การออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยสแครช 3.0

Design and Development of Educational Digital Game of Water Cycle for Elementary School Student using Scratch 3.0

ภัทรานิษฐ์ ศรีสกลทรัพย์ (Phatthranit Srisakonsub)*, จิรายุ นิ่มนวล (Jirayu Nimnual)*, และสิทธิเชนทร์ พราหมณ์ชู (Sittichain Pramchu)**

Received: June 22, 2023
Revised: September 15, 2023
Accepted: September 22, 2023

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ภัทรานิษฐ์ ศรีสกลทรัพย์ (Phatthranit Srisakonsub) อีเมล: srisakonsub@gmail.com

DOI:10.14416/j.it.2024.v1.007

บทคัดย่อ

การวิจัยการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาฯ วัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) ออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาที่มีเนื้อหาวัฏจักรน้ำตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาของไทย 2) พัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาที่มีเนื้อหาวัฏจักรน้ำตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาของไทย 3) หาประสิทธิภาพเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำฯ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำฯ และ 5) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำฯ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านจอมบึง (วาปีพร้อมประชาศึกษา) จังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 45 คน ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาซอฟต์แวร์เกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำฯ ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์เกม 2) การออกแบบเกม 3) การสร้างเกม และ 4) การทดสอบเกม โดยใช้แบบจำลองการพัฒนาแบบรวดเร็ว (RAD) ทำให้ได้เกมดิจิทัลที่สมบูรณ์ในเวลารวดเร็ว และนำเกมไปให้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบจำนวน 5 ท่าน เพื่อหาประสิทธิภาพเกมดิจิทัลการศึกษาด้วยวิธีการทดสอบ แบบ Black-Box และ White-Box การพัฒนาซอฟต์แวร์เกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษามี 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) เริ่มเกม 2) วิธีเล่น 3) กรอกชื่อผู้เล่น 4) แผนที่เกม 5) เนื้อหา 6) เกม 7) ทดสอบความรู้ และ 8) ผลคะแนน จำนวน 5 ด่านที่เกี่ยวข้องกับเรื่องวัฏจักรน้ำ ได้แก่ 1) การระเหยทางบก 2) การระเหยทางน้ำ 3) การควบแน่น 4) การเกิดฝน และ 5) การรวมตัวของน้ำ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่ามีประสิทธิภาพเกมในภาพรวมอยู่ระดับดีมาก และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำฯ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: เกมมิฟิเคชัน การศึกษา การออกแบบระบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

Abstract

The objectives of this research are as follows: 1) to develop an educational digital game implemented water cycle content belonging to science curriculum for Thai elementary school students, 2) to determine the effectiveness of the water cycle educational digital game, 3) to compare pre-test and post-test learning achievement with this water cycle educational digital game, and 4) to study the satisfaction of students towards the water cycle educational digital game. and 5) to compare pre-test and post-test learning achievement with this water cycle educational digital game. The sample group used in this research is 45 students of the fifth grade (the 2nd semester of 2022) from Banjombung school, Ratchaburi province, Thailand.

* สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
* Department Computer Education, Faculty of Science, Muban Chom Bueng Rajabhat University.
** สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
** Department General Science, Faculty of Science, Muban Chom Bueng Rajabhat University.

The process in developing our water cycle educational digital game comprises the steps as follows: 1) game analysis, 2) game design, 3) game development, and 4) game testing, based on the rapid application development (RAD) approach to obtain quality game within the time limit. Our developed game has been evaluated by five experts in science education and technology for the determination of effectiveness of our educational digital game based on white-box and black-box testing techniques. The obtained water cycle educational digital game is composed of eight parts, which are: 1) game starting, 2) gameplay suggestion, 3) player naming, 4) game maps, 5) water cycle contents, 6) playing, 7) testing of the water cycle content learning, and 8) score conclusion. The developed game consists of five stages related to the water cycle content, which are: 1) terrestrial evaporation, 2) oceanic evaporation, 3) condensation, 4) precipitation, and 5) steam flow. The evaluation results from five experts indicate that the overall effectiveness of our game is in the highest level. The students' satisfaction towards the water cycle educational digital game is in the high level.

Keywords: Gamification, Education, Learning, System Design, Game Based Learning.

1. บทนำ

การออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษา มีความสำคัญในยุคปัจจุบันเนื่องจากเกมมีผลกระทบมากต่อการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และมีความสามารถในการทดลองสิ่งใหม่ ๆ การเรียนรู้ที่สนุกจะทำให้ผู้เรียนยอมรับความรู้ใหม่ ๆ สร้างความคุ้นเคย และทักษะในการใช้เทคโนโลยี อีกทั้งเกมดิจิทัลการศึกษาสามารถเป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ และพัฒนาตัวเองได้ตลอดชีวิต ผ่านการเล่นเกม และการแก้ปัญหาภายในเกม เพื่อให้ได้สาระการเรียนรู้จะต้องออกแบบให้เนื้อหาสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้ โดยออกแบบหรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเกม มีการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เล่นหลังจากเล่นเกม การวิเคราะห์และออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาจะครอบคลุมการศึกษาความต้องการของผู้เล่น หรือผู้ใช้ได้แก่ นักเรียน ครู โดยนำมาวิเคราะห์สร้างแนวคิดในการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษา และกำหนดเครื่องมือในการสร้างเกมตามแบบจำลองการพัฒนาแบบรวดเร็ว (RAD) ซึ่งขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมเกม เลือกใช้โปรแกรมสแครช 3.0 ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมด้วยบล็อกคำสั่ง ทำให้ง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมแต่จะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของโปรแกรมสแครช เช่น ภาพจะต้องมีขนาดไม่เกิน 480×360 พิกเซล เพื่อนำมาออกแบบภาพกราฟิก รวมถึงออกแบบวิธีเล่นแบบแคชชวลที่สามารถเล่นได้บนสมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ได้อย่างเหมาะสม ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะออกแบบ และพัฒนาต้นแบบบเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยโปรแกรมด้วยสแครช 3.0 ขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่สนุกทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่ หรือเป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ได้จากเกมนี้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดในการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษา

