทำโครงการคณิตศาสตร์ - วิพากษ์โครงการคณิตศาสตร์ - กิจกรรมระบุปัญหาที่จะทำโครงการคณิตศาสตร์	ให้นักศึกษาระดมความคิดในการวิพากษ์โครงการ และระบุปัญหาในการทำโครงการคณิตศาสตร์
5	การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการทำโครงการคณิตศาสตร์ - กิจกรรมการออกแบบการทดลองและวางแผนดำเนินการโครงการคณิตศาสตร์ - ศึกษากระบวนการเรียนการสอนโครงการทั้งในแง่บทบาทของการเป็นผู้สอนและบทบาทของการเป็นผู้เรียน	ให้นักศึกษาฝึกการคิดวิเคราะห์ การวางแผน และมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการเรียน การสอนโครงการพร้อมทั้งฝึกความรับผิดชอบ ต่องานที่ได้รับมอบหมายทั้งบทบาทของการเป็นผู้สอนและบทบาทของการเป็นผู้เรียน
6	กิจกรรมฝึกการเขียนเค้าโครงและรายงานโครงการคณิตศาสตร์	ให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจการเขียน เค้าโครงและรายงานโครงการให้ถูกต้อง
7	กิจกรรมกลุ่มเกี่ยวกับการปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์	ให้นักศึกษาระดมความคิดในการเลือกปัญหาในการทำโครงการ เลือกหัวข้อที่สนใจ จัดกลุ่มตามเรื่องที่ นักศึกษาสนใจแล้วเขียนเค้าโครงโครงการที่แต่ละกลุ่ม จัดทำพร้อมกัน เลือกอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม/รายละเอียดโดยย่อ	วัตถุประสงค์ของกิจกรรม
8	นำเสนอหัวข้อโครงการพร้อมส่งเค้าโครงงาน คณิตศาสตร์	ให้นักศึกษานำเสนอหัวข้อโครงการ ฝึกทักษะ การสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่ การปรับปรุงหัวข้อหรือเค้าโครงโครงการ
9	กิจกรรมกลุ่มเกี่ยวกับการปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์	ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการโครงการ การทำงาน รวมกันเป็นกลุ่ม การเขียนรายงานโครงการ
10	รายงานความคืบหน้าในการปฏิบัติการโครงการ ครั้งที่ 1 - บทที่ 1 บทนำ - บทที่ 2 ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง - บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	ให้นักเรียนฝึกทักษะการสื่อสาร แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่การทำโครงการที่ดีขึ้น
11	กิจกรรมกลุ่มเกี่ยวกับการปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์	ให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติการโครงการ การทำงาน รวมกันเป็นกลุ่ม การเขียนรายงานโครงการ
12	รายงานความคืบหน้าในการปฏิบัติการโครงการ ครั้งที่ 2 - บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	ให้นักเรียนฝึกทักษะการสื่อสาร แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่การทำโครงการที่ดีขึ้น
13	กิจกรรมกลุ่มเกี่ยวกับการปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์	ให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติการโครงการ การทำงาน รวมกันเป็นกลุ่ม การเขียนรายงานโครงการ
14	ส่งรายงานโครงการบทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และ ข้อเสนอแนะ	ให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติการโครงการ การเขียน รายงานการสรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ
15	กิจกรรมกลุ่มเกี่ยวกับการปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์	ให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติการโครงการ การทำงาน รวมกันเป็นกลุ่ม จัดทำรูปเล่มรายงาน ฉบับสมบูรณ์ จัดทำบอร์ดนำเสนอผลงาน
16	กิจกรรมการนำเสนอโครงการคณิตศาสตร์	ให้นักศึกษาฝึกทักษะการนำเสนอโครงการ และทักษะการสื่อสาร

3.2 ประเมินโครงการคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ
เป็นฐาน จากการจัดโครงการเปิดโลกโครงการคณิตศาสตร์สู่ศตวรรษที่ 21 โดยใช้แบบประเมินการนำเสนอโครงการ
คณิตศาสตร์ ซึ่งผ่านการพิจารณาความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และมีคณะกรรมการประเมินจากคุณครู
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมเขต 27 และอาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน

3.3 หลังจากสิ้นสุดการสอนผู้วิจัยประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักศึกษาที่ได้รับโดยการจัดการเรียนรู้
แบบโครงการเป็นฐาน ซึ่งผ่านการพิจารณาความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญพร้อมกับแบบประเมินการนำเสนอโครงการ
คณิตศาสตร์ ด้านการทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบวินัย ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ มีวิจารณ์ญาณ ความเชื่อมั่น
ในตนเอง โดยใช้เกณฑ์ประเมินแบบรูบริค (Rubric score) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย โดยหาค่าสถิติพื้นฐาน ดังนี้

4.1 การประเมินโครงการคณิตศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

4.2 คุณลักษณะพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

สรุปผล

จากการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงการคณิตศาสตร์และคุณลักษณะพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด สรุปผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการประเมินโครงการคณิตศาสตร์ของนักศึกษาจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบโครงการเป็นฐาน ผลปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการประเมินโครงการคณิตศาสตร์

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1. เกลียวอาร์คิมิดีสกับการผลิตกระแสไฟฟ้า	4.53	0.56	ดีมาก
2. การหาพื้นที่ n เหลี่ยมด้านเท่าแนบในและแนบนอกวงกลมโดยการประยุกต์ใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ	4.22	0.59	ดี
3. โมเดลพัฒนาตั้งโต๊ะ USB	4.17	0.81	ดี
4. หุ่นทองคำ	4.08	0.69	ดี
5. ลายผ้าสวยด้วยสมการ By GSP	3.92	0.60	ดี
6. แผนที่ปริศนาตามล่าโปเกมอน	4.22	0.59	ดี
7. สมการสี่เหลี่ยม	4.39	0.64	ดี
8. ความสัมพันธ์ของพื้นที่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่าและรูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า	4.00	0.59	ดี
9. สินเชื่อเพื่อบ้านธนาคารไหนดี	4.58	0.77	ดีมาก
10. ภาพฉายไฮโลแกรม	4.47	0.56	ดี
11. สมการระนาบกับรูปทรงตัน	4.00	0.89	ดี
12. สานทรง เปรียบค่า หาดูณหภูมิ	4.56	0.56	ดีมาก
13. รูปทรงเรขาคณิตแก้ปัญหาช่องว่าง	3.89	0.62	ดี
14. เกม The maz runner พื้นที่ผิวในปริภูมิสามมิติ	4.11	0.46	ดี
15. กระเป๋ายาเบยหนามสานตามคู่อันดับ	4.28	0.51	ดี
รวม	4.23	4.23	ดี

จากตาราง 2 พบว่า โครงการคณิตศาสตร์ที่นักศึกษาจัดทำมีทั้งหมดจำนวน 15 เรื่อง โดยภาพรวมผลการประเมินอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.23$) เมื่อพิจารณาแต่ละโครงการ พบว่า มีโครงการจำนวน 3 เรื่อง มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก

คือ สินเชื่อเพื่อบ้านธนาคารไหนดี ($\bar{X} = 4.58$) สานทรง เปรียบค่า หาอุณหภูมิ ($\bar{X} = 4.56$) และเกลียวอาร์คิมิดีสกับการผลิตกระแสไฟฟ้า ($\bar{X} = 4.53$) ตามลำดับ และมีโครงงานคณิตศาสตร์จำนวน 12 เรื่อง มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี

2. ผลการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน ปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	\bar{X}	S.D.	แปลผล
การทำงานอย่างมีระบบ	4.75	0.50	ดีมาก
มีระเบียบวินัย	4.70	0.46	ดีมาก
ความรอบคอบ	4.49	0.68	ดี
ความรับผิดชอบ	4.88	0.33	ดีมาก
มีวิจรรย์ญาณ	4.40	0.71	ดี
ความเชื่อมั่นในตนเอง	4.59	0.67	ดีมาก
รวม	4.63	0.56	ดีมาก

จากตาราง 3 พบว่า โดยภาพรวมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบโครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.63$) เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย คือ ด้านความรับผิดชอบ รองลงมาคือ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบวินัย และความเชื่อมั่นในตนเองอยู่ในระดับดีมาก ส่วนด้านความรอบคอบและการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณอยู่ในระดับดี

อภิปรายผล

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานคณิตศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาศาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ซึ่งผู้วิจัยได้แยกอภิปรายเป็นประเด็นต่าง ๆ ตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานคณิตศาสตร์ โดยภาพรวมพบว่าผลการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยการสอนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน เป็นงานที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้าที่นักศึกษาคิดและทำอย่างอิสระในประเด็นที่ตนเองสนใจ โดยนักศึกษาสามารถวางแผนการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เริ่มตั้งแต่การเลือกหัวข้อ การวางแผน การเขียนรายงาน ตลอดจนการนำเสนอโครงงาน โดยทุกขั้นตอนจะมีอาจารย์ที่ปรึกษาดูแลอย่างใกล้ชิด คอยให้คำชี้แนะจนเสร็จสิ้นโครงงานซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2557 : 3-4) ในการสอนคณิตศาสตร์ทุกระดับควรมีการฝึกปฏิบัติ ฝึกอภิปราย ฝึกวิเคราะห์ปัญหา ฝึกการแก้ปัญหา การสืบเสาะและฝึกประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง และเชื่อว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีก็ต่อเมื่อสามารถถามและตอบคำถามด้วยตนเองได้ นอกจากนี้ นักศึกษาสามารถนำเสนอโครงงานปากเปล่า โดยใช้ภาษาในการสื่อสาร อธิบายโครงสร้างการจัดทำโครงงานชัดเจน และตอบข้อซักถามเกี่ยวกับรายละเอียดการดำเนินการจัดทำโครงงานได้เป็นอย่างดี มีความชื่นชมในผลงานของตนเองที่ช่วยกันจัดทำส่งผลให้คุณภาพของโครงงานอยู่ในระดับดีถึงดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สิทธิพล อาจอินทร์ (2554 : บทคัดย่อ) ที่ศึกษาเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาการพัฒนาหลักสูตร สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร 5 ปี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

