

การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

DEVELOPMENT OF ELECTRONICS LESSONS ON ANDROID ON A NUMBER AND OPERATIONS OF MATHEMATICS SUBJECT FOR PRATHOMSUKSA 3 STUDENTS

ช่อพกา ดอกขามกลาง* อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ และ ธนวัฒน์ วรรณประภา

Chorpaka Dorkkhamklang* Artnarong Manosuttirit and Thanawat Wannaprapha

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 20131

Program in Educational Technolog, Faculty of Education, Burapha University, Chon Buri 20131, Thailand

*Corresponding author: Email: 59920180@go.buu.ac.th

รับบทความ 16 มิถุนายน 2564 แก้ไขบทความ 30 สิงหาคม 2564 ตอบรับบทความ 10 กันยายน 2564 เผยแพร่บทความ กรกฎาคม 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/ E2 เท่ากับ 80/ 80 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากเรียนรู้ด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเนินโมก ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 30 คน ใน 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ และ 4) แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบประสิทธิภาพ E1/E2

ผลการวิจัย พบว่า 1) บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.06/ 81.76 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากเรียนรู้ด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนเรียน คิดเป็น 11.54 เปอร์เซ็นต์ และ 3) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้น ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์, คณิตศาสตร์

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop electronics lessons for android on numbers and operations of Mathematics subject for Prathomsuksa 3 students to meet the efficiency based on the E1/E2 formula with the 80/ 80 criteria, and 2) to examine the learning achieving scores after learning through the developed lessons, and 3) to explore the students' satisfaction with the use of the developed lessons. The sample consisted of 30 students from a class of Prathomsuksa 3 at Bannoenmok School in the 2020 academic year. The research instruments were 1) the electronics lessons for android on numbers and operations of Mathematics subject for Prathomsuksa 3 students, 2) a learning achievement test, 3) a questionnaire on students' satisfaction with the use of the developed lessons, and 4) exercises for each lesson. The statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and the efficiency test with the efficiency criteria E1/E2.

The results revealed that 1) the electronics lessons for android on numbers and operations for Prathomsuksa 3 students with the defined efficiency of 80.06/ 81.76, and the learning achievement test scores after the intervention were higher than those before the intervention with 11.54 percent, and the students' satisfaction towards the developed lessons was overall at a high level.

Keywords: Electronics Lessons, Mathematics

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสังคมมนุษย์มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการศึกษา เทคโนโลยีที่สำคัญและได้รับความนิยม คือ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จากการพัฒนาอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทำให้ในขณะนี้เกิดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ออกแบบมาให้ทำงานโดยใช้หน้าจอสัมผัส น้ำหนักเบา จอปรับหมุนอัตโนมัติ ที่เรียกกันว่า “แท็บเล็ต” รัฐบาลยุคที่ผ่านมาได้ตระหนักถึงความสำคัญของการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน จึงได้มีนโยบายการแจกแท็บเล็ตประจำตัวนักเรียนภายใต้โครงการ “One Tablet Per Child” ได้เริ่มแจกนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2555 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนยุคใหม่เป็นเครื่องมือในการเข้าถึงแหล่งเรียนรู้และองค์ความรู้ต่าง ๆ สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จากนโยบายดังกล่าวทำให้การเรียนการสอนในปัจจุบันครูและนักเรียนต้องมีการปรับตัวให้สามารถใช้ประโยชน์สูงสุดจากแท็บเล็ต (โครงการแท็บเล็ตพีซีเพื่อการศึกษาไทย, 2555)

จากผลการประเมินความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนระดับชาติ (National Test: NT) ประจำปีการศึกษา 2561 ซึ่งประเมินความสามารถผู้เรียนรวม 3 ด้าน ได้แก่ ความสามารถด้านภาษา ความสามารถด้านคำนวณ และความสามารถด้านเหตุผล โดยเฉพาะความสามารถด้านคำนวณ ในระดับเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 1 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 1, 2559) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 40.16 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์น่าพึงพอใจ (ร้อยละ 50) และลดลงจากคะแนนเฉลี่ยของปีการศึกษา 2559 ร้อยละ 2.95 และเมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านคำนวณของนักเรียนโรงเรียนบ้านเนินโมก พบว่าปีการศึกษา 2561 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านคำนวณเท่ากับร้อยละ 35.17 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของระดับเขตพื้นที่การศึกษาทั้งยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 36.99 ในปีการศึกษา 2561 (โรงเรียนบ้านเนินโมก, 2562)

จากประเด็นดังกล่าว ในฐานะครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่าการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอันหมายถึงประสิทธิภาพและคุณภาพของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วนในลำดับแรก ๆ โดยเฉพาะประเด็นของพฤติกรรมในการจัดการเรียนการสอนของครูที่ต้องให้ความสำคัญในเรื่องรูปแบบของกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางร่วมกับการใช้สื่อ นวัตกรรม และเทคโนโลยีการเรียนการสอน

การนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) ในลักษณะของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการมือถือ เข้ามาเป็นสื่อชนิดหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นรายวิชาที่ต้องใช้ความคิด สติปัญญา ต้องมีการฝึกฝนทบทวนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิด ความเข้าใจ เกี่ยวกับสูตรหรือวิธีคิดหาคำตอบจากโจทย์อย่างถูกต้อง คล่องแคล่วและแม่นยำ จะสามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังเป็นการสนองตอบความถนัดและความสนใจของผู้เรียนได้อย่างชัดเจนที่สุด จึงได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดคำนวณ เรื่องจำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นสื่อเสริมและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ทักษะเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีคุณลักษณะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์ของหลักสูตรในที่สุด

การคิดเชิงคณิตศาสตร์ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ในปีคริสต์ศักราช 1989 (National Council of Teacher of Mathematics, 1989) ได้จัดทำมาตรฐานเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งตามระดับเกรด (ชั้นปี) ของนักเรียน โดยจัดทำเป็นมาตรฐานของหลักสูตร ตั้งแต่ระดับเกรดอนุบาลถึงเกรด 12 ไว้อย่างชัดเจน ดังนี้

1. มาตรฐานหลักสูตรสำหรับเกรด K-4 ประกอบด้วย มาตรฐาน 1 คณิตศาสตร์กับการแก้โจทย์ปัญหา มาตรฐาน 2 คณิตศาสตร์กับการสื่อสาร มาตรฐาน 3 คณิตศาสตร์กับการให้เหตุผล มาตรฐาน 4 คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยง มาตรฐาน 5 การประมาณค่า มาตรฐาน 6 ความรู้สึกเชิงจำนวนและการคิดคำนวณ มาตรฐาน 7 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนนับและการดำเนินการ มาตรฐาน 8 วิธีการคิดคำนวณจำนวนนับ มาตรฐาน 9 เรขาคณิตและความรู้สึกเชิงปริภูมิ มาตรฐาน 10 การวัดมาตรฐาน 11 สถิติความน่าจะเป็น มาตรฐาน 12 ฟังก์ชันและทศนิยม และมาตรฐาน 13 แบบรูปและความสัมพันธ์

2. มาตรฐานหลักสูตรสำหรับเกรด 5-8 ประกอบด้วย มาตรฐาน 1 คณิตศาสตร์กับการแก้โจทย์ปัญหา มาตรฐาน 2 คณิตศาสตร์กับการสื่อสาร มาตรฐาน 3 คณิตศาสตร์กับการให้เหตุผล มาตรฐาน 4 คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยง มาตรฐาน 5 จำนวนและความสัมพันธ์ของจำนวน มาตรฐาน 6 ระบบจำนวนและทฤษฎีจำนวน มาตรฐาน 7 การคำนวณและการประเมินค่า มาตรฐาน 8 แบบรูปและความสัมพันธ์ มาตรฐาน 9 พีชคณิต มาตรฐาน 10 สถิติ มาตรฐาน 11 ความน่าจะเป็น มาตรฐาน 12 เรขาคณิต และมาตรฐาน 13 การวัด