การออกแบบเกมดิจิทัลสามารถนำมาประยุกต์กับการศึกษาได้หลายแนวคิด ดังนี้ 1) ออกแบบจากการอุปกรณ์เล่นเป็นตัวตั้ง 2) ออกแบบจากการเลียนแบบเกมที่มีอยู่แล้ว หรือกำลังได้รับความนิยม ซึ่งเกมลักษณะนี้มีชื่อเรียกว่าเกมคอนโซล วิธีการเล่นไม่ซับซ้อน สามารถเล่นได้บนสมาร์ทโฟน 3) ออกแบบจากเรื่องราว หรือเนื้อหาของเกมส่วนมากเกมจะสร้างจากนิยาย ภาพยนตร์ การ์ตูน ซึ่งการออกแบบวิธีนี้ต้องอิงเนื้อเรื่องเป็นสำคัญ และออกแบบวิธีเล่นให้สอดคล้องกับเกม 4) ออกแบบจากการคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นวิธีเล่นที่แปลกใหม่ 5) ออกแบบจากความต้องการโดยใช้ข้อมูลทางการตลาด และกระแสความนิยมของเกมเป็นแนวทาง และ 6) ออกแบบจากข้อจำกัด เช่น เครื่องเล่นเกมไม่รองรับการแสดงผลภาพกราฟิกแบบละเอียด และการเคลื่อนไหวจำนวนมากได้จึงออกแบบภาพกราฟิกแบบพิกเซล 8 บิต รวมทั้งออกแบบวิธีเล่นแบบแคชชวลที่สามารถเล่นได้บนสมาร์ทโฟน [1]

2.2 การออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษา

การออกแบบเกมเริ่มต้นจากการหาแนวของเกมเกี่ยวกับรูปแบบการเล่น กฎกติกา วิธีควบคุม รวมถึงแนวทางการออกแบบด้านอาร์ตเวิร์ก ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ 1) กำหนดประเภทเกมแบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ 2) กำหนดอุปกรณ์ที่ใช้เล่น

เพื่อกำหนดวิธีเล่นเกม 3) เนื้อเรื่อง เพื่อใช้อ้างอิงการออกแบบองค์ประกอบในเกมทั้งหมดให้เข้ากัน ไม่ว่าจะเป็นตัวละคร ฉาก ส่วนประกอบฉาก วัตถุ เสียงประกอบ และอินเตอร์เฟซ 4) วิธีการเล่นเกม การพัฒนาหรือนำเสนอวิธีเล่นใหม่ ๆ จะทำให้เกิดแนวเกมใหม่ ๆ ที่มีความแตกต่าง ทำให้ผู้เล่นได้ประสบการณ์เล่นใหม่ ๆ 5) ออกแบบระดับเล่นเกม โดยอ้างอิงตามกลุ่มเป้าหมาย ประเภทเกม และวิธีการเล่นเกม 6) กำหนดเงื่อนไขการเล่นตามวัตถุประสงค์ของเกม และ 7) ออกแบบตัวตัวละคร ฉาก ส่วนประกอบฉาก วัตถุ เสียงประกอบ และอินเตอร์เฟซ [1]

2.3 คุณลักษณะเกมดิจิทัลการศึกษา

ลักษณะเกมที่ดีในการออกแบบเกมให้ตรงกับความต้องการของผู้เล่นเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการศึกษา หรือทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ มีลักษณะ ดังนี้ 1) เกมที่สนุก 2) ตัวอักษรอ่านง่ายและใช้งานง่าย 3) เกมที่ตื่นเต้น 4) เกมบอกวัตถุประสงค์ หรือภารกิจของเกม 5) การให้รางวัล 6) ทำให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น 7) สีสันสวยงาม 8) เนื้อเรื่องดี 9) เกมมีความท้าทาย 10) เกมให้ความรู้ใหม่ 11) เกมมีการตอบสนองกลับ และ 12) การประเมินผลการเรียนรู้ในเกม [2], [3]

2.4 โปรแกรมสแครช 3.0

สแครช (Scratch) เป็นภาษาเชิงกราฟิกสามารถ สร้างโค้ดหรือสคริปต์ ด้วยการลากบล็อกคำสั่งมาวางต่อกันเป็นลำดับเพื่อสั่งให้ตัวละคร หรือฉากกระทำการตามคำสั่ง โดยไม่ต้องพิมพ์คำสั่ง [4] สามารถรองรับภาพประเภท PNG, JPEG, GIF, SVG และ APNG ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับขนาดของภาพ แต่ขนาดที่เหมาะสมในการแสดงผล คือ 480x360 พิกเซล

