



การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4



จารุภา อุทัยธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4



จรรุภา อุทัยธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

APPLICATION DEVELOPMENT FOR COMPUTING SCIENCE ON COMPUTATIONAL
THINKING FOR GRADE 10th STUDENTS



JARUPHA U-TAITHAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF EDUCATION
IN EDUCATIONAL TECHNOLOGY
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY

2024

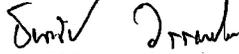
COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ จารุภา อุทัยธรรม ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

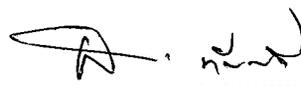


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ วรรณประภา)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระพันธ์ พานิชย์)



ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี)



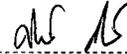
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ วรรณประภา)



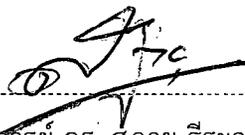
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระพันธ์ พานิชย์)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรินทร์ ภิบาลชนม์)



คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สญา ชีระวิชิตระกุล)

วันที่ 8 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2567

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจงเอียด)

วันที่ 16 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2567

62920078: สาขาวิชา: เทคโนโลยีการศึกษา; กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา)

คำสำคัญ: แอปพลิเคชัน, วิทยาการคำนวณ, ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

จากรูภา อุทัยธรรม : การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (APPLICATION DEVELOPMENT FOR COMPUTING SCIENCE ON COMPUTATIONAL THINKING FOR GRADE 10th STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ธนะวัฒน์ วรรณประภา, วีระพันธ์ พานิชย์ ปี พ.ศ. 2567.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ ตามเกณฑ์ E_1/E_2 (3) เพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนจากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ และ (4) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนจากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนโครงสร้างที่เน้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (2) แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และ (3) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 และค่าดัชนีประสิทธิผล

ผลการวิจัยพบว่า (1) แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก และมีคุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก โดยสามารถติดตั้งและใช้งานได้ผ่านคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการ Windows และ สมาร์ทโฟนที่มีระบบปฏิบัติการ Android (2) ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ ตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 84.75/84.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ (3) ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 77.65 และ (4) นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6884 หรือคิดเป็นร้อยละ 68.84

62920078: MAJOR: EDUCATIONAL TECHNOLOGY; M.Ed. (EDUCATIONAL TECHNOLOGY)

KEYWORDS: Application, Computing science, Computational thinking skills

JARUPHA U-TAITHAM : APPLICATION DEVELOPMENT FOR COMPUTING SCIENCE ON COMPUTATIONAL THINKING FOR GRADE 10TH STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: THANAWAT WANNAPRAPHA, WEERAPUN PANICH 2024.

This research aimed to (1) develop an application for computing science subject on computational thinking for grade 10 students, (2) to test efficiency of the application in accordance with E_1/E_2 criteria, (3) to assess students' computational thinking skills from using the application, and (4) to study students' learning progress through the use of the application. The research sample included 40 grade 10 students from one structured classroom focusing on science-mathematics, Rayongwittayakom School, selected by a cluster sampling method. The research instruments comprised (1) the application for computing science subject on computational thinking for grade 10 students, (2) computational thinking skill measurement, and (3) pretest and posttest. Statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, E_1/E_2 , and effectiveness index.

The study results revealed that (1) the quality of the content of the application for computing science subject on computational thinking for grade 10 students was at a very good level and the quality of media was at a very good level. It could be installed and operated through Windows-based computers and Android-based smartphones, (2) the efficiency of the application in accordance with the E_1/E_2 criteria was 84.75/84.83, which was higher than the normal criteria of 80/80, (3) the sample' overall computational thinking skills were at a good level, accounting for 77.65%, and (4) the sample had increased learning progress with the effectiveness index equal to 0.6884 or 68.84%.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความสะดวกจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนะวัฒน์ วรรณประภา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระพันธ์ พานิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง รวมถึงนักเรียนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์และบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ขอขอบพระคุณกัลยาณมิตรของผู้วิจัย บุคลากรจากมหาวิทยาลัยบูรพา รวมถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ส่งความปรารถนาดี คอยให้คำปรึกษาแนะนำ ให้การช่วยเหลือ ทำให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปด้วยความราบรื่น

ขอขอบพระคุณบิดาและมารดาผู้เป็นที่รักยิ่ง ที่คอยห่วงใย เป็นกำลังใจสำคัญ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีและภาคภูมิใจ

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูทวดเวทิตาแต่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่มอบความรู้ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

จารุภา อุทัยธรรม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี (วิทยาการ คำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	8
การพัฒนาแอปพลิเคชันตามหลักการของ ADDIE Model.....	10
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้.....	23
การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2	35
การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.).....	39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	44
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	44
การดำเนินการวิจัย	44
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	57
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	57
ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิง คำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E_1/E_2	65
ตอนที่ 3 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้ แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ	66
ตอนที่ 4 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้ แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ	67
บทที่ 5 สรุปผลและอภิปรายผล	68
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	68
วิธีการดำเนินการวิจัย	68
สรุปผลการวิจัย.....	69
อภิปรายผลการวิจัย.....	70
ข้อเสนอแนะ	73
บรรณานุกรม.....	75
ภาคผนวก.....	79
ภาคผนวก ก	80
ภาคผนวก ข	85
ภาคผนวก ค	92
ภาคผนวก ง.....	94
ภาคผนวก จ	99



สารบัญตาราง

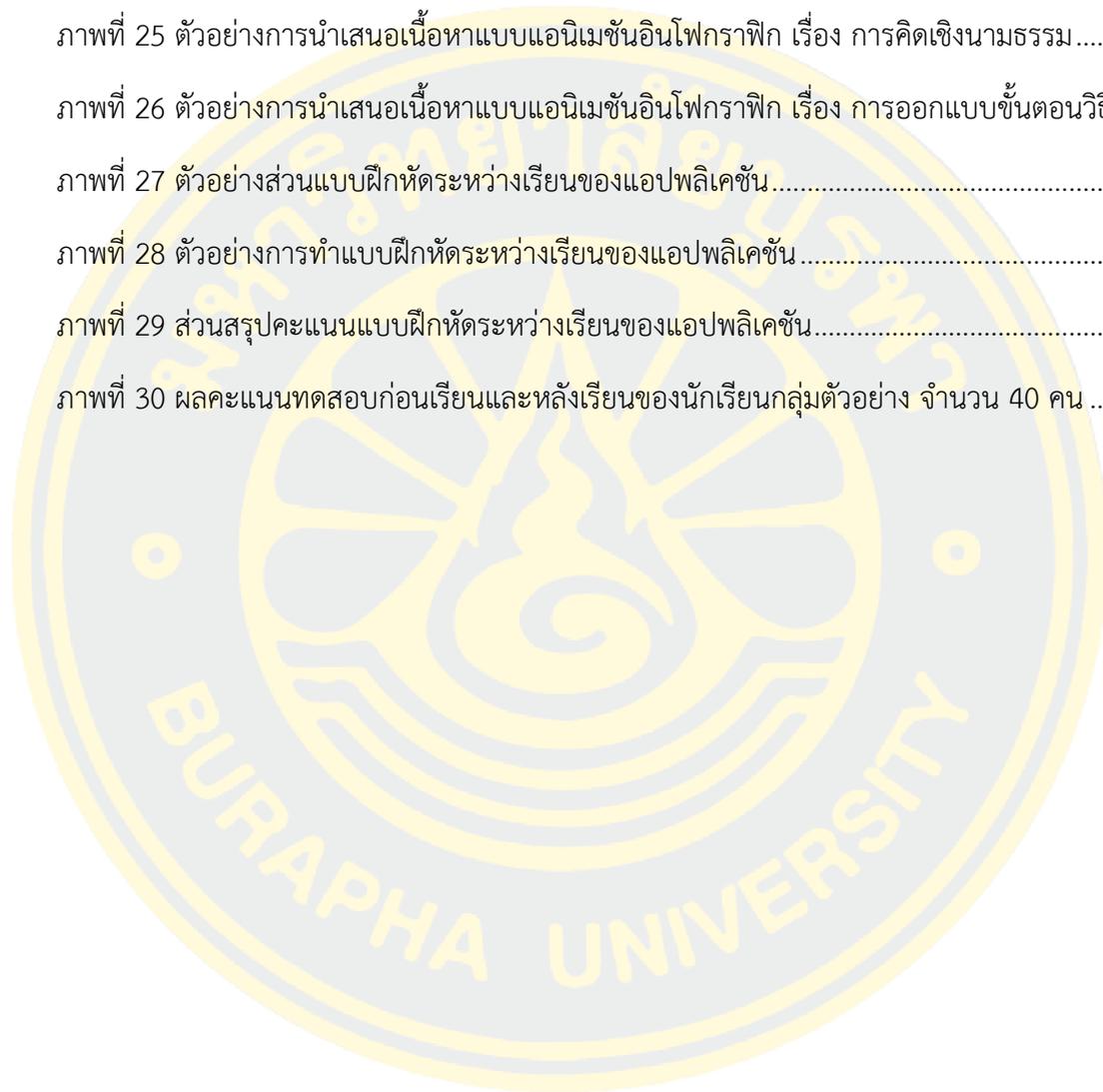
หน้า

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E_1/E_2	65
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ (N=40)	66
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับจากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ โดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล	67
ตารางที่ 4 สรุปผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา	86
ตารางที่ 5 สรุปผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านสื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ	88
ตารางที่ 6 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา	90
ตารางที่ 7 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	91
ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....	93
ตารางที่ 9 คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียน	95
ตารางที่ 10 คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน หลังการใช้แอปพลิเคชันแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	97

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
ภาพที่ 2 ประเภทของแอปพลิเคชัน (Anastasia Yaskevich, 2017).....	11
ภาพที่ 3 ADDIE Model (ADDIE Model คืออะไร, ม.ป.ป.)	19
ภาพที่ 4 Unity (wikipedia, 2024).....	20
ภาพที่ 5 Visual Studio (wikipedia, 2023).....	21
ภาพที่ 6 Adobe Illustrator (wikipedia, 2022).....	21
ภาพที่ 7 Adobe After Effect (wikipedia, 2024).....	22
ภาพที่ 8 Audacity (wikipedia, 2024).....	22
ภาพที่ 9 โครงสร้างการทำงานโดยภาพรวมของแอปพลิเคชัน.....	45
ภาพที่ 10 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Unity สำหรับเป็น engine หลักในการพัฒนาแอปพลิเคชัน	46
ภาพที่ 11 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Visual Studio สำหรับเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา C#..	46
ภาพที่ 12 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Adobe Illustrator สำหรับวาดภาพกราฟิกต่าง ๆ	47
ภาพที่ 13 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Adobe After Effect สำหรับสร้างแอนิเมชัน	47
ภาพที่ 14 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Audacity สำหรับใช้บันทึกและตัดต่อเสียงต่าง ๆ	47
ภาพที่ 15 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแอปพลิเคชัน	48
ภาพที่ 16 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ	50
ภาพที่ 17 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	53
ภาพที่ 18 ส่วนไอคอนและหน้าแรกของแอปพลิเคชัน	58
ภาพที่ 19 ส่วนเมนูหลักของแอปพลิเคชัน	58
ภาพที่ 20 ส่วนเมนูย่อยของแอปพลิเคชัน.....	59
ภาพที่ 21 ตัวอย่างส่วนเนื้อหาของแอปพลิเคชัน	59

ภาพที่ 22 ตัวอย่างการควบคุมการนำเสนอเนื้อหาของแอปพลิเคชัน	60
ภาพที่ 23 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิก เรื่อง การแยกย่อยปัญหา	60
ภาพที่ 24 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิก เรื่อง การหารูปแบบ	61
ภาพที่ 25 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิก เรื่อง การคิดเชิงนามธรรม	61
ภาพที่ 26 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิก เรื่อง การออกแบบขั้นต้นวิธี ..	62
ภาพที่ 27 ตัวอย่างส่วนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของแอปพลิเคชัน	62
ภาพที่ 28 ตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของแอปพลิเคชัน	63
ภาพที่ 29 ส่วนสรุปคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของแอปพลิเคชัน	64
ภาพที่ 30 ผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน	67