3. มาตรฐานหลักสูตรสำหรับเกรด 9-12 ประกอบด้วยมาตรฐาน 1 คณิตศาสตร์กับการแก้โจทย์ปัญหา มาตรฐาน 2 คณิตศาสตร์กับการสื่อสาร มาตรฐาน 3 คณิตศาสตร์กับการให้เหตุผล มาตรฐาน 4 คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยง มาตรฐาน 5 พีชคณิต

มาตรฐาน 6 ฟังก์ชันมาตรฐาน 7 เรขาคณิตจากการสังเคราะห์ มาตรฐาน 8 เรขาคณิตจากมุมมองที่หลากหลาย มาตรฐาน 9 ตรีโกณมิติ มาตรฐาน 10 สถิติ มาตรฐาน 11 ความน่าจะเป็น มาตรฐาน 12 คณิตวิเคราะห์ยุคคณิต มาตรฐาน 13 แคลคูลัส และมาตรฐาน 14 โครงสร้างคณิตศาสตร์

การกำหนดมาตรฐานเพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามที่สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM) นำเสนอไว้ นั้นจะพบว่า มีการพัฒนาทักษะการคิดที่มีความเข้มข้นขึ้นตามระดับชั้นที่สูงขึ้น สำหรับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาการสื่อสาร การให้เหตุผลและการเชื่อมโยง ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่ทุกระดับชั้นต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเป็นไปตามวัยของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญในประเด็นดังกล่าวข้างต้น จึงมีความต้องการที่จะพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นรายวิชาที่ต้องใช้ความคิด สติปัญญา ต้องมีการฝึกฝนทบทวนอย่างสม่ำเสมอเพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิด ความจำ ความเข้าใจ เกี่ยวกับสูตรหรือวิธีคิดหาคำตอบจากโจทย์อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว และแม่นยำจะสามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังเป็นการสนองตอบความถนัดและความสนใจของผู้เรียนได้อย่างชัดเจนที่สุด จึงได้พัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นสื่อเสริมและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแก่ผู้เรียน ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ทักษะดี เกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ให้มีคุณลักษณะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์ของหลักสูตรในที่สุด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 80/80
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของการดำเนินการและการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ ADDIE model เป็นกรอบในการพัฒนา



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาบทรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) โดยผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการพัฒนาตามแนวคิด ADDIE Model ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (A: Analysis)
2. ขั้นตอนการออกแบบ (D: Design)
3. ขั้นตอนการพัฒนา (D: Development)

4. ขั้นตอนการทดลอง (I: Implementation)

5. ขั้นตอนการประเมินผล (E: Evaluation)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยใช้ประชากรทั้งหมดในการศึกษา เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเนินโมก อำเภอบ้านบึง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

2. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

4. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย

แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง ทบทวนการบวก จำนวนนับไม่เกิน 1,000 ไม่มีการทด

แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง ทบทวนการบวก จำนวนนับไม่เกิน 1,000 มีการทด

แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง การบวกจำนวน 2 จำนวน ที่มีผลบวกไม่เกิน 100,000 ไม่มีการทด โดยใช้วิธีลัดและตาราง

แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง การบวกจำนวน 2 จำนวน ที่มีผลบวกไม่เกิน 100,000 มีการทด โดยใช้วิธีลัดและตาราง

แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่อง การบวกจำนวน 3 จำนวน ที่มีผลบวกไม่เกิน 100,000

แบบฝึกหัดที่ 6 เรื่อง การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาการบวกและหาคำตอบ

แบบฝึกหัดที่ 7 เรื่อง การแสดงวิธีทำและหาคำตอบโจทย์ปัญหาการบวก

แบบฝึกหัดที่ 8 เรื่อง การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก

วิธีรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้น ไปทดสอบประสิทธิภาพตามหลักการของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านวัดเขาไฟ (เขี้ยววิทยาคุณ) อำเภอบ้านบึง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ตามขั้นตอน ดังนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) ผู้วิจัยนำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่พัฒนาขึ้นไป ทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน โดยสุ่มจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง โดยผู้วิจัยนัดหมายผู้เรียนเพื่อร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ผู้วิจัยสังเกตและบันทึกการทำกิจกรรม ทั้งนี้ ผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่า มีค่าประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 50.42/66.67 จากการสังเกต พบว่า การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่พัฒนาขึ้นไป ส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เกิดความสนุกสนานและเรียนรู้เนื้อหาในแต่ละบทเรียนได้ต่อเนื่องมากขึ้น สำหรับข้อบกพร่องที่พบจากการทดลองใช้ คือ สีเส้นและขนาดตัวอักษรในบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์กลมกลืนกันเกินไป ทำให้ผู้เรียนอ่านข้อความค่อนข้างยาก ตัวอักษรมีขนาดเดียว จึงทำให้ขาดความน่าสนใจ ทั้งนี้ จากข้อบกพร่องดังกล่าว ผู้วิจัยจึงปรับปรุงโทนสีและขนาดของตัวอักษรให้ถูกต้องตามหลักการของการกำหนดสีและขนาดตัวอักษรที่เป็นสากล คือ กำหนดให้เป็นพื้นหลังของสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เป็นโทนสีสว่าง ตัวอักษรสีดำ สีขาว หรือสีเข้ม และเพิ่มขนาดตัวอักษรตามความเหมาะสมของการนำเสนอข้อมูลในบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีทั้งตัวอักษรขนาด 12, 14, 16, 18 และ 22 ตามลำดับ และใช้รูปแบบตัวอักษรแบบ Promp

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) ผู้วิจัยนำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่พัฒนาขึ้น ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน โดยสุ่มจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง โดยผู้วิจัยนัดหมายผู้เรียนเพื่อร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เว็บบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ผู้วิจัยสังเกตและบันทึกการทำกิจกรรม ทั้งนี้ ผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่า มีค่าประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 72.50/71.67 จากการสังเกต พบว่า การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับ

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และปฏิบัติตามลำดับการเรียนรู้ของสื่อ ช่วยให้ผู้เรียนเกิด ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ผู้เรียนมีความสนใจและปฏิบัติตามลำดับการเรียนรู้ของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์อย่างต่อเนื่อง จนสิ้นสุด กระบวนการเรียนรู้ในแต่ละบทเรียน ส่งผลให้ประสิทธิภาพของกระบวนการสูงกว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ แต่ยังคงพบข้อบกพร่อง คือ ภาพประกอบของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์มีน้อยเกินไป บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์จึงขาดสีสัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายในบาง ช่วงบางตอนของการเรียนรู้ จากข้อบกพร่องดังกล่าว ผู้วิจัยจึงปรับปรุงบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยการเพิ่มภาพประกอบซึ่งเป็นภาพ การตูนที่เหมาะสมกับช่วงชั้นของผู้เรียน เพื่อสร้างความสนใจของบทเรียนมากขึ้น

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม ผู้วิจัยนำสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่พัฒนาขึ้น ไปทดลองใช้กับ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเนินโมก ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของ บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้เป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ $E1/E2 = 80/80$ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการทดลอง รวม 12 ชั่วโมง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการ ดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ $E1/E2$ (ชัยงค์ พรหมวงศ์, 2556) ดังนี้

สูตรที่ 1 ประสิทธิภาพของกระบวนการ ($E1$)

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{n \times A} \times 100$$

E_1 แทน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

สูตรที่ 2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E2$)