2.5 การเรียนรู้ผ่านเกม

การเรียนรู้ผ่านเกมมีองค์ประกอบเกมมิฟิเคชันที่ใช้มากที่สุด คือ การให้คะแนน การแข่งขัน รางวัล การนำทางและเวลา องค์ประกอบเกมมิฟิเคชันอื่น ๆ ที่ใช้น้อย ในการสอน ได้แก่ ปริศนา การสวมบทบาท ความสำเร็จ ภารกิจ อวตาร ระดับ แบบทดสอบ แถบสถานะ การปรับระดับ ภารกิจ รางวัล ทีม ตัวละครลึกลับ ความคืบหน้า โซเชียลเน็ตเวิร์ก และการเล่าเรื่อง ซึ่งองค์ประกอบของเกมจะช่วยกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เล่นหรือผู้ใช้ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ [5]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jomsri, Prangchumpol, and Eaimtanakul [6] ศึกษาเกี่ยวกับการการประยุกต์ใช้เกมมิฟิเคชันสำหรับการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ในรูปแบบเอ็มเลิร์นนิ่ง รองรับฐานวิถีชีวิตใหม่ กรณีศึกษาวิชาปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ ผลการพัฒนาต้นแบบอินเทอร์เฟส พบว่า การวิเคราะห์ฮีทแมพ ผู้ใช้งานมีความเข้าใจ และสามารถเลือกรายการ หรือคลิกรายการที่ผู้เรียนต้องการได้ถูกต้อง

Narin, Sribun, and Yoongrum [7] ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชั่นเกมสนุก ๆ สำหรับเด็กพิเศษ บนอุปกรณ์สมาร์ทโฟนสำหรับเด็กพิเศษ การทดลองนี้ใช้กับเด็กพิเศษ จำนวน 13 คน จากสถานสงเคราะห์เด็กพิการทางสมอง จ.ราชบุรี ประเทศไทย พบว่าเกมที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กในวัยระหว่าง 6-12 ปี และสามารถกระตุ้นเด็กให้สนใจที่จะเรียนรู้มากขึ้น แม้เนื้อหาที่ยากก็สามารถเพิ่มแรงจูงใจหรือกระตุ้นความสนใจได้มากขึ้น

Cheng และคณะ [8] ศึกษาเกี่ยวกับเกมการศึกษาสำหรับการเรียนรู้ภูมิคุ้มกันของมนุษย์: นักเรียนเรียนรู้อะไรและรับรู้อย่างไร จากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องภูมิคุ้มกันของมนุษย์นั้นมีความซับซ้อนสูงมากทำให้ยากที่จะทำความเข้าใจ ดังนั้น จึงพัฒนาเกมการศึกษาสำหรับการเรียนรู้ภูมิคุ้มกันของมนุษย์ขึ้น การศึกษานี้ และวิธีการกึ่งทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 132 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามเจ็ดมิติ ซึ่งเน้นการรับรู้และพฤติกรรมของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการเล่นเกมมีประสิทธิภาพดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เนื้อหาบนเว็บ

การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้บนอุปกรณ์สมาร์ทโฟน โดยการบูรณาการเกมมิฟิเคชันเข้าไปในการเรียนรู้ของผู้เรียนกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเรียนรู้ด้วยเกมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และเพิ่มแรงจูงใจหรือกระตุ้นความสนใจนักเรียน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านจอมบึง (วาปีพร้อมประชาศึกษา) อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 5 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมกันทุกห้อง จำนวน 120 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนบ้านจอมบึง (วาปีพร้อม

ประชาศึกษา) จังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 45 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จากห้องเรียนที่จัดนักเรียนแบบคละความสามารถกัน ซึ่งมีจำนวน 5 ห้องเรียน ด้วยการจับสลากเลือกมา 1 ห้องเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

3.2.2 แบบประเมินประสิทธิภาพเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำฯ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

3.2.3 แบบวัดความพึงพอใจต่อเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำฯ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

3.2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องวัฏจักรน้ำ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

3.3 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

3.3.1 การสร้างเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาใช้แบบจำลองการพัฒนาแบบรวดเร็ว (RAD) มี 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์เกม 2) การออกแบบเกม 3) การสร้างเกม และ 4) การทดสอบเกม มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์เกม

นำข้อมูลที่ได้จากความต้องการของผู้ใช้ ได้แก่ นักเรียน ครู และผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ ดังนี้ 1) แนวคิดเกม 2) เนื้อหา 3) กลุ่มเป้าหมาย และ 4) แผนผังเกม

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบเกม

นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่หนึ่งมาออกแบบตามความต้องการของผู้ใช้มีรายละเอียด ดังนี้ 1) เนื้อเรื่อง 2) อินเตอร์เฟซ 3) วิธีการเล่นเกม 4) ระดับการเล่น 5) การทำงานของโปรแกรม และ 6) สตอรี่บอร์ด

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างเกม

สร้างเกมตามขั้นตอนที่สองโดยมีรายละเอียด ดังนี้ 1) ตัวละคร 2) ฉาก 3) ภาพประกอบฉาก 4) ไอเทม 5) เสียงประกอบ 6) การเขียนโปรแกรมเกม

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบเกม

การทดสอบเกมดิจิทัลการศึกษาที่สร้างขึ้น มีรายละเอียด ดังนี้ 1) ตรวจสอบการทำงานของเกม 2) ปรับปรุงแก้ไขและติดตั้ง 3) นำเกมดิจิทัลไปใช้ และ 4) จัดทำคู่มือประกอบการเล่น

3.3.2 การสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพเกมดิจิทัลการศึกษา มีรายละเอียด ดังนี้ 1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพเกมดิจิทัลการศึกษา 2) สร้างแบบประเมินคุณภาพฯ แบบมาตรส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 4 ด้าน ด้านละ 4 ข้อ รวมเป็น 16 ข้อ 3) แบบประเมินคุณภาพฯ ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถาม (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี จำนวน 3 ท่าน 4) ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินคุณภาพฯ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และ 5) นำแบบประเมินคุณภาพฯ ไปเก็บข้อมูล

3.3.3 การสร้างแบบสอบวัดความพึงพอใจที่มีต่อเกมดิจิทัลการศึกษา มีรายละเอียด ดังนี้ 1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจ 2) สร้างแบบวัดความพึงพอใจ แบบมาตรส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 6 ข้อ 3) นำแบบวัดความพึงพอใจไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถาม (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน 4) ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความพึงพอใจ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และ 5) นำแบบวัดความพึงพอใจไปใช้ทดลอง