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการสื่อสาร เป็นส่วนผลักดันให้โลกได้เข้าสู่ ยุคดิจิทัลหรือยุคของข้อมูลข่าวสารและเทคโนโลยี ที่มีการหลั่งไหลของข้อมูลอย่างมหาศาล เกิดแหล่ง เรียนรู้ขนาดใหญ่ รวดเร็ว และต่อเนื่อง สื่อและเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาท ส่งผลให้พฤติกรรมวิถีชีวิต ของผู้คน รวมทั้งรูปแบบและกระบวนการเรียนรู้ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก จึงมีความจำเป็นที่ผู้คน จะต้องมีการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning) เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและสามารถ ปรับตัวได้ โดยประเทศไทยให้ความสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเห็นได้จากแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 - 2579 ที่ว่า “คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิต อย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21” โดยมุ่งพัฒนาระบบและกระบวนการจัดการศึกษาที่ทุกคนเข้าถึงโอกาสในการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิต เพิ่มโอกาสทางการศึกษาผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษาสำหรับผู้คนทุกช่วงวัย และสร้างสังคมไทย ให้เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ มีแหล่งเรียนรู้ ตำราเรียน นวัตกรรม และสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและมี มาตรฐานที่ผ่านการรับรองมาตรฐานคุณภาพจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ และได้รับการพัฒนาโดยการ มีส่วนร่วมจากภาครัฐและภาคเอกชนเพิ่มขึ้น และประชาชนสามารถเข้าถึงได้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติมทุกฉบับ มาตรา 66 ผู้เรียน มีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อการศึกษาในโอกาสแรกๆ ที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้ ทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ได้ตระหนัก ถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้ พัฒนาหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) โดยมีเป้าหมายพัฒนาผู้เรียนให้ใช้ทักษะ “การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking)” ในการคิด วิเคราะห์ ทำความเข้าใจปัญหา และสามารถสร้างแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ก่อนที่จะมีการนำมาเขียนโปรแกรมหรือโค้ดดิ้ง รวมถึงใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

การจัดการเรียนรู้ วิชา วิทยาการคำนวณ โรงเรียนระยองวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาชลบุรี ระยอง ที่ผ่านมา โดยศึกษาจากผลการวิเคราะห์ พฤติกรรมความถนัด ในการรับรู้ (V.A.R.K.) ของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนถนัดเรียนรู้ด้วยการดู (Visual) ร้อยละ 48.30 ถนัดเรียนรู้ ด้วยการฟัง (Audio) ร้อยละ 53.34 ถนัดเรียนรู้ด้วยการอ่าน-เขียน (Read) ร้อยละ 46.43 ถนัดเรียนรู้ ด้วยการปฏิบัติ (Kinetic) ร้อยละ 51.46 รวมทั้งศึกษาจากบันทึกทำแผนการจัดการเรียนรู้และจาก บันทึกกิจกรรม PLC ของครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณ พบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ บรรยายโดยใช้หนังสือเรียนเป็นหลัก ไม่มีสื่ออื่น ๆ ที่หลากหลายมากนักที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ หรือกระตุ้นความสนใจและตอบสนองความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย และมีผู้เรียนบางส่วนต้องขาดเรียนในบางครั้งทั้งจากการเจ็บป่วยหรือจากการเป็นตัวแทนของโรงเรียน เพื่อไปแข่งขันต่าง ๆ ทำให้ขาดความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่ได้รับจากในชั้นเรียน เพียงอย่างเดียว (เอกสารระบบการเรียนรู้ออนไลน์ โรงเรียนระยองวิทยาคม, 2566)

เพื่อเป็นการก้าวข้ามข้อจำกัดการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบเดิมที่ครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางการ เรียนรู้เพียงอย่างเดียว อีกทั้งข้อมูลองค์ความรู้ต่าง ๆ ในปัจจุบันไม่ได้หาได้เพียงในห้องเรียนอย่างเดียว ด้วยเช่นกัน รูปแบบการเรียนรู้และช่องทางใหม่ ๆ ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็น 5G VR AR IOTs แอปพลิเคชัน ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้และการนำไปประยุกต์ใช้ทั้งต่อผู้เรียน ผู้สอน ผู้ประกอบการ รวมถึงผู้คนทั่วไปด้วย เช่น แอปพลิเคชันช่วยจัดระบบการเรียนการสอน แอปพลิเคชันนำเสนอองค์ความรู้ ด้านต่าง ๆ (สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้, 2563) โดย “แอปพลิเคชัน (Application)” เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ที่ช่วยตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ในด้านต่าง ๆ ตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบการทำงานไว้ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำแอปพลิเคชันมาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนมากขึ้น สามารถช่วยเหลือ การสอนของครูผู้สอนทั้งในและนอกชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เข้าถึงได้ตลอดเวลา เพิ่มความสะดวก ความสนุกสนานในการเรียนการสอน และยังช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ได้ (มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2562) อีกทั้งปัจจุบัน ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยีมากขึ้น การนำเทคโนโลยีมาบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนการสอน จึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถ ของตนเองในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่และยังกระตุ้นความสนใจในการเรียนได้มากขึ้นจากการใช้ เทคโนโลยีในการสร้างสื่อให้มีความหลากหลาย ดังนั้น เทคโนโลยีจึงเป็นทางเลือกที่ตอบสนองการเรียนรู้ ที่แตกต่างของผู้เรียนได้ เช่น การใช้แอปพลิเคชันที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ง่าย เหมาะสมกับบริบท ของผู้เรียน รองรับทุกอุปกรณ์ สะดวกต่อการเรียนได้ทุกสถานที่ทุกเวลา (Starfish Education, 2564) นอกจากนี้ ประโยชน์แรกที่เราได้เห็นได้ชัดในปัจจุบันสำหรับครูผู้สอนในการประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟน ในฐานะเครื่องมือช่วยให้เกิดการเรียนรู้ นั่นคือ การใช้แอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วย วัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น การตอบคำถามร่วมกันทั้งชั้นเรียน หรือการจัดชั้นเรียนออนไลน์ รวมถึงการใช้

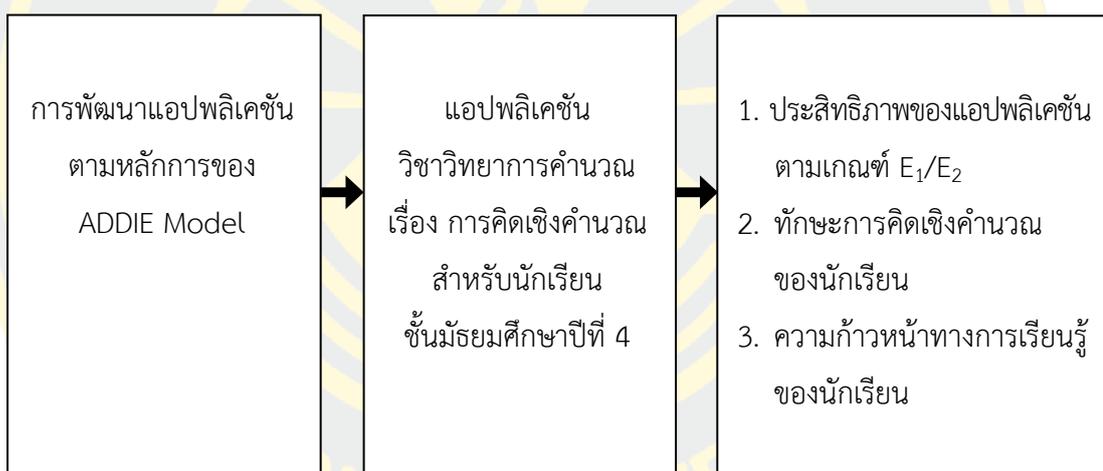
สมาร์ทโฟนเป็นหนึ่งในอุปกรณ์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (สุรศักดิ์ แซ่ลี้ม, 2565) ดังนั้น การพัฒนา
นวัตกรรมการเรียนรู้ใหม่ ๆ ให้สามารถตอบโจทย์และรองรับการใช้งานอย่างเหมาะสม เอื้อให้คนทุกวัย
เข้าถึงข้อมูลได้โดยสะดวกอย่างการพัฒนาแอปพลิเคชันในด้านการเรียนรู้ ช่วยให้การเรียนรู้เป็นเรื่องที่
สนุกสนานและน่าสนใจมากขึ้น ช่วยส่งเสริมรูปแบบการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น เอื้อต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต
สามารถเลือกเรียนรู้ได้ตามที่ตนเองสนใจ ภายใต้อุปกรณ์ สถานที่ ตามที่ตนเองสะดวก (สำนักงานบริหาร
และพัฒนาองค์ความรู้, 2567)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ วิชา
วิทยาการคำนวณ ในด้านการคิดเชิงคำนวณ ประกอบกับคุณสมบัติที่เหมาะสมของแอปพลิเคชัน จึงมี
แนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ
เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขึ้นมา เพื่อใช้เป็นสื่อเสริมการเรียนรู้สำหรับ
เนื้อหาที่ยากหรือต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่ายมากขึ้น อย่างเช่นเนื้อหาเกี่ยวกับ
อัลกอริทึมที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการลำดับความคิดและขั้นตอนการทำงาน ซึ่งที่ผ่านมาถ้าอ่านแต่
ตัวอักษรจะเข้าใจได้ยาก แต่ด้วยคุณสมบัติของแอปพลิเคชันที่เป็นสื่อปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบ (Interactive)
ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสัมผัสและโต้ตอบกับสิ่งที่อยู่ตรงหน้าได้โดยตรง ทำให้เกิดการมีส่วนร่วม ตื่นเต้น
เปลี่ยนกิจกรรมง่าย ๆ หรือสิ่งเดิม ๆ ให้มีความน่าสนใจ และได้รับข้อมูลต่าง ๆ ผ่านการนำสื่อข้อความ
ภาพ วิดีโอ และเสียง มาปรับใช้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับพฤติกรรมความถนัดในการ
รับรู้ (V.A.R.K.) ของผู้เรียน จึงช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนมีความสนใจ จะส่งผลให้
ผู้เรียนเกิดความต้องการเรียนรู้อย่างเป็นธรรมชาติเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย
และได้เรียนรู้อย่างอิสระ ตอบสนองความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนตามระดับความ
สามารถและอัตราความเร็วตามที่ต้องการ รวมทั้งผู้สอนมีเครื่องมือสำหรับใช้ถ่ายทอดเนื้อหาความรู้
เสริมผู้เรียน โดยสามารถให้ผู้เรียนไปศึกษาเรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองก่อนเบื้องต้นผ่านแอปพลิเคชัน
และนำความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับกลับมาใช้ในชั้นเรียนได้ หรือถ้าหากผู้เรียนมีความจำเป็นต้อง
ขาดเรียนหรือเรียนในชั้นเรียนแล้วยังไม่เข้าใจเนื้อหามากนัก ก็สามารถทบทวนเนื้อหาด้วยตนเองผ่าน
แอปพลิเคชันได้เช่นกัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้เรียนในยุคดิจิทัลหรือคนรุ่นใหม่ที่ใช้
อุปกรณ์เทคโนโลยีอย่างคุ้นเคย ด้วยวิธีการดังกล่าว การที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงความรู้ได้อย่าง
สะดวกสบาย จะช่วยส่งเสริมอุปนิสัยรักการเรียนรู้ นำไปสู่การเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมี
คุณภาพ สามารถพาตนเองไปเรียนรู้เรื่องใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเอง และนำเอาความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์
สอดคล้องต่อนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศและรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงในยุคดิจิทัล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E_1/E_2
3. เพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ
4. เพื่อประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ได้ทราบระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ
3. ได้ทราบความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตของการวิจัย

1. การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแนวทางของ ADDIE Model โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ขั้นการวิเคราะห์ (A : Analysis)
- 1.2 ขั้นการออกแบบ (D : Design)
- 1.3 ขั้นการพัฒนา (D : Development)
- 1.4 ขั้นการนำไปใช้ (I : Implementation)
- 1.5 ขั้นการประเมินผล (E : Evaluation)

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนโครงสร้างที่เน้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 4 ห้องเรียน ที่มีผลการเรียนใกล้เคียงกัน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 160 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนโครงสร้างที่เน้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

3. ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

3.1 แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.2 ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันตามเกณฑ์ E_1/E_2

3.3 ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

3.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ครอบคลุมหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ (1) การแยกย่อยปัญหา (Decomposition) (2) การหารูปแบบ (Pattern recognition) (3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และ (4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ปีการศึกษา 2566

นียมศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาแอปพลิเคชัน หมายถึง การสร้างและออกแบบการทำงานของโปรแกรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้ใช้งานผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือสมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการ Windows และ Android

2. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการแยกย่อยปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ทำความเข้าใจปัญหา และสามารถสร้างแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยพิจารณาจากคะแนนการทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ หลังการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันตามเกณฑ์ E_1/E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จากกระบวนการและผลลัพธ์ โดย E_1 เป็นคะแนนร้อยละประสิทธิภาพของกระบวนการที่ได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 80 และ E_2 เป็นคะแนนร้อยละประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 80

4. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน หมายถึง คะแนนทดสอบหลังเรียนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับจากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยนำมาหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

1. หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง
พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี
(วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1 สาระการเรียนรู้ของสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

1.2 มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

1.3 ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2. การพัฒนาแอปพลิเคชันตามหลักการของ ADDIE Model

2.1 ความหมายของแอปพลิเคชัน

2.2 ประเภทของแอปพลิเคชัน

2.3 แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันตามหลักการของ ADDIE Model

2.4 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน

3. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

3.2 ลักษณะสำคัญของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

3.3 เกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

4. การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2

4.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

4.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

4.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

4.4 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพ

5. การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

5.1 การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนโดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

5.2 ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ได้พัฒนา หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้สถานศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม และตามบริบท โดยมีรายละเอียดสำคัญดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

1. สาระการเรียนรู้ของสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

สาระการเรียนรู้เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้กำหนดสาระสำคัญดังนี้

1.1 วิทยาการคอมพิวเตอร์

การแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ การใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การบูรณาการกับวิชาอื่น การเขียนโปรแกรม การคาดการณ์ผลลัพธ์ การตรวจหาข้อผิดพลาด การพัฒนาแอปพลิเคชันหรือพัฒนาโครงการอย่างสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

1.2 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

การรวบรวมข้อมูล การประมวลผล การประเมินผล การนำเสนอข้อมูลหรือสารสนเทศ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง การค้นหาข้อมูลและแสวงหาความรู้บนอินเทอร์เน็ต การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล การเลือกใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ต ข้อตกลงและข้อกำหนดในการใช้สื่อหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ หลักการทำงานของคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสาร

1.3 การรู้ดิจิทัล

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย การจัดการอัตลักษณ์ การรู้เท่าทันสื่อ กฎหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ การใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม นวัตกรรมและผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม

2. มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ม.4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

3. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล เป็นขั้นตอน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นหัวใจสำคัญของสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ความสำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์ รวมทั้งสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ และปัญหาในชีวิตประจำวันได้ด้วย โดยทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

3.1 การแยกย่อยปัญหา (Decomposition) เป็นการพิจารณาและแบ่งปัญหา/งาน/ส่วนประกอบ ออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

3.2 การหารูปแบบของปัญหา (Pattern recognition) เป็นการพิจารณารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของปัญหา/ข้อมูล โดยพิจารณาว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ หากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกัน สามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ และพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยซึ่งอยู่ภายในปัญหาเดียวกัน ว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ ทำให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

3.3 การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ

3.4 การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) ขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน โดยมีลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจนที่คอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติตามได้

จากการศึกษาหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ตระหนักและเห็นความสำคัญของทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญที่ผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดทักษะดังกล่าว เพื่อให้รู้จักคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ก่อนที่จะ

นำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมหรือโค้ดตั้ง การแก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ และปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน รวมถึงการบูรณาการกับโครงการวิชาอื่น ๆ อย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพต่อไป ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีเนื้อหาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ประกอบไปด้วยเนื้อหา (1) การแยกย่อยปัญหา (Decomposition) (2) การหารูปแบบของปัญหา (Pattern recognition) (3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และ (4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)

การพัฒนาแอปพลิเคชันตามหลักการของ ADDIE Model

1. ความหมายของแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชัน (Application) ได้มีผู้ให้คำนิยามหรือความหมายไว้หลากหลาย พอรวบรวมได้เป็นสังเขป ดังนี้

ยีนยง กันทะเนตร (2556) กล่าวว่า แอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่และอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ เพื่อให้ทำงานตามคำสั่ง และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ โดยแอปพลิเคชันต้องมีสิ่งที่เรียกว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) เพื่อเป็นตัวกลางการใช้งานต่าง ๆ

ศุภกิจ ทองดี (2556) กล่าวว่า แอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรมที่มีมากับระบบปฏิบัติการหรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่าง ๆ ได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโค้ดโปรแกรมเอาไว้

บัญชา ปะสีละเตสัง (2560) กล่าวว่า แอปพลิเคชัน เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต โดยโปรแกรมจะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังสนับสนุนให้ผู้บริโภคใช้โทรศัพท์ได้ใช้ง่ายยิ่งขึ้น

กล่าวโดยสรุป คือ แอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรมที่ออกแบบการทำงานและพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน บนระบบปฏิบัติการที่ช่วยตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ในด้านต่าง ๆ ตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบการทำงานไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานได้ผ่านส่วนติดต่อกับผู้ใช้

2. ประเภทของแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชันสามารถแบ่งออกเป็นประเภทย่อย ๆ ตามสภาพแวดล้อมการทำงาน Environment หรือ Platform) ได้ดังนี้ (ชูพงศ์ ชูเสมอ, 2553)

2.1 Desktop Application เป็นแอปพลิเคชันที่ทำงานบนเครื่อง Desktop Computer เช่น PC หรือ Mac เป็นต้น

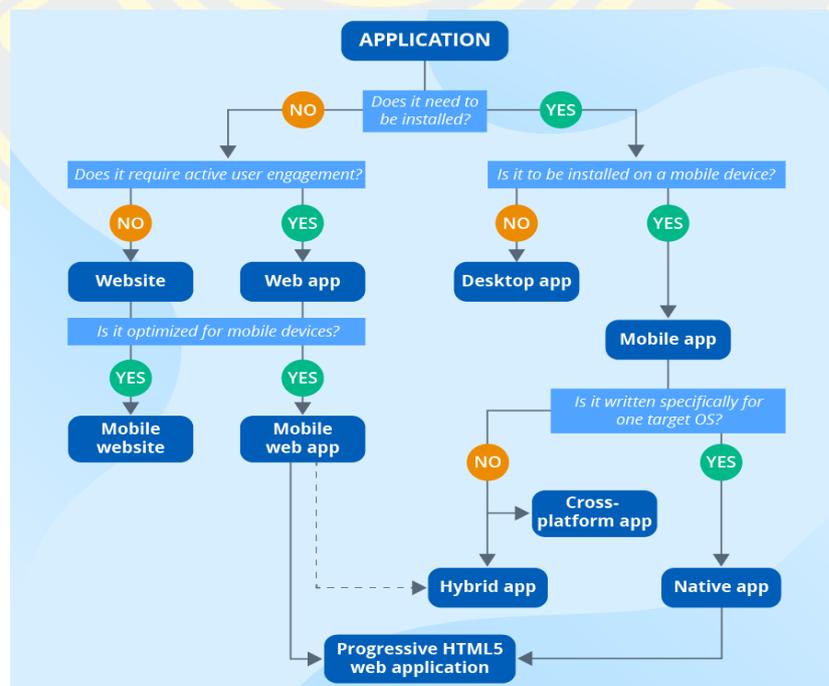
2.2 Web Application เป็นแอปพลิเคชันที่ทำงานบน Web เช่น Gmail เป็นต้น

2.3 Mobile Application เป็นแอปพลิเคชันที่ทำงานบน Mobile Device เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต เป็นต้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามรูปแบบการพัฒนา ดังนี้ (MOBILE APPLICATION แบ่งได้กี่ประเภท, 2561)

2.3.1 Native Application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนามาด้วย Library หรือ SDK เป็นเครื่องมือที่เอาไว้สำหรับพัฒนาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชัน ของ OS Mobile โดยเฉพาะ อาทิเช่น Android ใช้ Android SDK, IOS ใช้ Objective c, Windows Phone ใช้ C# เป็นต้น

2.3.2 Hybrid Application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการให้สามารถรันบนระบบปฏิบัติการได้ทุก OS โดยใช้ Framework เข้าช่วย เพื่อให้สามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการ

2.3.3 Web Application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็น Browser สำหรับการใช้งานเว็บเพจต่าง ๆ ถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็น เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผลของสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต ซึ่งทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น และผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตและอินทราเน็ตในความเร็วต่ำได้อีกด้วย



ภาพที่ 2 ประเภทของแอปพลิเคชัน (Anastasia Yaskevich, 2017)

3. แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันตามหลักการของ ADDIE Model

ADDIE Model เป็นรูปแบบที่นิยมนำมาใช้เป็นหลักในการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนลักษณะต่าง ๆ เพราะเป็นรูปแบบที่ง่ายและมีขั้นตอนชัดเจน เนื่องจากอาศัยหลักของวิธีการระบบ (System approach) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าสามารถนำไปใช้ออกแบบและพัฒนาสื่อและนวัตกรรมทางการศึกษาได้เป็นอย่างดี โดยคำว่า ADDIE มาจากตัวอักษรตัวแรกของขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา จำนวน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 Analysis (การวิเคราะห์) ขั้นที่ 2 Design (การออกแบบ) ขั้นที่ 3 Development (การพัฒนา) ขั้นที่ 4 Implementation (การนำไปใช้) และขั้นที่ 5 Evaluation (การประเมินผล)

จากขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นของ ADDIE Model นั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ได้ ดังนี้ (สุไม บิลโบ, 2557)

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (A : Analysis)

การวิเคราะห์เป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญยิ่ง เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ส่งผลไปยังขั้นตอนอื่น ๆ ทั้งระบบ ถ้าการวิเคราะห์ไม่ละเอียดเพียงพอ จะทำให้ขั้นตอนต่อไปขาดความสมบูรณ์ โดยมีแนวทางในการวิเคราะห์และพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์ผู้เรียน (Learners Analysis)

ควรทำการวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย การประเมินความรู้ของผู้เรียนในเนื้อหานั้น ๆ สิ่งที่คุณเรียนต้องการเรียนรู้ หรือเหตุผลความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ รวมทั้งต้องวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ แรงจูงใจ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี และเป้าหมายในการเรียนรู้ ซึ่งอาจทำได้โดยการสำรวจความต้องการของผู้เรียนด้วยการแจกแบบสอบถาม เพื่อสอบถามข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับตัวผู้เรียน หรือวิเคราะห์ได้จากผลการเรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมา ในรายวิชาที่ต้องการ

2. วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

เนื้อหาเป็นส่วนสำคัญที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ควบคู่ไปกับการจัดประสบการณ์หรือกิจกรรมการเรียนรู้ จึงจำเป็นต้องกำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกับความต้องการ และความสามารถของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นหรือวัย โดยพิจารณาอย่างละเอียดด้านเนื้อหา มีการแบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย ๆ เพื่อให้มีความชัดเจน กำหนดเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การวิเคราะห์เนื้อหาทำให้สามารถกำหนดเนื้อหาที่จำเป็นต้องสอนว่าจะสอนเนื้อหาบทใด เรื่องใด กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม กำหนดหน่วยย่อยของเนื้อหาว่าควรมีกี่หน่วยย่อย กำหนดตัวอย่างในการนำเสนอประกอบการอธิบายเนื้อหา และกำหนดแบบฝึกประกอบการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาย่อยได้

3. วิเคราะห์รูปแบบวิธีการประเมินผล (Assessment Methodology Analysis)

ควรวิเคราะห์รูปแบบและวิธีการประเมินผลเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมายหรือจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ และเหมาะกับผู้เรียนที่แตกต่างกัน ไม่ควรยากหรือง่ายจนเกินไป ทั้งนี้ ต้องกำหนดเกณฑ์การประเมินให้ผู้เรียนทราบด้วย

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (D : Design)

การออกแบบเป็นขั้นตอนสำคัญสำหรับการพัฒนาสื่อทุกประเภท เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ได้มาซึ่งเค้าโครง หรือโครงสร้างต่าง ๆ ของสื่อจะทำให้การพัฒนาสื่อเป็นไปอย่างมีระบบและไม่ติดขัด โดยมีส่วนประกอบสำคัญที่ต้องทำการออกแบบ ดังนี้

1. การออกแบบเนื้อหา (Content Design)