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{N \times B} \times 100$$

E_2 แทน ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน หลังจากเรียนรู้ด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน และเทียบสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การหาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนของนักเรียนทั้งหมด

2.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมดกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียน

2.3 การเทียบสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ หรือร้อยละ โดยใช้สูตร

$$\text{ผลของเปอร์เซ็นต์} = \frac{\text{จำนวนทั้งหมด} \times \text{เลขเปอร์เซ็นต์}}{100}$$

3. การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 การหาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนของนักเรียนทั้งหมด

3.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมดกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียน

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เนื้อหาบทเรียน ประกอบด้วย การแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาของบทเรียนและเกมทดสอบความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

ส่วนที่ 2 การสอบและการประเมินผล ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนและแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

2. บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.06/ 81.76 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน หลังจากเรียนรู้ด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนเรียน คิดเป็น 11.54 เปอร์เซนต์

4. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.07$, $SD = 0.63$)

อภิปรายผลการวิจัย

1. บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีประสิทธิภาพ 80.06/81.76 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด $E1/E2 = 80/80$ เพราะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยเรียนลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก ใช้ตัวอักษรที่อ่านง่าย ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว มีเกมทดสอบที่สอดคล้องกับเนื้อหา สามารถนำไปใช้เป็นสื่อการสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ข้อจำกัดเรื่องเวลาและสถานที่ ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตามความสะดวก และสามารถทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้วได้ สามารถเลือกเรียนลำดับเนื้อหาตามที่ต้องการ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้ เป็นการเสริมแรงทางบวกและสร้างแรงจูงใจในการเรียน มีความกระตือรือร้นในการเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภนันท์ ทับท่าช้าง (2562) ได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันรายวิชาคณิตศาสตร์ และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ เรื่อง การใช้โปรแกรม Microsoft Excel สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 พบว่า เว็บแอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพ 81.48/82.91 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐชนน โพธิ์อ่อน (2560) ได้ศึกษาผลการเรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะ เรื่อง การสร้างแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เบื้องต้น พบว่า แอปพลิเคชันดังกล่าว มีค่าประสิทธิภาพ $E1/E2 = 81.20/81.81$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน หลังจากเรียนรู้ด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนเรียน คิดเป็น 11.54 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องมาจากบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว ได้ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพหลายขั้นตอนจนมีความเหมาะสม ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น อีกทั้ง ผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึงธรรมชาติในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งเป็นผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ยังถือว่าเป็นเด็กเล็กและสนใจในการเรียนรู้ยังขาดความต่อเนื่อง อีกทั้งบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น ผู้เรียนยังสามารถเรียนซ้ำในเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้อย่างมีอิสระ และหลังจากเรียนจบแต่ละเนื้อหา ผู้เรียนจะได้ทำแบบฝึกหัดหรือใบความรู้ทันที เพื่อทบทวนและทดสอบความรู้ในแต่ละบทเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฐะณพงศ์ ศรีภาพสินธุ์ (2558) ที่พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนแบบซ่อมเสริมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ การออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์บนเว็บเพจ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนแบบซ่อมเสริมดังกล่าว มีประสิทธิภาพ 90.61/84.72 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพ พบว่า ได้ประสิทธิภาพหลังกระบวนการเรียน = 84.72 และประสิทธิภาพก่อนกระบวนการ = 21.78 จึงสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนแบบซ่อมเสริมดังกล่าว ทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพทางการเรียนเท่ากับ 62.94 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์บนเว็บเพจได้

3. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เนื่องจากบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว มีการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นหมวดหมู่ จากง่ายไปยาก มีการนำเสนอเนื้อหาหลายรูปแบบ ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และคลิปวิดีโอที่น่าสนใจ ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน อีกทั้งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระ เรียนรู้ได้ตามความสามารถของตน สามารถเรียนซ้ำใหม่ได้หลายครั้ง หากยังไม่เข้าใจบทเรียน และสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลาเมื่อต้องการเพิ่มพูนความรู้หรือต้องการทบทวนความรู้เดิม สามารถทดสอบความรู้ของตนเองได้ ไม่รู้สึกอึดอัดเมื่อตอบผิด จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภนันท์ ทับท่าช้าง (2562) ที่ได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน รายวิชาคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ เรื่อง การใช้โปรแกรม Microsoft excel สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชัน รายวิชาคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ เรื่อง การใช้โปรแกรม Microsoft excel สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ วงศ์สินอุดม (2558) ที่พัฒนาแอปพลิเคชันบทเรียนบนคอมพิวเตอร์พกพา ร่วมกับการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดเพชรบุรี ผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันบทเรียนบนคอมพิวเตอร์พกพา ร่วมกับการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนและเรียนรู้ด้วยตนเองได้ทุกที่ทุกเวลา ดังนั้น จึงควรนำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน โดยเฉพาะในช่วงที่มีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

1.2 การนำสื่อมัลติมีเดีย ไปใช้กับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้สอนต้องดูแลและติดตามการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด เพราะผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ยังมีความอดทนต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองไม่มากนัก ต้องได้รับการดูแลจากผู้สอนอย่างใกล้ชิด เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ เช่น การวัดความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ เรขาคณิต รูปเรขาคณิต เป็นต้น

2.2 จากผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์มีสื่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ สอดคล้องกับเนื้อหาในการเรียนรู้ครบทุกกิจกรรม ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับที่น้อยที่สุด ประกอบกับงานวิจัยนี้ เป็นการใช้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจะให้ความสนใจกับสื่อที่สามารถจับต้องได้ ดังนั้น ควรมีการพัฒนาสื่อเสริมอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ชุดฝึกการเรียนรู้ หนังสือชุดได้สำหรับการเรียนรู้ เรื่องสูตรต่าง ๆ อินโฟกราฟิกสรุปความรู้ คลิปวิดีโอ เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ที่หลากหลาย และมีความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนเพิ่มมากขึ้น