3.3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีรายละเอียด ดังนี้ 1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดความคงทนทางการจำ 2) สร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ แบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 3) นำแบบทดสอบไปตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถาม (IOC) ด้านความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน 4) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และ 5) นำแบบทดสอบไปใช้ทดลอง

3.4 การวิเคราะห์และการประเมินผล

3.4.1 การประเมินผลประสิทธิภาพเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.4.2 การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ใช้สถิติเชิงอ้างอิง ได้แก่ t-test แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent t-test)

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการวิเคราะห์เกม

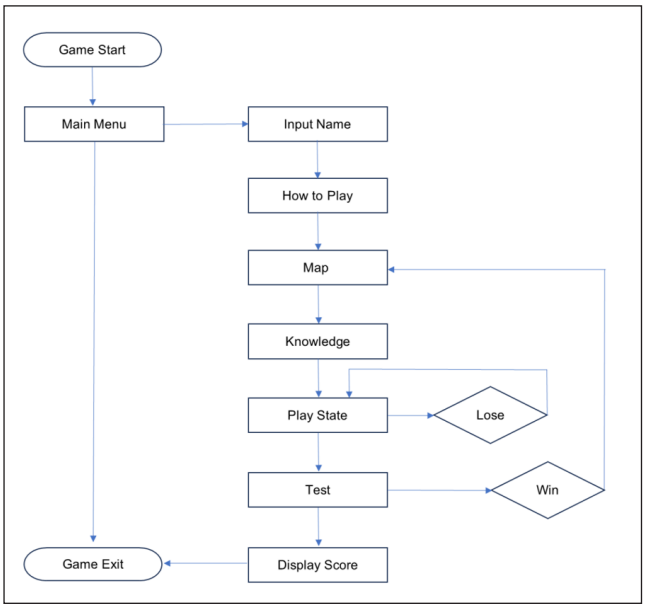
โดยนำความต้องการของผู้ใช้มาวิเคราะห์ ดังนี้

4.1.1 แนวคิดได้จากเกมคอนโซล 2 มิติ ซึ่งการแสดงผลจะเป็นภาพ 2 มิติ โดยตัวละครหรือฉาก สามารถเคลื่อนที่ได้เฉพาะในแนวแกน x และแกน y ไม่สามารถเปลี่ยนมุมมองในการเล่นได้ เกมนี้ออกแบบจากเนื้อหาของเกมเป็นแนวการศึกษาที่มีการสอนและการทดสอบความรู้ของในหัวข้อต่าง ๆ

4.1.2 วิเคราะห์เนื้อหาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ เรื่องวัฏจักรน้ำช่วงชั้นประถมศึกษาของไทย พบว่า เรื่องวัฏจักรน้ำประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้ 1) การระเหยทางบก 2) การระเหยทางน้ำ 3) การควบแน่น 4) การเกิดฝน และ 5) การรวมตัวของน้ำ

4.1.3 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนช่วงชั้นประถมศึกษาอายุ 8-12 ปี

4.1.4 แผนผังเกมวัฏจกรน้ำตามภาพที่ 1 สามารถอธิบายรายละเอียดดังนี้ 1) เริ่มเข้าเกม (Game Start) 2) เข้าเมนูหลัก (Main Menu) 3) ใส่ชื่อผู้เล่น (Input Name) 4) แนะนำวิธีเล่นเกม (How to Play) 5) แผนที่ด่านเกม (Map) 6) เนื้อหาเรื่องวัฏจักรน้ำ (Knowledge) 7) เข้าสู่โหมดเล่นเกม (Play State) 8) เล่นไม่ผ่านด่าน (Lose) 9) เข้าสู่โหมดทำแบบทดสอบความรู้ (Test) 10) เล่นผ่านด่าน (Win) 11) แสดงคะแนนทั้งภาพรวม และรายด่าน (Display Score) และ 12) ออกจากเกม (Game Exit)

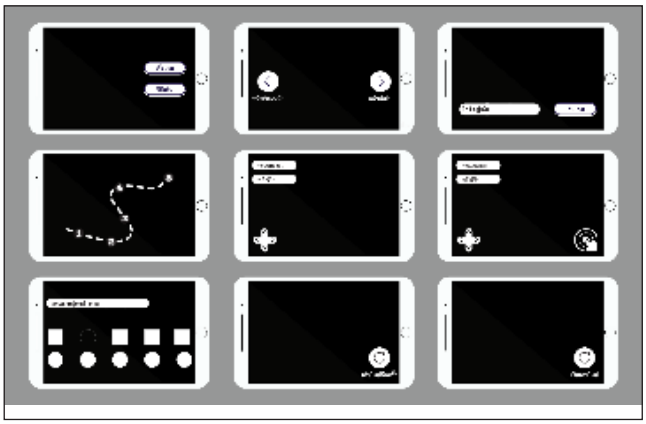


ภาพที่ 1 *แผนผังเกมวัฏจกรน้ำ*

4.2 ผลการออกแบบเกม

4.2.1 เนื้อเรื่อง ผู้เล่นจะรับบทเป็นคลาวด์ดี้ ได้รับภาระกิจท่องโลกวัฏจักรน้ำ โดยมีวอเตอร์แมนเป็นผู้ช่วยให้คำแนะนำการทำภาระกิจในแต่ละด่าน คลาวด์ดี้จะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องวัฏจักรน้ำ ได้แก่ การระเหยทางบก การระเหยทางน้ำ การควบแน่น การเกิดฝน และการรวมตัวของน้ำ อีกทั้งยังต้องเรียนรู้วิธีควบคุมและใช้พลังอย่างถูกต้อง