1.1 การเตรียมเนื้อหา

1.1.1 วางโครงสร้างของเนื้อหา

หลังจากผู้ออกแบบได้วิเคราะห์เนื้อหาแล้วว่าจะใช้เนื้อหาบทใดมาพัฒนาและแบ่งเป็นกี่หน่วยย่อย ผู้ออกแบบต้องทำการจัดโครงสร้างของเนื้อหาให้เป็นระบบ แบ่งเนื้อหาออกเป็นหมวดหมู่อย่างชัดเจน และในภาพรวมต้องมีความเป็นเอกภาพ (เนื้อหาทั้งหมดของบทเรียนต้องมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน มีความต่อเนื่องที่จะไปสู่เป้าหมายเดียวกัน) และต้องแบ่งน้ำหนักเนื้อหาแต่ละหัวข้อให้มีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

1.1.2 คัดเลือกเนื้อหาที่จะนำเสนอ

ควรเป็นการนำเสนอที่กระชับ ได้ใจความ เน้นเฉพาะประเด็นสำคัญ เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ในการแสดงผลทำให้ไม่สามารถแสดงรายละเอียดได้มากเหมือนในหนังสือหรือสิ่งพิมพ์อื่น ๆ ผู้ออกแบบต้องคัดเลือกเฉพาะเนื้อหาที่จำเป็นเท่านั้นมานำเสนอ

1.1.3 เรียงลำดับหัวข้อเนื้อหา

เป็นส่วนที่ทำให้ผู้เรียนสนใจในเนื้อหาได้นาน โดยเรียงลำดับตามความยากง่ายของเนื้อหา ซึ่งจะนำเนื้อหาที่ง่ายมานำเสนอก่อนและค่อย ๆ ยากขึ้นตามลำดับ

1.1.4 ใช้ภาษาให้เหมาะสม

ภาษาที่ใช้ใช้นั้นจะต้องง่ายต่อการเข้าใจและสอดคล้องกับระดับของผู้เรียน ยิ่งผู้เรียนเป็นเด็กเล็กยิ่งต้องใช้ภาษาหรือข้อความง่าย ๆ ไม่ใช่ประโยคยาวเกินไป

1.2 การออกแบบเนื้อหาประเภทต่าง ๆ

1.2.1 เนื้อหาด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ

ผู้ออกแบบต้องกำหนดโครงสร้างของเนื้อหาให้ชัดเจนโดยแบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อย่อย พยายามให้มีปริมาณเนื้อหาในแต่ละหัวข้อพอ ๆ กัน หรือแตกต่างกันเล็กน้อย ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของเนื้อหา ซึ่งในการนำเสนออาจใช้ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ เสียงประกอบด้วยได้

1.2.2 เนื้อหาด้านทักษะและการปฏิบัติ

มักเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการสอนกฎเกณฑ์ ทฤษฎี และทักษะต่างๆ เช่น วิชา คณิตศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และคอมพิวเตอร์ นิยมใช้แบบการฝึกทักษะ (Drill) เนื้อหาส่วนใหญ่ เน้นการสร้างโจทย์คำถาม ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ จับคู่ เป็นต้น และอาจ มีการสรุปกฎหรือวิธีคิดให้ผู้เรียนทราบก่อนหรือหลังจากเรียนจากตัวอย่างไปแล้ว

1.2.3 เนื้อหาด้านเจตคติ

เป็นการยากที่จะนำเสนอเนื้อหาให้ผู้เรียนเปลี่ยนเจตคติ ซึ่งการเปลี่ยนแปลง อาจทำได้โดยการใช้เกมที่จูงใจ และใช้เรื่องราวของบุคคลมาเป็นตัวอย่างให้ผู้เรียนได้เห็นและเข้าใจ จนพร้อมจะเปลี่ยนแปลงตาม

1.3. การออกแบบข้อคำถามสำหรับการประเมิน

การวัดและประเมินผลสามารถทำได้ 3 ช่วง คือ การประเมินก่อนเรียน (Pretest) การประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment) และการประเมินหลังเรียน (Summative Assessment) ซึ่งการออกแบบวิธีวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ว่าต้องการ วัดและประเมินด้านใด เช่น ด้านความรู้ ความเข้าใจ สามารถใช้แบบทดสอบตัวเลือก แบบทดสอบผิดถูก การจับคู่ การตอบคำถามสั้น ๆ หรือแบบทดสอบอัตนัย เป็นต้น ส่วนด้านทักษะปฏิบัติ สามารถใช้ แบบวัดทักษะปฏิบัติ การวัดจากผลการปฏิบัติ วัดจากชิ้นงานที่ได้จากการปฏิบัติ ซึ่งใช้แบบประเมินผล ตามสภาพจริง หรือผลจากการปฏิบัติจริง ซึ่งต้องกำหนดเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจนก่อนการทดสอบ และต้องให้ผู้เรียนร่วมพิจารณาแบบประเมินด้วยจะยิ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ เพิ่มมากขึ้น ส่วนด้านจิตพิสัย ใช้แบบวัดเจตคติหรือแบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสามารถทำเป็นข้อคำถามและกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนให้ชัดเจน

1.3.1 การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบต้องออกแบบให้สอดคล้องกับเนื้อหา ระดับความยากง่ายของ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ควรให้ความหลากหลายของคำถาม

1.3.2 การสร้างแบบฝึกหัด

ควรมีการแบ่งข้อคำถามเป็นเรื่อง ๆ เมื่อผู้เรียนเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยจบ ควรให้มีการทำแบบฝึกหัด ซึ่งแต่ละข้อคำถามจะมีผลป้อนกลับทันทีว่าผู้เรียนตอบคำถามถูกหรือผิด ถ้าตอบผิดจะมีคำอธิบายและบอกข้อที่ถูกต้องทันที หรือแนะนำให้ผู้เรียนกลับไปอ่านเนื้อหาเพิ่มเติม อีกครั้งก่อนที่จะสามารถเรียนบทเรียนอื่นต่อไป และควรให้แบบฝึกหัดมีความยากเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งจะเป็นการท้าทายความสามารถของผู้เรียน

2. การออกแบบผังงาน (Flowchart) และการออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) อาจใช้วิธีการวาดหรือเขียนด้วยมือ หรือสร้างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นอยู่กับความถนัดของผู้เขียน แต่ต้องมั่นใจว่าสามารถนำไปพัฒนาได้อย่างชัดเจน เหมือนการเขียนบทสคริปต์ของสไลด์หรือแสดงเป็นภาพแบบภาพยนตร์แต่มีรายละเอียดที่มากกว่าเพราะต้องอธิบายในหน้าจอดีว่ามีการปฏิสัมพันธ์และการทำงานของตัวเชื่อมโยงในหน้าหน้าจอดีเพิ่มลงไปด้วย

3. การออกแบบหน้าจอ (Interface Design)

เป็นส่วนสำคัญในการสร้างแรงจูงใจและสร้างสิ่งดึงดูดใจให้แก่ผู้เรียนในการเรียนผ่านแอปพลิเคชัน มีหลักการสำคัญ ดังนี้ (ณัฐกร สงคราม, 2543)

3.1 ความเรียบง่าย (Simplicity) หมายถึง การผสมผสานข้อความ ภาพ เสียง อย่างลงตัว เพื่อให้เข้าใจง่าย ที่สำคัญต้องไม่ใส่อะไรลงไปมากเกินไป เช่น ภาพมากเกินไป หรือสีฉูดฉาดมากเกินไป หรือแม้แต่ข้อความที่ใช้ประโยคยาวเกินไป ต้องเป็นการสรุปให้เข้าใจมากที่สุด

3.2 ความสม่ำเสมอ (Consistency) หมายถึง การใช้รูปแบบในการนำเสนอและองค์ประกอบต่าง ๆ ไปในทิศทางเดียวกัน จะทำให้เกิดความคุ้นเคยหรือสนองต่อความคาดหวังของผู้เรียน ได้แก่ ความสม่ำเสมอด้านเสียง ความสม่ำเสมอของขนาดและรูปทรง ความสม่ำเสมอของรูปแบบการนำเสนอ ความสม่ำเสมอของสีสັນ เป็นต้น

3.3 ความชัดเจนในประเด็นนำเสนอ (Clarity) เป็นการนำผลของการออกแบบเนื้อหาที่จัดไว้เป็นระบบมานำเสนอให้ตรงประเด็น กระชับ ชัดเจนให้มากที่สุด โดยไม่ต้องใช้ข้อความบรรยายมากเกินไปหรือเป็นวิชาการมากเกินไป ควรใช้ประโยคหรือข้อความที่เหมาะสมกับระดับ และวัยของผู้เรียน ควรให้เป็นข้อความที่ใกล้เคียงกับคำพูดที่ใช้สอนจริงในชั้นเรียน แต่ต้องไม่มีคำฟุ่มเฟือย

3.4 ความสวยงามน่าดู (Aesthetic Consideration) มีความสำคัญที่ต้องนำมาใช้ควบคู่กับการออกแบบเนื้อหาในแต่ละหน้าจอทั้งเรื่องของรูปแบบตัวอักษร ขนาดตัวอักษร สีสັນ จะต้องสอดคล้องกับเรื่องที่น่าเสนอ เช่น สอนภาษาไทย ต้องไม่ใช้ภาษาลายมือในการนำเสนอ ต้องใช้รูปแบบตัวอักษรที่เป็นภาษาไทยทางการ เป็นต้น ทั้งนี้ เนื้อหา ภาพ ข้อความแต่ละหน้าจอต้องมีความเป็นหน่วยเดียวกันหรือเรื่องเดียวกัน เช่น เนื้อหาเดียวกันมีหลายหน้า ต้องใช้รูปแบบและองค์ประกอบแบบเดียวกันเพื่อสื่อให้เห็นเป็นเรื่องเดียวกัน

4. การออกแบบส่วนประกอบของมัลติมีเดีย (Multimedia Design)

ส่วนประกอบของมัลติมีเดียที่นำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันประเภทปฏิสัมพันธ์ ประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่งและกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ และเสียง ซึ่งแต่ละส่วนต้องออกแบบให้สอดคล้องซึ่งกันและกัน เนื่องจากต้องนำมาใช้ประกอบเข้าด้วยกันในแต่ละหน้าจอ

4.1 การใช้ข้อความ (Text)

4.1.1 ต้องให้ผู้เรียนอ่านได้ชัดเจน ทั้งขนาดของตัวอักษร สี สัน และรูปแบบของตัวอักษรต้องเหมาะสมกับเนื้อหาและผู้เรียน ไม่ใช่ตัวอักษรขนาดเล็กสำหรับหัวข้อ และไม่ใช่ตัวอักษรสีเข้มบนพื้นหลังสีเข้ม เป็นต้น

4.1.2 ควรใส่ข้อความในแต่ละหน้าให้พอเหมาะ ไม่หนาแน่นหรือเยอะเกินไป ทำให้น่าเบื่อและไม่น่าอ่าน

4.1.3 การจัดลำดับความสำคัญของเนื้อหาโดยใช้ขนาดของตัวอักษรเป็นตัวแบ่ง เพื่อให้เห็นความแตกต่างและเข้าใจได้ง่าย

4.1.4 การจัดตำแหน่งของข้อความ ควรจัดชิดซ้าย หรือตรงกลาง เพราะผู้เรียนสามารถหาจุดเริ่มต้นได้ง่ายกว่าการจัดชิดขวา เพราะจุดเริ่มต้นไม่ตรงกันทำให้ยากแก่การอ่าน

4.2 การใช้ภาพนิ่งและกราฟิก (Photo and Graphic)

เป็นส่วนช่วยสื่อความหมายให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ทั้งยังช่วยให้สื่อมีความสวยงามดึงดูดใจผู้เรียนได้ดีอีกด้วย

4.2.1 ควรเสนอภาพหรือกราฟิกที่สอดคล้องกับเนื้อหาและเป้าหมายของการนำเสนอ มีความชัดเจน และสื่อความหมายได้ดี ไม่ควรเสนอภาพที่ขัดแย้งกับเนื้อหาเพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน

4.2.2 ลักษณะของภาพต้องเหมาะสมกับผู้เรียนซึ่งจะดึงดูดใจผู้เรียน เช่น ผู้เรียนระดับประถมศึกษา ควรใช้ภาพที่เป็นของจริงหรือเหมือนจริงมากที่สุด แต่สามารถใช้ภาพการ์ตูนหรือสัญลักษณ์กับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาขึ้นไปได้

4.2.3 การใช้กราฟิกเป็นพื้นหลัง ต้องระวังอย่าให้เป็นลวดลายมากเกินไป เพราะลวดลายจะดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้มากกว่าเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ ทั้งยังทำให้อ่านข้อความได้ไม่ชัดเจน ทำให้น่าเบื่อในที่สุด