2.3 ควรศึกษารูปแบบการเรียนรู้ในลักษณะอื่น เพื่อให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันมากขึ้น โดยสอดแทรกกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เช่น การจูงใจด้วยรางวัล หรือคะแนน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กาญจนา อรุณสุขจุ. (2546). *ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ต่อการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตรไทยปราการจำกัด อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จักรชัย โสอินทร์. (2554). *Basic android app development*. นนทบุรี: ไอดีซี.
- จุฑามาศ กันทา และบัณฑิตา อินสมบัติ. (2557). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดพิจิตร. *วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ*, 4(6), 41-56.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 5(1), 10.
- ธัญพงศ์ ศรีกาฬสินธุ์. (2558). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนแบบซ่อมเสริมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์: การออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์บนเว็บเพจ. *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม*, 31(1), 38-50.
- ณัฐชนน โพธิ์อ่อน. (2560). *การพัฒนาบทเรียนช่วยฝึกทักษะ วิชาการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปบนอุปกรณ์พกพา เรื่อง การสร้างแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เบื้องต้น*. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ดวงพร เพ็ชรแบน. (2563). *ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์*. เข้าถึงได้จาก <http://potinimi.blogspot.com/>. 20 มกราคม 2564.
- ดารารวรรณ นนทวาส. (2557). การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทามูเนียวทยาการ จังหวัดลำพูน. ใน *การประชุมวิชาการ Graduate Research Conference 2014*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บรรยง เขียวจรัส. (2562). *บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์*. เข้าถึงได้จาก <https://slideplayer.in.th/slide/2063482/>. 20 มกราคม 2564.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- พรทิพย์ วงศ์สินอุดม. (2558). การพัฒนาแอปพลิเคชันบทเรียนบนคอมพิวเตอร์พกพา ร่วมกับการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคม*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2544). *แนวทางการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: พรักหวาน.
- ไพโรจน์ คะเชนทร์. (2556). *การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. เข้าถึงได้จาก www.waltoongpel.com/Sarawichakarn/wichakarn/1-10/การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. 20 มกราคม 2564.
- พัฒนา เครือคำ. (2557). การพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการสอนกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คุณธรรม จริยธรรมด้านความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่และความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธาดานารายณ์วิทยา. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 11(52), 89-104.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บพท.
- รุ่งทิวา นามารุง. (2550). *วิถีธรรมชาติแห่งการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่องของการคูณและการหารของเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี*. ปริญญาโท กศ.ด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- โรงเรียนบ้านเนินโมก. (2560). *ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ปีการศึกษา 2560*. ชลบุรี: โรงเรียนบ้านเนินโมก.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิรุฬ พรรณเทวี. (2542). *ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงาน กระทรวงมหาดไทย ในอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศุภนันท์ ทับท่าช้าง. (2562). *การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน รายวิชาคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ เรื่อง การใช้โปรแกรม Microsoft excel สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศูนย์ปฏิบัติการกระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *รายงานผลการใช้งานแท็บเล็ตพีซีในโรงเรียน*. เข้าถึงได้จาก <http://www.moc.moe.go.th/ViewContent.aspx?ID=3302>. 15 ธันวาคม 2563.
- ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2547). *รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษารูปแบบของ E-Learning ที่เหมาะสมกับการศึกษานอกโรงเรียน*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ลักษณ์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *เอกสารสำหรับผู้รับการอบรมคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรที่ 1*. กรุงเทพฯ: ศุภสภาดาพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *สหบรรณานุกรมห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษาไทย*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ลักษณ์.
- สมบุรณ์ ตันยะ. (2545). *การประเมินทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สารานุกรมเสรี. (2563). *โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์*. เข้าถึงได้จาก [https://th.wikipedia.org/wiki/แอนดรอยด์_\(ระบบปฏิบัติการ\)](https://th.wikipedia.org/wiki/แอนดรอยด์_(ระบบปฏิบัติการ)). 20 มกราคม 2564.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 1. (2559). *รายงานผลการดำเนินงาน ประจำปี 2559*. ชลบุรี: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 1.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- Anderson, R. H. (1980). *Clinical supervision*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem Solving, reasoning, and communicating (K-8) helping kids think mathematically*. New York: NY Macmillan.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA.
- El-Gayar, O., Moran, M., & Hawkes, M. (2011). *Student's acceptance of tablet pc and implications for education*. Retrieved from: <http://www.ifets.info/journals/14.2/5>. May 25th 2020.

- Greenwood, J. J. (1993). On the nature of teaching and assessing mathematic power and mathematic thinking. *Arithmetic teacher*, 41(3), 144-152.
- Guilford, W & Hoepfner, R. (1971). *The Analysis of Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Kakbra, J. F., & Sidqi, H. M. (2013). *Measuring the impact of ICT and e-leaning on higher education system with redesigning and adapting Moodle system in Kurdistan region government, KRG-Iraq*. Paper Presented at the Proceedings of the 2nd e-learning Regional Conference-State of Kuwait.
- Krulik, R., & Rudnick, E. R. (2003). *Problem solving in school mathematics*. Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Lappan, G., & Schram, P. W. (1989). *Communication and reasoning: Critical dimensions of sense making in mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- Mayer, R. E. (1983). *Reading strategies training for meaningful learning from prose*. New York: Cognitive Strategy Research, Springer.
- National Council of Teacher of Mathematics. (1989). *Mathematic*. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- O'Daffer, P. G., & Thornquist, B. A. (1993). *Critical thinking, mathematical reasoning and proof*. New York: Macmillan.
- Seel, B., & Glasgow, Z. (1988). *Making instructional design decisions*. Columbus, Ohio: Prentice-Hall.