4.2.2 อินเตอร์เฟซ ออกแบบสอดคล้องกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 *ภาพรวมการออกแบบอินเตอร์เฟซเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำฯ*

4.2.3 วิธีการเล่นเกม ออกแบบครอบคลุมการเล่นทั้งคอมพิวเตอร์ และสมาร์ทโฟน ดังนี้

การควบคุมทิศทางผ่านแป้นพิมพ์และเมาส์เมื่อเล่นผ่านคอมพิวเตอร์สามารถทำได้ตามภาพที่ 3

ภาพที่ 3 *วิธีการเล่นเกมผ่านเม้าส์และแป้นพิมพ์*

การควบคุมทิศทางด้วยทัชสกรีนเมื่อเล่นผ่านสมาร์ทโฟนสามารถทำได้ตามภาพที่ 4

ภาพที่ 4 *วิธีการเล่นเกมผ่านทัชสกรีน*

4.2.4 ระดับการเล่น เพิ่มระดับความยากมากขึ้นเมื่อผ่านด่าน มีรายละเอียด ดังนี้

ด่านที่ 1 การระเหยทางบก ผู้เล่นเกมจะต้องควบคุมตัวละครเก็บรวบรวมน้ำที่ลอยอยู่ในอากาศ จำนวน 20

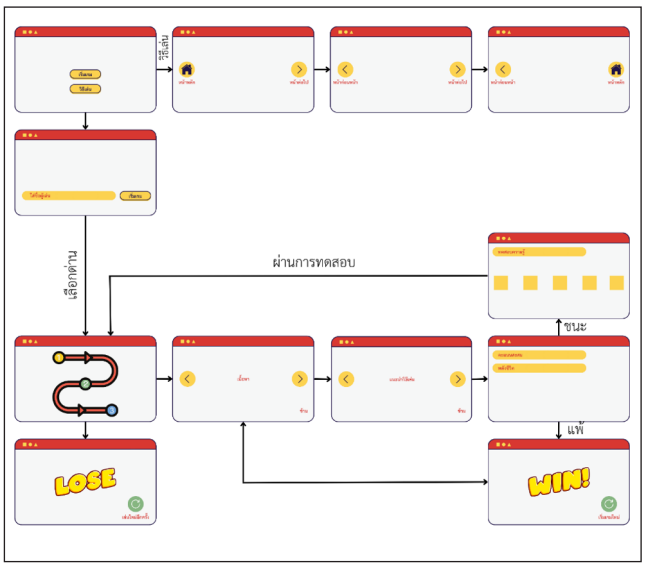
ด่านที่ 2 การระเหยทางน้ำ ผู้เล่นเกมจะต้องเก็บรวบรวมไอน้ำที่ลอยอยู่ในอากาศ จำนวน 20 และหลบหลีกอุปสรรคที่มีผลทำให้พลังชีวิตลดลงครั้งละ -1 ถ้าพลังชีวิตหมดจะต้องเล่นใหม่

ด่านที่ 3 การควบแน่น ผู้เล่นเกมจะต้องเก็บรวบรวมก้อนเมฆที่ลอยอยู่ในบนฟ้า จำนวน 20 และหลบหลีกอุปสรรคที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ นกมีผลทำให้พลังชีวิตลดลงครั้งละ -1 เครื่องบินมีผลทำให้พลังชีวิตลดลงครั้งละ -2 ถ้าพลังชีวิตหมดจะต้องเล่นใหม่

ด่านที่ 4 การเกิดฝน ผู้เล่นเกมจะต้องควบคุมตัวละครไปที่ต้นไม้ และปล่อยฝนตกเพื่อรดน้ำต้นไม้ จำนวน 20 ต้น

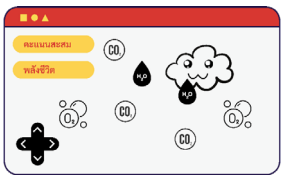
ด่านที่ 5 การรวมตัวของน้ำ ผู้เล่นเกมจะต้องทำลายสิ่งกีดขวางทางน้ำด้วยการปล่อยพลังสายฟ้า และต้องระวังการปล่อยพลังไปทำร้ายสัตว์ป่า การทำร้ายสัตว์ป่าจะทำให้พลังชีวิตลดลงครั้งละ 1 ถ้าพลังชีวิตหมดจะต้องเล่นใหม่

4.2.5 การทำงานของโปรแกรม สามารถอธิบายเป็นแผนผังดังภาพที่ 5

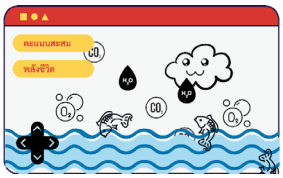


ภาพที่ 5 *การทำงานโปรแกรมเกมดิจิทัลการศึกษาฯ*

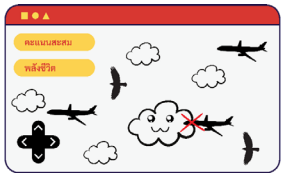
4.2.6 สตอรี่บอร์ด แสดงให้เห็นภาพรวมของเกมและการเคลื่อนไหวภาพในแต่ละด่าน ดังนี้

เกม: วัฏจักรน้ำ	ด่านที่: 1 การระเหยทางบก
	ข้อความ: - เสียงบรรยาย: เนื้อหาการคายน้ำ เพลงพื้นหลัง: - เสียงเอฟเฟค: -
การเคลื่อนไหว: - น้ำระเหยขึ้นสู่ท้องฟ้า - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลอยขึ้นสู่ท้องฟ้า - ตัวละครก้อนเมฆ (หันซ้าย-ขวา) ตามการเคลื่อนที่ - เมื่อเก็บคะแนนสะสมได้ 20 จะมีประตูมิติปรากฏขึ้น ให้บังคับตัวละครเข้าประตูมิติเพื่อเล่นทดสอบความรู้ในด่านการระเหยทางบก	