4.2.4 ไม่ควรเติมแต่งภาพบนหน้าจอมากเกินไป แต่ควรใช้ภาพที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงหรือสอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้เรียน

4.2.5 การนำแผนภูมิ แผนผังมาใช้แทนการบรรยายด้วยข้อความ จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

4.3 การใช้ภาพเคลื่อนไหว (Motion)

ส่วนใหญ่ในการนำเสนอเนื้อหาที่มีความซับซ้อน มักนำภาพเคลื่อนไหวมาช่วย เพื่อให้การอธิบายเนื้อหาเข้าใจได้ง่ายขึ้น แต่ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

4.3.1 ควรใช้ภาพเคลื่อนไหวเมื่อไม่สามารถใส่ข้อมูลทั้งหมดลงในภาพนิ่งเดียวหรือหลายภาพได้ เพราะจะทำให้หน้าจอไม่น่าดู

4.3.2 ไม่ควรให้มีภาพเคลื่อนไหววิ่งไปมาบนหน้าจอ เพราะจะเป็นส่วนดึงดูดผู้เรียนไปจากเนื้อหา และหากมากเกินไปทำให้น่ารำคาญได้

4.4 การใช้วีดิทัศน์ (Video)

นำมาใช้ในการนำเสนอเนื้อหาบางอย่างที่ไม่สามารถอธิบายได้หมดหรือไม่ชัดเจน แต่ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

4.4.1 การใช้วีดิทัศน์อาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับขนาดของไฟล์ที่นำมาใส่ มีขนาดใหญ่กว่าภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว ซึ่งทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการนำเสนอได้ เช่น โหลดช้า เล่นขาด ๆ หาย ๆ ซึ่งส่งผลทำให้สื่อที่น่าเบื่อมากกว่าน่าสนใจ

4.4.2 ควรให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการทำงานของวีดิทัศน์ได้ โดยการใช้แผงควบคุมการทำงานเพื่อเล่น หยุด เดินหน้า ถอยหลัง เพิ่มลดเสียงได้ เพื่อตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน

4.5 การใช้เสียง (Sound and Sound Effect)

เสียงพูด เสียงบรรยาย และเสียงประกอบ (Sound Effect) มีส่วนช่วยให้การนำเสนอเนื้อหาที่มีความน่าสนใจมากขึ้น เสียงช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการ ช่วยสร้างความเข้าใจและบรรยากาศในการนำเสนอเนื้อหา แต่สิ่งที่ผู้ออกแบบควรคำนึงถึง ได้แก่

4.5.1 ควรหลีกเลี่ยงการบรรยายตามข้อความที่ปรากฏบนจอภาพ นอกจากนี้ผู้เรียนเป็นผู้ที่ไม่สามารถอ่านข้อความได้ เช่น เด็กเล็ก ๆ ผู้พิการทางสายตา เป็นต้น

4.5.2 หากจำเป็นต้องนำเสนอด้วยเสียงประกอบภาพหรือข้อความ ควรออกแบบโดยกำหนดปุ่มควบคุมเสียง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปิดปิดได้ตามต้องการ

4.5.3 ไม่ควรบันทึกเสียงบรรยายและเสียงแบครวรน้ซ้อนไว้ด้วยกัน เพราะหากการบันทึกเสียงมีความดังค่อยไม่เหมาะสม จะทำให้การควบคุมเสียงใดเสียงหนึ่งส่งผลต่อความดังอีกเสียงหนึ่ง

4.5.4 การให้โจทย์หรือเสนอเนื้อหาที่เกี่ยวกับตัวเลขที่ต้องใช้เวลาในการทำหรือคิด ควรใช้การนำเสนอด้วยข้อความมากกว่าใช้เสียงพูดบรรยาย

นอกจากนี้ ฐิติมา ผ่องแผ้ว (2558) ได้กล่าวถึงประเภทของสื่อหลากหลายรูปแบบที่นำมาใช้พัฒนาแอปพลิเคชันโดยคำนึงถึงความเหมาะสม มีดังนี้

(1) Text Content หมายถึง ตัวอักษร ข้อความ เนื้อหาต่าง ๆ ที่ใช้เพื่ออธิบายบรรยาย ถ้าเป็นแอปพลิเคชันไม่ควรใส่ Text มากจนเกินไป โดยองค์ประกอบปลีกย่อยของสื่อประเภทนี้คือเรื่องของรูปแบบตัวอักษร สี และขนาดตัวอักษร

(2) Video Clips เป็นภาพเคลื่อนไหว มักใช้เพื่ออธิบายเนื้อหาที่ไม่สามารถอธิบายด้วยข้อความหรือเนื้อหาที่ต้องอาศัยข้อความจำนวนมาก

(3) Sound Clips เป็นสื่อประเภทเสียง แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

- เสียงพูด (Voice Over)
- เสียงเพลง (Music) เช่น เสียงเพลงตอนเปิดเข้า เสียงบรรเลงระหว่างใช้งาน
- เสียงประกอบ (Sound Effect) คือ เสียงที่มีความยาวไม่มาก มีทั้งเสียงธรรมชาติ เสียงที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดสีสันอารมณ์ต่าง ๆ เช่น เสียงดีใจเมื่อตอบถูก เสียงเสียใจเมื่อตอบผิด เสียงขณะคลิกปุ่มต่าง ๆ เป็นต้น

(4) Picture หมายถึง ภาพประกอบในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้อธิบายหรือสร้างความสวยงามให้กับเนื้อหาโดยสามารถแบ่งออกเป็น

- Photo หมายถึง ภาพนิ่งหรือภาพถ่ายจริง
- Graphic หมายถึง ภาพที่เกิดจากการวาดหรือสร้างขึ้นโดยมีส่วนที่คล้ายจริง
- Animation Gif หมายถึง ภาพเคลื่อนไหวในลักษณะฉวยวน
- Characters หมายถึง ตัวการ์ตูนที่ใช้แทนตัวผู้เรียนหรือผู้สอน
- Infographic หมายถึง ภาพหรือกราฟิกซึ่งบ่งชี้ถึงข้อมูล ไม่ว่าจะเป็สถิติ ความรู้ ตัวเลข เรียกว่าเป็นการย่อข้อมูลเพื่อให้ประมวลผลได้ง่าย ซึ่งเหมาะสำหรับผู้เรียนในยุคข้อมูลข่าวสารหรือยุคดิจิทัลที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลซับซ้อนภายในเวลาอันจำกัด ด้วยเหตุนี้ อินโฟกราฟิก จึงเป็นส่วนที่เข้ามาจัดการกับข้อมูล ตัวเลข และตัวอักษร ให้เป็นภาพที่สวยงามได้

ขั้นที่ 3 การพัฒนา (D : Development)

เป็นขั้นตอนที่นำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบมาดำเนินการต่อ เป็นการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันตามแผนการที่วิเคราะห์ไว้ตั้งแต่ขั้นตอนแรก โดยใช้ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ในการพัฒนา ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ในขั้นต่อไป ประกอบด้วยการดำเนินการต่าง ๆ ดังนี้

- เตรียมวัสดุเสริม (Preparing Adjunct Materials) ได้แก่ การเตรียมข้อความ การเตรียมภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว กราฟิกต่าง ๆ การเตรียมเสียง การเตรียมโปรแกรม
- เขียนบทเรียน (Authoring) ได้แก่ การสร้างสรรค์กราฟิก (Creating Graphics) การสร้างการปฏิสัมพันธ์บทเรียน และการสร้างบทเรียนพร้อมแบบทดสอบ
- ดำเนินการผลิต (Conduct Production) ได้แก่ การผลิตขั้นต้น (Preproduction) การผลิตจริง (Production) และการดำเนินการหลังการผลิต (Postproduction)
- รวมส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นบทเรียนและเขียนโปรแกรมจัดการ (Integrating Media and Coding)

ขั้นที่ 4 การทดลองใช้ (I : Implementation)

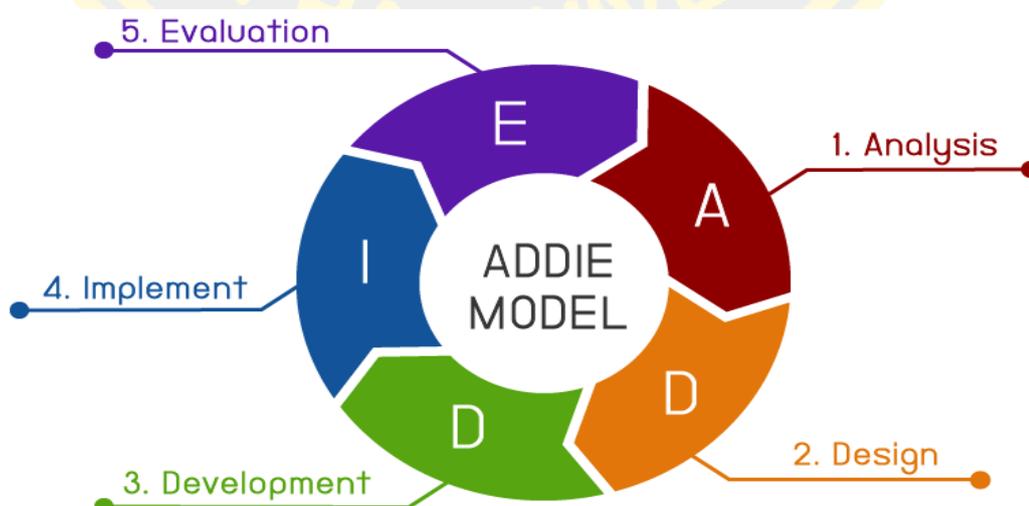
เป็นการนำแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น นำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายตามวิธีการที่วางแผนไว้ ตั้งแต่ต้น เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียนในขั้นต้น หลังจากนั้นจึงทำการปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง เพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเหมาะสมและประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (E : Evaluation)

เป็นการประเมินผลที่ต้องทำในทุกขั้นตอน เพื่อตรวจสอบว่าการวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา และการนำไปใช้มีปัญหาหรืออุปสรรคใดบ้าง เพื่อจะได้ทำการแก้ไขปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ไม่เสียเวลา เพราะหากรอประเมินผลตอนสุดท้ายหลังการพัฒนาและนำไปใช้แล้ว หากเกิดปัญหาขึ้น อาจต้องเสียเวลาในการรื้อโปรแกรมใหม่ทั้งหมด ซึ่งหลายครั้งที่ออกแบบได้ไม่ดี มักพบปัญหาต่อการ นำไปใช้ว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนั้นไม่สามารถส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

นอกจากนี้ ยังรวมถึงการประเมินสุดท้ายที่เป็นการประเมินจากผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่

- ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญอาจแบ่งเป็นด้านเนื้อหาหลักสูตร และด้านสื่อการศึกษา ด้านละ 3 คน
- ประเมินคุณภาพผู้เรียนว่าสามารถเรียนรู้ได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยเน้น การประเมินทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เพื่อทำการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ที่เกิดจากการใช้แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ทั้งนี้ ยังเป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อควบคู่ไปด้วย
- ประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อสื่อด้วยแบบสอบถาม เพื่อเป็นการประเมิน ความคิดเห็น เจตคติ และความพึงพอใจของผู้เรียนว่ามีความคิดเห็นอย่างไร



ภาพที่ 3 ADDIE Model (ADDIE Model คืออะไร, ม.ป.ป.)

4. โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาและใช้โปรแกรมต่าง ๆ ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ดังนี้

4.1 โปรแกรม Unity

Unity คือ โปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาเกม ที่สามารถนำไปใช้ข้ามแพลตฟอร์มได้ (Cross-platform) รองรับการสร้างเกมแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ซึ่งปัจจุบันสามารถสร้างเกมที่รองรับการใช้งานมากกว่า 20 แพลตฟอร์ม แต่ส่วนใหญ่นิยมสร้างเกมมาใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC), สมาร์ทโฟนที่เป็นระบบ Android, iOS และ Web Browser อีกทั้งรองรับการทำงานกับเทคโนโลยีใหม่อย่างระบบ VR และ AR ด้วย โดยสามารถสร้างได้ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ที่หลากหลาย เช่น C, C++, JAVA เป็นต้น เปรียบเสมือนเป็นเครื่องมือใช้สร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของระบบเกม เช่น การสร้างตัวละคร การสร้างเมนูและส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ การควบคุมวัตถุต่าง ๆ การจัดมุมกล้อง การเคลื่อนไหวตามหลักฟิสิกส์ การสร้างแอนิเมชัน การสร้างเอฟเฟกต์ และการเขียนคำสั่งสคริปต์ควบคุมการทำงาน เป็นต้น และชิ้นส่วนนี้จะถูกนำไปประกอบเข้าด้วยกัน

สำหรับโปรแกรม Unity จะต้องอาศัยภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น C# ในการเขียนคำสั่งสคริปต์ จึงต้องติดตั้งโปรแกรม Visual Studio ร่วมด้วย เพื่อใช้ในการคอมไพล์ รันคำสั่ง หรือการดีบั๊ก โดยขณะที่ใช้งานโปรแกรม Unity ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเปิดโปรแกรม Visual Studio เพื่อเขียนคำสั่งสคริปต์โดยตรง แต่จะเปิดใช้งานผ่านโปรแกรม Unity (สุพจน์ สง่าทอง, 2565)

ทั้งนี้ ผู้ใช้งานสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม ดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรมได้จากเว็บไซต์ <https://store.unity.com/>



ภาพที่ 4 Unity (wikipedia, 2024)

4.2 โปรแกรม Visual Studio

Visual Studio คือ โปรแกรมที่รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ตั้งแต่หน้าจอที่ใช้พัฒนาโปรแกรม (Development interface) เครื่องมือในการตรวจหาจุดผิดในโปรแกรม (Debugging tool) ตัวช่วยอัตโนมัติในการเขียนโปรแกรม (Wizard tool) ตัวจัดการฐานข้อมูล

(Database management) และส่วนประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นในการพัฒนาโปรแกรมนำมาประกอบกันเป็นชุด เรียกว่า Integrated Development Environment (IDE) โดยมีหลาย ๆ เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาต่าง ๆ และสามารถเขียนโปรแกรมจากภาษาใดก็ได้ตามที่ถนัด ประกอบด้วยเครื่องมือ Visual Basic, Visual C++, Visual C#, Visual F#, Python และ JavaScript

ทั้งนี้ ผู้ใช้งานสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม ดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรมได้จากเว็บไซต์ <https://visualstudio.microsoft.com>



ภาพที่ 5 Visual Studio (wikipedia, 2023)

4.3 โปรแกรม Adobe Illustrator

โปรแกรม Adobe Illustrator คือ โปรแกรมที่ใช้ในการวาดภาพแบบ Vector จัดเป็นโปรแกรมระดับมืออาชีพที่ใช้กันเป็นมาตรฐานในการออกแบบระดับสากล สามารถทำงานออกแบบต่าง ๆ ได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นสิ่งพิมพ์ บรรจุภัณฑ์ ภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนการสร้างภาพเพื่อใช้เป็นภาพประกอบในการทำงานอื่น ๆ เช่น การ์ตูน ภาพประกอบหนังสือ เว็บไซต์ เป็นต้น

ทั้งนี้ ผู้ใช้งานสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม ดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรมได้จากเว็บไซต์ https://www.adobe.com/th_th/products/illustrator.html



ภาพที่ 6 Adobe Illustrator (wikipedia, 2022)

4.4 โปรแกรม Adobe After Effect

โปรแกรม Adobe After Effect คือ โปรแกรมสำหรับงานทางด้าน Video Compost หรืองานซ้อนภาพวิดีโอ การสร้างกราฟิกเคลื่อนไหว การตกแต่งหรือเพิ่มเติม Effect พิเศษให้กับภาพเคลื่อนไหว นิยมใช้ในการทำงานด้าน Motion graphic และ Visual Effect ที่ใช้ในงานนำเสนอ, มัลติมีเดีย และงานโฆษณา รวมไปถึงการทำ Special Effect ต่าง ๆ ให้กับงานโทรทัศน์และงานภาพยนตร์ ซึ่งสามารถนำไฟล์ภาพนิ่ง ไฟล์ภาพเคลื่อนไหว และไฟล์เสียง มาตัดต่อหรือใช้งานร่วมกัน

ทั้งนี้ ผู้ใช้งานสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม ดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรมได้จากเว็บไซต์ https://www.adobe.com/th_th/products/aftereffects.html



ภาพที่ 7 Adobe After Effect (wikipedia, 2024)

4.5 โปรแกรม Audacity

โปรแกรม Audacity คือ โปรแกรมสำหรับตัดต่อ แก้ไข และบันทึกเสียง ด้วยการใช้อะดัดเสียงต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่มากมายและครบครัน เช่น การอัดเสียง การตัดเสียงรบกวน การเพิ่ม-ลดเสียง การปรับเสียงให้เท่ากัน การปรับระดับของเดซิเบล การมิกซ์เสียง และอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งเป็นโปรแกรมแบบ Open Source สามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows, macOS, Linux และระบบปฏิบัติการเหมือนยูนิกซ์อื่น ๆ

ทั้งนี้ ผู้ใช้งานสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม ดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรมได้จากเว็บไซต์ <https://www.audacityteam.org/>



ภาพที่ 8 Audacity (wikipedia, 2024)

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ในการวัดและประเมินผลด้านการศึกษานั้น จะใช้เครื่องมือโดยขึ้นอยู่กับลักษณะของ จุดประสงค์การศึกษาและแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล การเรียนรู้มีหลายลักษณะ พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

1.1 แบบทดสอบ

1.1.1 ความหมายของการทดสอบและแบบทดสอบ

ได้มีนักวิชาการให้คำนิยามหรือความหมายของการทดสอบและแบบทดสอบ ไว้หลากหลาย พอรวบรวมได้เป็นสังเขป ดังนี้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2535) กล่าวว่า การทดสอบ หมายถึง ระเบียบวิธีการในการ สืบหาพฤติกรรมของบุคคลอย่างมีระบบ และแสดงโดยตัวเลขและข้อมูลที่เป็นหมวดหมู่ตามพฤติกรรม ที่แสดงออก การทดสอบจึงไม่จำเป็นต้องเป็นข้อเขียน อาจเป็นคำพูดก็ได้ หรืออาจแสดงออกเป็น พฤติกรรมรูปร่างอื่น แต่ก็มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างบุคคล

บรรยงค์ โตจินดา (2543) กล่าวว่า การทดสอบ หมายถึง กระบวนการอย่างหนึ่งที่จะ ทำให้ได้มาซึ่งจำนวนหรือปริมาณของคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งไปเราที่ตัวผู้สอบ เพื่อให้เกิดการ ตอบสนองออกมาในรูปพฤติกรรมที่เราต้องการ แล้วนำสิ่งที่คัดค้านี้ไปตีค่าเป็นตัวเลขหรือปริมาณ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า การทดสอบ คือ การสำรวจและการวัดความสามารถ ของการทำงาน การทดสอบตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าพฤติกรรมสามารถทำนายได้โดยการสุ่มตัวอย่าง เพราะจะใช้เป็นตัวทำนายความสำเร็จหรือความล้มเหลว อันจะแสดงให้เห็นพฤติกรรมในการทำงาน

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542) กล่าวว่า แบบทดสอบ เป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลคนเดียวหรือ หลายคนในเวลาต่างกัน

อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบ คือ เครื่องมือตรวจสอบ ทางการศึกษาที่กระตุ้นสมองให้แสดงพฤติกรรมออกมาในเชิงความสามารถของบุคคลนั้น ๆ ประกอบด้วย ข้อสอบจำนวนหนึ่ง ซึ่งข้อสอบได้แก่ ข้อความหรือข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายในการทดสอบ และเนื้อหาสาระที่ทดสอบเฉพาะอย่าง และเกี่ยวข้องกับบุคคลที่ถูกทดสอบ

นอกจากนี้ แบบทดสอบในทางการศึกษา มักนิยมเรียกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งมีผู้ให้คำนิยามหรือความหมายไว้หลากหลาย พอรวบรวมได้เป็นสังเขป ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) กล่าวว่าไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านสมองด้านต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

สมพร เชื้อพันธ์ (2547) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบหรือชุดของข้อสอบที่ใช้วัดความสำเร็จหรือความสามารถในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอน ว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด

กล่าวโดยสรุป คือ การทดสอบ หมายถึง การดำเนินการอย่างมีระบบโดยใช้สื่อหรือเครื่องมือหรือสถานการณ์ใด ๆ ไปเป็นสิ่งเร้าให้ผู้สอบแสดงพฤติกรรมตอบสนอง เพื่อหาระดับความสามารถของบุคคลนั้น ๆ อย่างเช่นการทดสอบทางการศึกษา จะใช้แบบทดสอบหรือสถานการณ์ทดสอบใด ๆ เป็นเครื่องมือในการประเมินเพื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนสอบที่ได้ออกมาเป็นระดับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านต่าง ๆ เช่น ความรู้ ทักษะ พฤติกรรม เป็นต้น

ส่วนแบบทดสอบ หรืออาจเรียกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง เครื่องมือตรวจสอบทางการศึกษาที่มีลักษณะเป็นชุดข้อความหรือข้อความที่ใช่เป็นสิ่งเร้าหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมออกมา ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถของผู้เรียน เพื่อประเมินว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด

1.1.2 ประเภทของแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่ใช้ทางการศึกษามีหลายประเภท แบ่งได้แตกต่างกันตามหลักเกณฑ์ที่ใช้ดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ, 2542)

1.1.2.1 แบ่งตามจุดมุ่งหมาย แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

(1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจตามพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ซึ่งเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

(1.1) แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง (Teacher-Made Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างกันโดยทั่วไป เมื่อต้องการใช้ก็สร้างขึ้น ใช้แล้วก็เลิกกัน ถ้านำไปใช้อีกก็ต้องดัดแปลงปรับปรุงแก้ไข เพราะเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้เฉพาะครั้ง อาจยังไม่มีมีการวิเคราะห์หาคุณภาพ

(1.2) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่ได้มีการพัฒนาด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติมาแล้วหลายครั้งหลายหน จนมีคุณภาพสมบูรณ์ทั้งด้านความตรง

ความเที่ยง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัย มีเกณฑ์ปกติ (norm) ไว้เปรียบเทียบกับรวมความแล้วต้องมีมาตรฐานทั้งด้านการดำเนินการสอบและแปลผลคะแนนที่ได้

(2) แบบทดสอบความถนัด (Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพทางสมองของคน ว่ามีความรู้ความสามารถมากน้อยเพียงใด และมีความสามารถทางด้านใดเป็นพิเศษ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

(2.1) แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบความถนัดที่วัดความสามารถทางวิชาการว่ามีความถนัดในวิชาอะไร ซึ่งจะแสดงถึงความสามารถในการเรียนต่อแขนงวิชานั้น และจะสามารถเรียนไปได้มากน้อยเพียงใด

(2.2) แบบทดสอบความถนัดพิเศษ (Specific Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถพิเศษของบุคคล เช่น ความถนัดทางดนตรี ทางการแพทย์ ทางศิลปะ ใช้สำหรับการแนะแนวการเลือกอาชีพ เช่น แบบทดสอบวัดความถนัดทางศิลป์

(3) แบบทดสอบบุคคล - สังคม (Personal-Social Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดบุคลิกภาพและการปรับตัวเข้ากับสังคมของบุคคล

1.1.2.2 แบ่งตามรูปแบบของการถามการตอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) แบบวัดความเรียง (Essay Test) แบบนี้จะกำหนดคำถามให้ ผู้ตอบจะต้องเรียบเรียงคำตอบเอง การวัดความรู้ด้วยคำถามแบบความเรียงหรือที่รู้จักว่าเป็นแบบอัตนัย รูปแบบจะมีเฉพาะตัวคำถามเท่านั้น ส่วนคำตอบจะเว้นที่ว่างหรือกำหนดกระดาษคำตอบให้ไว้เป็นพิเศษ สำหรับให้ผู้ตอบเขียนคำตอบลงไปเอง ผู้ตอบมีอิสระ ในการตอบคำถามแบบนี้จะมีปัญหาในการตรวจให้คะแนน ทั้งความเป็นธรรมและความสะดวกรวดเร็ว ฉะนั้นจึงไม่นิยมไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบอัตนัย คือ แบบทดสอบที่มีลักษณะผู้ตอบต้องเขียนบรรยายตอบ ผู้ตอบมีสิทธิจะเขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีคำตอบถูกหลาย ๆ ทาง คำตอบของข้อสอบข้อเดียวกัน อาจจะมี ความแตกต่างทั้งในด้านคุณภาพและความถูกต้อง แบ่งประเภทได้ ดังนี้