ที่เรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.72 คิดเป็นร้อยละ 82.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 และมีจำนวนนักศึกษาผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 77.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 75

2. คุณลักษณะพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดย การจัดการเรียนรู้รูปแบบโครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับดีมาก ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนได้มีการชี้แจงให้นักศึกษาเข้าใจถึงหลักการและกระบวนการในการจัดการเรียนรู้โดยการสอนรูปแบบโครงงานเป็นฐานและทำข้อตกลงเกี่ยวกับพฤติกรรมการส่งงานร่วมกันระหว่างอาจารย์และนักศึกษา ซึ่งเป็นการส่งเสริมความรับผิดชอบให้นักศึกษาอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอความก้าวหน้าของโครงงาน จึงทำให้นักศึกษาสามารถจัดทำโครงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในการจัดการเรียนรู้โดยการสอนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน เป็นงานที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้าที่นักศึกษาคิดและทำอย่างอิสระในประเด็นที่ตนเองสนใจ อยากรู้ อยากเข้าใจ ทำให้สามารถดำเนินโครงการได้อย่างเป็นระบบ รู้สึกดีในการทำงานและมีความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้า เป็นการเรียนรู้โดยการมีส่วนร่วม การปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Bloom, 1976 : 13) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน มีการส่งเสริมการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานยังเป็นการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในตัวบุคคล เนื่องจากนักศึกษาได้รับสิ่งเร้าคือความสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง จึงเกิดกระบวนการค้นหาและสร้างความรู้จากสิ่งที่พบเห็นบวกกับความรู้ความเข้าใจที่มีมาก่อน มาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญาจึงเกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งองค์ประกอบของการทำงานของสมองมีองค์ประกอบหลัก คือ ส่วนที่เป็นสารสนเทศหรือข้อมูล และส่วนที่เป็นกระบวนการจัดการกระทำกับข้อมูล โดยประสาทจะทำหน้าที่รับข้อมูลหรือสิ่งเร้าเข้ามาแล้วส่งให้สมองจัดการกระทำกับข้อมูลอย่างสลับซับซ้อน นั่นคือความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของมนุษย์ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการคิดทั้งปวง กล่าวคือเมื่อบุคคลคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่งและได้ความคิดที่ผ่านกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาแล้ว ความคิดนั้นจะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา นำไปปฏิบัติ นำไปศึกษาวิจัยต่อ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

- 1.1 อาจารย์ผู้สอนควรมีความรู้ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นอย่างดี และพร้อมที่จะชี้แนะให้ความรู้แก่นักศึกษาได้เป็นอย่างดี
- 1.2 ก่อนให้นักศึกษาทำโครงงาน อาจารย์ผู้สอนควรให้ความรู้เกี่ยวกับหลักการและแนวคิดทางทฤษฎีโครงงานแก่นักศึกษา ก่อน เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานนั้นต้องอาศัยระยะเวลาในการทำโครงงานค่อนข้างมาก ฉะนั้นผู้สอนควรจัดตารางเวลาให้เหมาะสม
- 1.4 อาจารย์ผู้สอนควรพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านอื่น ๆ ด้วยและควรพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรมีการสนับสนุนให้นักศึกษาเข้าร่วมประกวดโครงงานในเวทีอื่น ๆ หรือเพิ่มโครงงานหรือหัวข้อโครงงานที่เป็นโครงงานประกอบบทเรียน และควรมีการติดตามผลของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างว่าสามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดให้กับนักเรียนได้มากน้อยเพียงใด
- 2.2 ควรเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานกับการจัดการเรียนการสอนแบบอื่น เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปปรับใช้ได้อย่างเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และคณะ. (2558). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2544). *การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2550). *โครงการคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- สาขาวิชาคณิตศาสตร์. (2555). *หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555*. ร้อยเอ็ด: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด.
- สุทธิวรรณ ตันติรจนาวงศ์. (2560). ทิศทางการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 10(2), 2843-2854.
- สิทธิพล อัจฉรินทร์. (2554). การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาการพัฒนาหลักสูตร สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี หลักสูตร 5 ปี. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 1(1), 1-16.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ. (2557). *คู่มือการสอนโครงงานคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: Learn and Play MATHGROUP.
- Bloom, Benjamin S., ed. (1976). *Taxonomy of Education objective, Handbook The Cognitive Domain*. New York: Mckay.
- Cohen, MS.& et al. (1991). *Student Research Projects in Calculus*. Washington, DC.: The Mathematical Association of America.