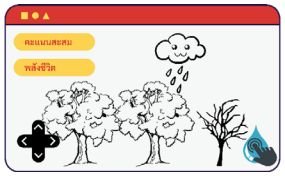
ภาพที่ 6 *สตอรี่บอร์ดด่านที่ 1 การระเหยทางบก*

เกม: วัฏจักรน้ำ	ด่านที่: 2 การระเหยทางน้ำ
	ข้อความ: - เสียงบรรยาย: การระเหยของน้ำ เพลงพื้นหลัง: - เสียงเอฟเฟค: -
การเคลื่อนไหว: - น้ำระเหยขึ้นสู่ท้องฟ้า - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลอยขึ้นสู่ท้องฟ้า - ตัวละครก้อนเมฆ (หันซ้าย-ขวา) ตามการเคลื่อนที่ - เมื่อเก็บคะแนนสะสมได้ 20 จะมีประตูมิติปรากฏขึ้น ให้บังคับตัวละครเข้าประตูมิติเพื่อเล่นทดสอบความรู้ในด่านการระเหยทางบก - ปลาลอยขึ้นจากผิวน้ำ - บังคับตัวละครหลบปลา ถ้าโดนจะ -1 และถ้าพลังชีวิตเหลือ 0 จะนำเข้าสู่หน้าจอแพ้	

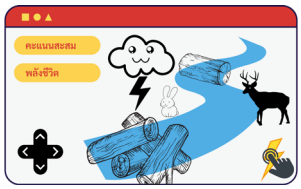
ภาพที่ 7 *สตอรี่บอร์ดด่านที่ 2 การระเหยทางน้ำ*

เกม: วัฏจักรน้ำ	ด่านที่: 3 การควบแน่น
	ข้อความ: -
	เสียงบรรยาย: เนื้อหาการควบแน่น
	เพลงพื้นหลัง: -
	เสียงเอฟเฟค: -
การเคลื่อนไหว: - ก้อนเมฆลอยจากทางด้านซ้ายไปทางด้านขวา - ตัวละครก้อนเมฆเพื่อเก็บก้อนเมฆที่ลอยอยู่บนฟ้า - เมื่อเก็บคะแนนสะสมได้ 20 จะมีประตูมิติปรากฏขึ้น ให้บังคับตัวละครเข้าประตูมิติเพื่อเล่นทดสอบความรู้ในด่านการควบแน่น - นกและเครื่องบินลอยจากทางด้านซ้ายสู่ทางด้านขวา - บังคับตัวละครหลบนกและเครื่องบิน ถ้าโดนจะ -1 และถ้าพลังชีวิตเหลือ 0 จะนำเข้าสู่หน้าจอแพ้	

ภาพที่ 8 *สตอรี่บอร์ดด่านที่ 3 การควบแน่น*

เกม: วัฏจักรน้ำ	ด่านที่: 4 การควบแน่น
	ข้อความ: -
	เสียงบรรยาย: เนื้อหาการเกิดฝน
	เพลงพื้นหลัง: -
	เสียงเอฟเฟค: -
การเคลื่อนไหว: - บังคับตัวละครก้อนเมฆ (หันซ้าย-ขวา) - กดที่หยดน้ำเพื่อทำให้ฝนตก - เมื่อเก็บคะแนนสะสมได้ 20 จะมีประตูมิติปรากฏขึ้น ให้บังคับตัวละครเข้าประตูมิติเพื่อเล่นทดสอบความรู้ในด่านการควบแน่น	

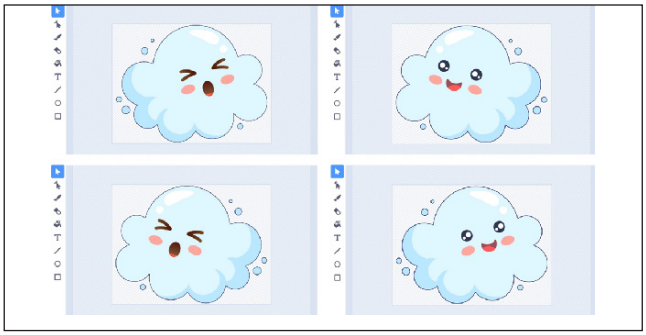
ภาพที่ 9 *สตอรี่บอร์ดด่านที่ 4 การควบแน่น*

เกม: วัฏจักรน้ำ	ด่านที่: 5 การรวมตัวของน้ำ
	ข้อความ: -
	เสียงบรรยาย: เนื้อหาการรวมตัวของน้ำ
	เพลงพื้นหลัง: -
	เสียงเอฟเฟค: -
การเคลื่อนไหว: - บังคับตัวละครก้อนเมฆ (หันซ้าย-ขวา) - กดที่สายฟ้าทำลายสิ่งกีดขวาง เพื่อให้สายน้ำรวมตัวกัน - เมื่อสายน้ำรวมตัวกันทั้งสายจะมีประตูมิติปรากฏขึ้น ให้บังคับตัวละคร เข้าประตูมิติเพื่อเล่นทดสอบความรู้ในด่านการรวมตัวของน้ำ - ถ้ากดสายฟ้าใส่สิ่งมีชีวิต จะเสียงค่าพลังชีวิต -1 และถ้าพลังชีวิตเหลือ 0 จะนำเข้าสู่หน้าจอแพ้	