(1.1) แบบไม่จำกัดตอบ (extended response) ข้อสอบแบบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบนี้ให้อิสระเสรีแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ ในการอภิปราย แสดงความคิดเห็น และรวบรวมข้อมูลเท็จจริงต่าง ๆ มาใช้ในการสอบ โดยทั่วไปข้อสอบแบบนี้จะให้นักเรียนแสดงความสามารถซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการสังเคราะห์และการประเมินผล ข้อสอบนี้นับว่ามีคุณค่าอย่างยิ่งในการวัดกระบวนการทางสมองที่สูงขึ้น เช่น จงอธิบายทฤษฎีกำเนิดชนชาติไทยมา 1 ทฤษฎี

(1.2) แบบจำกัดตอบ (restricted response) ข้อสอบแบบนี้มักจะกำหนดขอบเขตแบบฟอร์มและเนื้อที่เฉพาะให้นักเรียนไม่มีอิสระเสรีในการตอบมากนัก แบบทดสอบนี้ให้ตอบสั้นกว่าแบบแรก คำตอบอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ในวงจำกัด โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดขอบข่ายและความยาวในการตอบไว้ด้วย เช่น จงอธิบายสาเหตุของการเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 มา 3 ประการ

(1.3) แบบอัตนัยประยุกต์ หรือเรียกทั่วไปว่าแบบ MEQ (Modified Essay Question) เป็นแบบทดสอบคำถามปลายเปิด เสนอกรณีศึกษาตามลำดับเหตุการณ์และให้ข้อมูลเป็นตอน ๆ แล้วมีคำถามแทรกเป็นระยะ ๆ ข้อมูลนั้นเกี่ยวข้องกับคำถามมากหรือน้อย ผู้ตอบต้องตัดสินใจเลือกข้อมูลมาสังเคราะห์ คำตอบคำถามแต่ละข้อเป็นอิสระกัน ข้อสอบแบบ MEQ กำหนดให้ผู้สอบทำข้อสอบโดยใช้ข้อมูลเฉพาะหน้านั้น ๆ มิให้ย้อนกลับไปแก้ไขข้อสอบที่ทำไปแล้วหรือเปิดไปดูข้อมูลข้างหน้า ซึ่งแบบทดสอบ MEQ มีข้อดีคือ สามารถวัดความสามารถในกระบวนการแก้ปัญหา มีความเป็นปริญญสูง มีประสิทธิภาพบนพื้นฐานของการปฏิบัติจริง วัดความสามารถในการกำหนดปัญหาและวางแผนการจัดการปัญหา เปิดโอกาสให้ได้ตรวจสอบเจตคติ เหมาะกับการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นตัวตั้ง และการสอนแบบบูรณาการ การใช้แบบทดสอบ MEQ ในรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะสามารถช่วยทั้งผู้เรียนและผู้สอนได้

(2) แบบทดสอบสั้นและเลือกตอบ (Short Answer and Multiple Choice Test) หรือที่รู้จักกันทั่วไปคือ แบบปรนัย (Objective Test) แบบนี้จะกำหนดคำถามให้ และกำหนดให้ตอบสั้น ๆ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก ผู้ตอบจะต้องเลือกตอบตามนั้น แบ่งเป็น

(2.1) แบบถูก-ผิด (True-False Item) กำหนดข้อความมาให้และให้ตอบว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จริงหรือไม่จริง ใดๆอย่างหนึ่ง

(2.2) แบบเลือกตอบ (Multiple Choice Item) รูปแบบทั่วไปของแบบวัดชนิดเลือกตอบจะมีตัวคำถามซึ่งเขียนเป็นประโยคสมบูรณ์และมีตัวเลือกที่กำหนดไว้ให้เลือกตอบ อาจจะมี 3 4 5 หรือ 6 ตัวเลือก ในส่วนที่เป็นตัวเลือกตอบประกอบด้วยตัวถูกและตัวลวง

- แบบตัวเลือกตอบถูกตัวเดียว แบบนี้ตัวเลือกตอบต้องมีตัวถูกเพียงตัวเดียว นอกนั้นเป็นตัวลวง

- แบบตัวเลือกตอบถูกมากที่สุด แบบนี้ตัวเลือกจะถูกทุกข้อ แต่มีเพียงตัวเลือกเดียวที่ถูกที่สุด

- แบบให้เลือกตัวเลือกผิด รูปแบบนี้ตรงกันข้ามกับแบบแรก

- แบบเปรียบเทียบ รูปแบบของตัวคำถามจะบอกสิ่งของสองสิ่งเปรียบเทียบกันให้เห็นความสัมพันธ์โดยใช้เกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

(2.3) แบบให้ตอบสั้น (Short Answer Item) เป็นแบบที่ผู้ตอบต้องคิดหาคำตอบด้วยตนเอง แต่จำกัดคำตอบเพียงสั้น ๆ เท่านั้น มี 3 รูปแบบ คือ

- แบบข้อความคำถามสมบูรณ์ (Completion Item) รูปแบบการถามจะใช้ประโยคที่มีเนื้อหาสมบูรณ์แต่ให้ตอบสั้น ๆ เพียงคำตอบเดียว เช่น มุมในสี่เหลี่ยมรวมกันเป็น กี่องศา.....

- แบบข้อความไม่สมบูรณ์ (Incomplete Statement) รูปแบบการถามจะใช้ประโยคที่เป็นข้อความไม่สมบูรณ์ และเมื่อเติมคำหรือวลีลงไปจะทำให้ประโยคสมบูรณ์ เช่น มุมในสี่เหลี่ยมรวมกันเป็น.....องศา

- แบบเติมคำที่มีความสัมพันธ์ รูปแบบการถามจะตั้งคำถามด้วยประโยคหลักแล้วตามด้วยข้อความย่อย ๆ เว้นว่างไว้ให้หาคำตอบ คำตอบที่จะเติมจะต้องสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับคำหรือข้อความย่อยนั้นๆ

(2.4) แบบจับคู่ (Matching Test) เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะการนำเสนอด้วยคำวลีหรือข้อความ 2 ส่วน เพื่อจับคู่กัน ส่วนที่ 1 คือคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามหรือข้อความ ซึ่งเป็นมโนทัศน์เขียนเรียงเป็นแนวตั้ง 1 แถว ส่วนที่ 2 คือ คำตอบซึ่งเป็นคำถามหรือข้อความที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับปัญหาเขียนเรียงเป็นแนวตั้งอีกแถว โดยทั่วไปจำนวนข้อของคำตอบจะมีมากกว่าคำถาม

การสร้างแบบทดสอบแบบจับคู่ให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

- ควรเลือกข้อความในหัวข้อหรือเนื้อหาเดียวกันมาสร้างแบบทดสอบ
- ข้อความมีความยาวใกล้เคียงกัน โดยทั่วไปจะใช้ข้อความที่ยาวกว่าเป็นชุดของคำถาม ส่วนข้อความที่สั้นกว่าจะเป็นชุดของคำตอบ
- ต้องมีจำนวนข้อความที่เป็นคำตอบมากกว่าข้อความที่เป็นคำถาม
- ข้อความที่เป็นคำถามและคำตอบจะต้องสั้น กะทัดรัด มีความชัดเจน และเป็นสาระสำคัญ

1.1.2.3 แบ่งตามลักษณะของการตอบ แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

(1) แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test) เป็นแบบทดสอบด้วยการให้ปฏิบัติทำจริง ๆ เช่น การแสดงละคร การช่างฝีมือ การพิมพ์ดีด การทดลอง เป็นต้น

(2) การทดสอบเขียนตอบ (Paper-pencil Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วไป ซึ่งใช้กระดาษและดินสอหรือปากกาเป็นอุปกรณ์ช่วยตอบ ผู้ตอบต้องเขียนตอบทั้งหมด

(3) แบบทดสอบปากเปล่า (Oral Test) เป็นการทดสอบที่ให้ผู้ตอบพูดแทนการเขียน มักจะเป็นการพูดคุยกันระหว่างผู้ถามกับผู้ตอบ เช่น การสอบสัมภาษณ์ การสอบวิทยานิพนธ์ของบางสถาบัน

1.1.2.4 แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ตอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) แบบทดสอบที่ใช้ความเร็ว (Speed Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดเวลาจำกัดให้ต้องตอบภายในเวลานั้น มักจะมีจำนวนข้อคำถามมาก ๆ แต่ให้เวลาน้อย ๆ

(2) แบบทดสอบให้เวลามาก (Power Test) เป็นแบบทดสอบที่ไม่กำหนดเวลาให้เวลาตอบอย่างเต็มที่ ผู้ตอบจะใช้เวลาตอบเท่าใดก็ได้ เสร็จแล้วเป็นเลิกกัน

1.1.2.5 แบ่งตามลักษณะเกณฑ์ที่ใช้วัด แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test) เป็นแบบทดสอบที่สอบวัดตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หรือตามเกณฑ์ภายนอก ซึ่งเป็นเนื้อหาของวิชาการเป็นหลัก

(2) แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Test) เป็นแบบทดสอบที่มีการเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มที่สอบด้วยกัน

แบบวัดอิงกลุ่มหรืออิงเกณฑ์ การวัดความรู้ ต้องกำหนดวัตถุประสงค์ของการวัดว่าต้องการแปลความหมายของผลการวัดเป็นแบบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่ม ถ้าต้องการแปลเป็นแบบอิงกลุ่ม ลักษณะข้อสอบหรือข้อคำถามที่สร้าง ต้องเป็นเนื้อหาองค์ความรู้ในเรื่องนั้นแบบทั่ว ๆ ไป ข้อคำถามที่ตั้งขึ้นต้องมีความยากง่ายพอเหมาะกับกลุ่มที่ต้องการให้ตอบ เพราะว่าการนำผลการวัดของแต่ละคนเปรียบเทียบกัน ข้อคำถามแบบนี้เมื่อเลือกรวมเป็นแบบวัด เรียกว่า แบบวัดอิงกลุ่ม และถ้าต้องการนำผลการวัดไปเทียบกับมาตรฐานหรือวัตถุประสงค์ว่ามีความรู้ในระดับที่ยอมรับได้มากน้อยเพียงใด โดยการกำหนดจุดตัดของคะแนนที่ต้องทำได้สำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสิน ข้อคำถามในลักษณะนี้เมื่อเลือกรวมเป็นแบบวัด เรียกว่า แบบวัดอิงเกณฑ์

1.2 แบบสอบถาม

แบบสอบถาม คือ ชุดของข้อความหรือข้อคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบ ข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ความรู้สึก ความเชื่อ และความสนใจต่าง ๆ ซึ่งประเภทของแบบสอบถามที่นิยมใช้มี 3 ประเภท ดังนี้ (สุทธิมาศ อภิรักษ์วินิชย์, 2557)

1.2.1 แบบสอบถามชนิดปลายเปิด (Open Form) เป็นแบบสอบถามที่ไม่ได้กำหนดคำตอบไว้ ผู้ตอบจะตอบคำถามตามความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

1.2.2 แบบสอบถามชนิดปลายปิด (Close Form) เป็นแบบสอบถามที่จำกัดคำตอบให้ผู้ตอบเลือกคำตอบตามแบบที่กำหนดให้เท่านั้น แบ่งได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

1.2.2.1 แบบสำรวจรายการ (Check List)

แบบสอบถามชนิดนี้ต้องการทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากผู้ตอบ โดยไม่มีการประเมินระดับของความรู้สึกหรือข้อเท็จจริงนั้น ต้องการให้ตอบเพียงว่า มี-ไม่มี, เห็นด้วย-ไม่เห็นด้วย, เชื่อ-ไม่เชื่อ, ใช่-ไม่ใช่ เป็นต้น

1.2.2.2 แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

แบบสอบถามชนิดนี้มีลักษณะคำถามคล้ายกับแบบสำรวจรายการ แต่เปลี่ยนแปลงลักษณะการตอบให้มีมากกว่าระดับขึ้น โดยผู้ตอบต้องประเมินว่าตนมีคุณลักษณะนั้น ๆ มากน้อยเพียงใด ระดับของการประเมินมีที่ระดับ ขึ้นอยู่กับผู้วัดว่าจะต้องการผลละเอียดเพียงใด ซึ่งมาตราส่วนประมาณค่ามีหลายลักษณะ แต่ที่นิยมใช้และสร้างได้ง่าย คือ มาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท และมาตราส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียล (สมชาย รัตนทองคำ, 2556)

(1) มาตรฐานประมาณค่าของลิเคอร์ท (Likert rating scale) ประกอบด้วย

- ส่วนที่เป็นข้อความ คำถามหรือสถานการณ์ที่กำหนดมักจะมึลักษณะสอบถามความคิดเห็น ความรู้สึก หรือทัศนคติ หรือพฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคลที่ต้องการวัด ซึ่งข้อความดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งทางบวกหรือทางลบ