ภาพที่ 10 *สตอรี่บอร์ดด่านที่ 5 การรวบตัวของน้ำ*

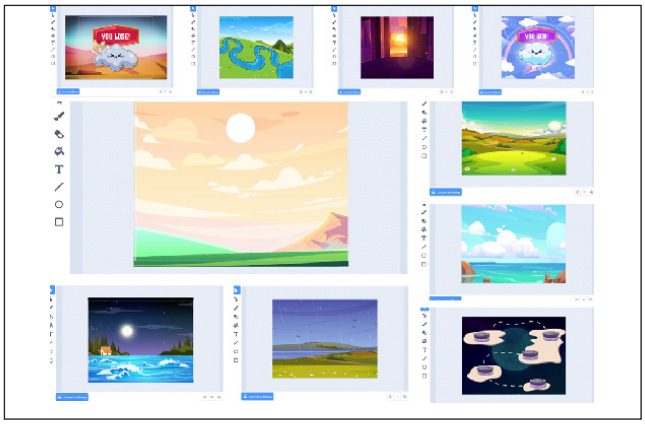
4.3 ผลการสร้างเกม

4.3.1 ตัวละครหลัก สร้างเป็นรูปก้อนเมฆ เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่องท่องโลกวัฏจักรน้ำที่ออกแบบไว้ ดังภาพที่ 11



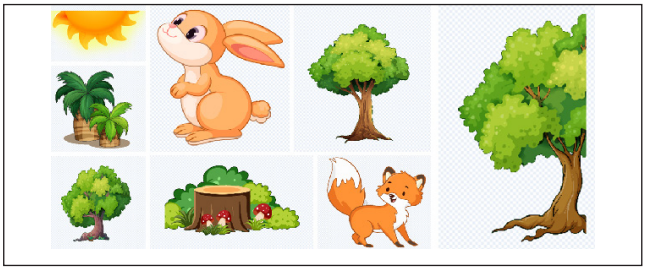
ภาพที่ 11 *ภาพตัวละครคลาวด์ดี้*

4.3.2 ฉาก สร้างตามเนื้อเรื่องในแต่ละด่าน เช่น ด่านที่ 2 การระเหยทางน้ำ จะสร้างฉากเป็นภาพทะเล ดังภาพที่ 12 แสดงตัวอย่างฉากที่ใช้ภาพในเกมนี้



ภาพที่ 12 *ตัวอย่างฉากที่ใช้ในเกมฯ*

4.3.3 ภาพประกอบฉาก สร้างตามเนื้อเรื่องในแต่ละด่าน ดังภาพที่ 13 เป็นตัวอย่างภาพประกอบฉาก ด่านที่ 1 การระเหยทางบก



ภาพที่ 13 *ตัวอย่างภาพประกอบฉาก ด่านที่ 1 การระเหยทางบก*

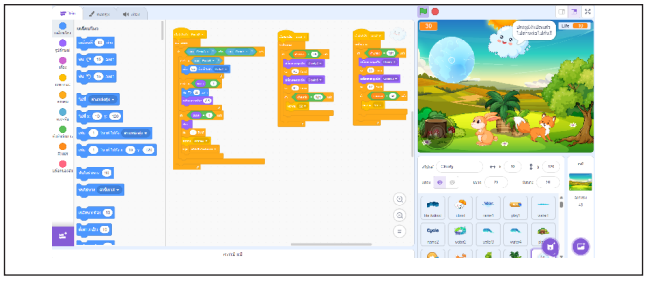
4.3.4 ไอเทม สร้างสอดคล้องกับภารกิจ หรือกิจกรรมในแต่ละด่าน ดังภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างไอเทมที่ใช้ภาพในเกมนี้

ภาพที่ 14 *ตัวอย่างไอเทมในเกมฯ*

4.3.5 เสียงบรรยาย ใช้วิธีพากย์เสียงบรรยายในแต่ละด่าน เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวัฏจักรน้ำ และกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้

ภาพที่ 15 *การรวมออกแบบเสียงประกอบเกม*

4.3.6 การเขียนโปรแกรมเกมใช้สแครช 3.0 ดังภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างโค้ดของตัวละครคลาวด์ดี้



ภาพที่ 16 *ภาพตัวอย่างการโปรแกรมเกมสแครช 3.0*

ผลพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ดังภาพที่ 17

ภาพที่ 17 *ตัวอย่างเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา*

4.4 ผลการประเมินประสิทธิภาพเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ

การทดสอบประสิทธิภาพเกมฯ ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Black-Box และ White-Box เพื่อหาข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งการทดสอบแบบ Black-Box จะทดสอบการป้อนข้อมูลเข้าไปในเกมแล้วดูผลลัพธ์ที่ออกมาว่าได้ผลตรงตามความต้องการหรือไม่ โดยไม่คำนึงถึงว่าเกมจะประมวลผลอย่างไร ส่วนการทดสอบแบบ White-Box จะทดสอบการทำงาน

ตามโครงสร้างของเกมโดยไม่คำนึงถึงปัจจัยนำเข้าและการแสดงผลลัพธ์ [9] ดังภาพที่ 18

ภาพที่ 18 *ภาพตัวอย่างการทดสอบประสิทธิภาพเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำ*

การประเมินประสิทธิภาพของเกมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน แสดงผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 *แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเกม*

ข้อคำถามของแบบประเมินคุณภาพ	$\bar{x}$	S.D.
1. ด้านความสามารถในการทำงานของเกมดิจิทัลการศึกษา	4.75	0.34
2. ประสิทธิภาพของการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษา	4.85	0.34
3. ประสิทธิภาพเกมดิจิทัลการศึกษาด้านการทดสอบใช้งาน	4.90	0.22
4. ประสิทธิภาพเกมดิจิทัลการศึกษาด้านความปลอดภัย	4.60	0.49
ค่าเฉลี่ย	**4.78**	**0.34**

จากตารางที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพเกมดิจิทัลการศึกษาโดยรวมของระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

เมื่อเกมดิจิทัลการศึกษาผ่านการประเมินประสิทธิภาพจึงได้ทำการทดลองกับผู้ใช้

4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ใช้

ตารางที่ 2 *ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนผู้ใช้เกมดิจิทัลการศึกษาฯ*

ข้อคำถามของแบบประเมินความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.
1. เกมมีสีสันสวยงาม ดึงดูดความใจ	4.64	0.57
2. เกมมีการให้ความรู้ใหม่	4.58	0.66
3. เนื้อหาของเกมดี	4.49	0.84
4. เกมมีการตอบสนองกับผู้เล่น	4.51	0.66
5. เกมมีความท้าทาย	4.36	0.96
6. ตัวหนังสืออ่านง่ายและใช้งานง่าย	4.13	0.57
ค่าเฉลี่ย	4.45	0.71

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในการใช้งานเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45

4.6 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาฯ

ตารางที่ 3 *ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาฯ*

คะแนน	n	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	45	10.71	2.45	16.17	0.05
หลังเรียน	45	16.02	1.29		

จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษามีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 10.71 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 16.02 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังใช้เกมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. สรุป

ผลการพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษามี 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) เริ่มเกม 2) วิธีเล่น 3) กรอกชื่อผู้เล่น 4) แผนที่เกม 5) เนื้อหา 6) เกม 7) ทดสอบความรู้ และ 8) ผลคะแนน ดังภาพที่ 18 ซึ่งผลการประเมินประสิทธิภาพเกมดิจิทัลฯ อยู่ในระดับดีมาก เมื่อนำไปทดลองใช้กับผู้ใช้ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับผลงานวิจัย Development a Design Prototype of Game to Promote Thai Traditions and Cultures. ในเรื่องคุณลักษณะเกมคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้ต้องการ [5], [6] ได้แก่ 1) เกมมีสีสันสวยงามดึงดูดความสนใจ 2) เกมมีการให้ความรู้ใหม่ 3) เนื้อหาของเกมดี 4) เกมมีการตอบสนองกับผู้เล่น 5) เกมมีความท้าทาย และ 6) ตัวหนังสืออ่านง่าย จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านจอมบึง หลังเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาฯ ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียน

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

6.1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมดิจิทัลการศึกษาฯ ให้ตรวจสอบพร้อมด้านอุปกรณ์ เช่น สมาร์ทโฟน ไอแพด แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ ที่สามารถรองรับซอฟต์แวร์เกมดิจิทัลการศึกษาฯ นี้ได้

6.1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมดิจิทัลการศึกษาฯ ให้ติดตั้งซอฟต์แวร์เกมดิจิทัลการศึกษาฯ นี้ ลงอุปกรณ์เพื่อใช้งานแบบออฟไลน์

6.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

6.2.1 เพิ่มเนื้อหา โดยวิเคราะห์จากมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

6.2.2 เพิ่มความท้าท้ายของเกมในแต่ละด่าน เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เล่น

6.2.3 เลือกใช้เครื่องมือในการสร้างเกมที่สามารถใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการวิเคราะห์ผู้ใช้หรือผู้เล่น เพื่อปรับระดับความยากให้สอดคล้องกับทักษะของผู้เล่น

7. เอกสารอ้างอิง

[1] P. Saitong, W. Jantarajaturapat, and S. Papirom. "DIGITAL GAME DESIGN." *Santapol College Academic Journal,* Vol. 7, No. 2, pp. 217-228, July-December, 2021.

[2] N. Wannatrong, P. Longpradi, W. Chimple, and C. Lanchwatthanakorn. "Development a Design Prototype of Game to Promote Thai Traditions and Cultures." *Kasalongkham Research Journal Chiangrai Raijabhat University,* Vol. 10, No. 1, pp. 39-49, January-June, 2016.

[3] G. Sriharee. "Software engineering perspective on digital game-based learning for Thailand education 4.0." *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* Vol. 28, No. 2, pp. 477-488, April-June, 2018.

[4] D. Kiengkam. *Sprite costums. in Scratch 3,* IDEPREMIER, Bangkok, 2020.

[5] J.J. López-Jiménez, J.L. Fernández-Alemán, J.A. García-Berná, L. López González, O. González Sequeros, J. Nicolás Ros, J.M. Carrillo de Gea, A. Idri, and A. Toval. "Effects of Gamification on the Benefits of Student Response Systems in Learning of Human Anatomy: Three Experimental Studies." *International Journal of Environmental Research and Public Health,* Vol. 18, No. 24, 2021.

[6] P. Jomsri, D. Prangchumpol, and B. Eaimtanakul. "Apply Gamification-Based for UI of M-learning to Support the NewNormal Life: ACase Study of Human Computer Interaction Course." *Journal of Academic Information and Technology,* Vol. 3, No. 2, pp. 17-28, July-December, 2022.

[7] B. Narin, T. Sribun, and T. Yoongrum. "Development of Fun Hint Game Applications for Special Children on Smart Devices." *2019 14th International Joint Symposium on Artificial Intelligence and Natural*

Language Processing (iSAI-NLP), 2019.

[8] M.-T. Cheng, T. Su, W.-Y. Huang, and J.-H. Chen. "An educational game for learning human immunology: What do students learn and how do they perceive?." *British Journal of Educational Technology,* Vol. 45, No.5, pp.820–833. doi:10.1111/bjet.12098, 2013.

[9] S. Prakobpon. "Evaluation of Educational Innovation in Education 4.0." *Journal of Educational Studies,* Vol. 12, No. 2, pp. 295-311, July-December, 2020.