- ส่วนที่เป็นคำตอบ มักเป็นการกำหนดค่าระดับความรู้สึก ความคิดเห็น ทัศนคติ หรือพฤติกรรมที่แสดงออก แบบลิเคอร์ทจะกำหนดคำตอบเป็น 5 ระดับ ในระดับสนับสนุนถึงระดับไม่สนับสนุน ระดับเห็นด้วยถึงระดับไม่เห็นด้วย เป็นต้น ซึ่งมาตราส่วนลิเคอร์ทอาจใช้ตัวเลขแสดงการจำแนกระดับพฤติกรรมได้ 5 ระดับคือ 5, 4, 3, 2, 1 โดยให้ 5 หมายถึง ความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกมาในระดับมากที่สุด และลดลงเรื่อย ๆ จนถึงระดับ 1 ซึ่งหมายถึงระดับน้อยที่สุด

(2) มาตรฐานประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียล (Semantic differential rating scale) ประกอบด้วย

- ข้อความ แสดงความรู้สึก คิดเห็น หรือพฤติกรรมของการแสดงออกของบุคคลที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นเป้าหมายของการวัด

- คำคุณศัพท์หรือตัวเลขที่แสดงออกระดับของความรู้สึก หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยทั่วไปคำคุณศัพท์ที่ใช้ในแต่ละข้อจะมีลักษณะเป็นความหมายตรงข้ามกัน โดยมีคำหรือตัวเลขแสดงระดับพฤติกรรมตั้งแต่ระดับต่ำสุดไปถึงสูงสุด เช่น ยาก-ง่าย, ชอบ-เกลียด, ดี-เลว เป็นต้น

2. ลักษณะสำคัญของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

แบบทดสอบ แบบวัด หรือเครื่องมือสำหรับในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่ดี ควรมีลักษณะสำคัญ ดังนี้ (สมชาย รัตนทองคำ, 2556)

2.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่บ่งบอกว่า แบบทดสอบสามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ความถนัด เจตคติ จริยธรรม บุคลิกภาพ และอื่น ๆ แบบทดสอบทุกฉบับจะต้องมีคุณภาพด้วยความเที่ยงตรง จึงจะเชื่อได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่ดี และผลที่ได้จากการวัดจะถูกต้องตรงตามที่ต้องการ แบ่งเป็น

2.1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง การวัดนั้นสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา และวัดได้ครบถ้วนตามจุดประสงค์ของการวัด ในทางปฏิบัติมักจะต้องทำตารางจำแนกเนื้อหา จุดประสงค์ ตามที่ต้องการ ก่อนจะทำการออกข้อสอบหรือแบบวัด

2.1.2 ความเที่ยงตรงเชิงสัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) หมายถึง ผลการวัดได้สัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการ มี 2 ลักษณะ แบ่งเป็น

2.1.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ ค่าคะแนนที่ได้จากแบบวัดสะท้อนผลตรงตามสภาพเป็นจริง กล่าวคือ เด็กเก่งจะได้คะแนนสอบสูง ส่วนเด็กอ่อนจะได้คะแนนต่ำจริง

2.1.2.2 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ คือ ค่าคะแนนจากแบบวัดสามารถทำนายถึงผลการเรียนในวิชานั้น ๆ ได้อย่างเที่ยงตรง

2.1.2.3 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ค่าคะแนนจากแบบวัดมีความสอดคล้องกับลักษณะและพฤติกรรมจริงของเด็ก เช่น สอดคล้องกับความรู้ ความมีเหตุผล ความเป็นผู้นำ เซาว์ปัญญา เป็นต้น

การพิจารณาความเที่ยงตรง สามารถการตรวจสอบโดยไม่ใช้วิธีการทางสถิติ หากแต่พิจารณาจากเนื้อหาและจำนวนข้อคำถามว่าสอดคล้อง ครบถ้วน และมีสัดส่วนตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ภาษาที่เขียนสื่อความหมายได้ดีเพียงใด การเขียนข้อคำถามถูกต้องตามหลักสารเขียนข้อคำถามหรือไม่ จากตารางกำหนดข้อคำถามหรือตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางสถิติ จากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence)

2.2 ความเชื่อมั่น (Reliability)

แบบทดสอบที่ดีต้องมีความเชื่อมั่นได้ว่าผลจากการวัดคงที่แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงไปมา การวัดครั้งแรกเป็นอย่างไร เมื่อวัดซ้ำอีกโดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม ผู้ถูกทดสอบกลุ่มเดิม จะวัดกี่ครั้งก็ตาม ผลการวัดควรจะเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงเดิมสอดคล้องกัน แบบทดสอบที่เชื่อมั่นได้จะสามารถให้คะแนนที่คงที่แน่นอน ปกติการสอบแต่ละครั้งคะแนนที่ได้มักไม่คงที่ แต่ถ้าอันดับของผู้ที่ทำข้อสอบยังคงที่เหมือนเดิมก็ยิ่งถือว่าแบบทดสอบนั้นมีความเชื่อมั่นสูง

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบของคนกลุ่มเดิมหลาย ๆ ครั้ง การหาค่าความเชื่อมั่น จึงได้ยึดหลักการสอบหลาย ๆ ครั้ง แล้วหาความสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการสอบหลาย ๆ ครั้งนั้น ถ้าคะแนนของผู้สอบแต่ละคนคงที่หรือขึ้นลงตามกัน แสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีค่าความเชื่อมั่นสูง โดยค่าความเชื่อมั่นคำนวณได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้ง 2 ชุด จากการสอบผู้สอบกลุ่มเดิม 2 ครั้ง โดยใช้แบบทดสอบเดียวกัน ความเชื่อมั่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

2.2.1 การสอบซ้ำ (test and retest) เป็นการนำแบบทดสอบชุดเดียวกันไปสอบผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้ง ในเวลาห่างกันพอสมควร (ป้องกันการจำข้อสอบได้) แล้วนำค่าคะแนนทั้ง 2 ชุดนั้น มาหาค่าความสัมพันธ์ที่ได้ ซึ่งการหาค่าความเชื่อมั่นลักษณะนี้มีข้อจำกัดบางประการ กล่าวคือ ผู้ทำแบบทดสอบอาจเกิดความเบื่อหน่าย เพราะธรรมชาติของบุคคลไม่ชอบความซ้ำซากจำเจ เสียเวลาในการสอบมาก และผู้สอบเกิดการเรียนรู้จากการสอบครั้งแรก ทำให้สอบครั้งหลังสามารถทำได้คล่องขึ้น

เกิดความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้น การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบด้วยวิธีการนี้ จึงไม่เป็นที่ยอมรับ

2.2.2 ใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (parallel test หรือ equivalence tests) หมายถึง แบบทดสอบ 2 ชุด ที่มีลักษณะและคุณภาพใกล้เคียงกันมากที่สุด ทั้งด้านเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก ลักษณะคำถาม และจำนวนข้อคำถาม จนอาจกล่าวได้ว่า เป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกัน สามารถใช้แทนกันได้ การใช้แบบทดสอบคู่ขนานนี้ เป็นการแก้ปัญหาข้อจำกัดต่าง ๆ ของการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยการสอบซ้ำ วิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทำได้โดยนำแบบทดสอบคู่ขนานไปทดสอบนักเรียนกลุ่มเดียวกันทั้ง 2 ฉบับ ในเวลาเดียวกัน แล้วนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบทั้ง 2 ชุดนี้ มาหาความสัมพันธ์กัน ก็จะได้ค่าความเชื่อมั่นดังกล่าว ซึ่งข้อจำกัดของการทดสอบนี้คือ การสร้างแบบทดสอบที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันทั้งเนื้อหา ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ฯลฯ ทำได้ยาก ต้องใช้ประสบการณ์สูง

2.2.3 วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (split-half) เป็นการสร้างข้อสอบชุดเดียว ใช้ผู้สอบชุดเดียวกัน (แต่แบ่งครึ่งข้อสอบ และได้ค่าคะแนน 2 ชุด) เป็นการแก้ปัญหาความยากในการสร้างแบบทดสอบแบบคู่ขนาน แต่ได้ผลเช่นเดียวกับการสอบซ้ำ หรือการใช้ข้อสอบแบบคู่ขนาน วิธีการอาจแบ่งตรวจข้อสอบครึ่งละครึ่งฉบับ (แบ่งข้อคี่กับข้อคู่ หรือครึ่งแรกและครึ่งหลัง) นิยมใช้ข้อคู่และคี่มากกว่า เนื่องจากการเรียงลำดับข้อสอบนิยมเรียงตามเนื้อหาเป็นตอน ๆ จากง่ายไปยาก ดังนั้น การแบ่งครึ่งลักษณะนี้จึงมีลักษณะคล้ายคลึงพออนุโลมให้เป็นแบบทดสอบคู่ขนานได้ เมื่อตรวจและได้คะแนน 2 ชุดแล้ว นำคะแนนทั้งสองมาหาความสัมพันธ์กัน จากนั้นจึงนำมาคำนวณค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งค่าความเชื่อมั่นข้อสอบเต็มฉบับนั้นจะสูงกว่าครึ่งฉบับ เนื่องจาก ค่าความเชื่อมั่นขึ้นกับความยาวหรือจำนวนข้อของคำถาม ข้อสอบที่มีข้อคำถามมากจะมีระดับความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบน้อย

2.2.4 วิธี Kuder-Richardson (KR) เป็นการหาค่าความคงที่ภายในของแบบทดสอบ เรียกว่า ความเชื่อมั่นภายใน (internal consistency) สูตรที่นิยมใช้คือสูตรคำนวณ KR-20 / KR-21

2.3 ความเป็นปรนัย (Objectivity)

ความเป็นปรนัย หมายถึง ความชัดเจน ความถูกต้อง ความเข้าใจตรงกัน โดยยึดถือความถูกต้องทางวิชาการเป็นเกณฑ์ การสร้างแบบทดสอบใด ๆ จำเป็นต้องมีความชัดเจน เข้าใจตรงกันระหว่างผู้ออกข้อสอบและผู้ทำข้อสอบ คุณสมบัติความเป็นปรนัยของแบบทดสอบพิจารณาได้จากการที่ผู้อ่านข้อสอบทุกคนเข้าใจตรงกัน ผู้ตรวจทุกคนให้คะแนนได้ตรงกัน และแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน

2.4 ความยากง่าย (Difficulty)

แบบทดสอบที่ดีต้องมีความยากง่ายพอเหมาะ คือไม่ยากเกินไปหรือไม่ง่ายเกินไปในแบบทดสอบชุดหนึ่ง ๆ อาจมีทั้งข้อสอบที่ค่อนข้างยาก ปานกลาง และค่อนข้างง่ายปะปนกันไป ความยากง่ายของแบบทดสอบพิจารณาได้จากความยากง่ายของแบบทดสอบทั้งฉบับ และความยากง่ายข้อคำถามรายข้อ

2.4.1 ความยากง่ายของแบบสอบทั้งฉบับ พิจารณาจากคะแนนรวมของแบบทดสอบทั้งฉบับ หากคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มแสดงว่าง่าย ถ้าต่ำกว่าครึ่งของคะแนนเต็มถือว่ายากหรือค่อนข้างยาก ทั้งนี้พิจารณาร่วมกับจุดประสงค์และเกณฑ์ของการสอบด้วย รวมทั้งพิจารณาจากความยากง่ายของข้อคำถามรายข้อ โดยนำความยากง่ายรายข้อมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1.00 หากค่าเฉลี่ยความยากง่ายรายข้อทั้งฉบับสูงกว่า 0.50 ถือว่าแบบทดสอบนั้นง่ายหรือค่อนข้างง่าย หากมีค่าต่ำกว่า 0.50 ถือว่าแบบทดสอบนั้นค่อนข้างยาก

2.4.2 ความยากง่ายรายข้อ พิจารณาจากจำนวนผู้ตอบถูกในข้อสอบแต่ละข้อ ถ้าข้อใดผู้ตอบถูกมากกว่าครึ่งหนึ่งของผู้สอบทั้งหมดถือว่าข้อสอบง่าย ในทำนองเดียวกันข้ามถ้าหากตอบถูกน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของผู้สอบถือว่ายากหรือค่อนข้างยาก ดังนั้นค่าความยากง่ายของข้อสอบจึงหมายถึงสัดส่วนของผู้ที่ตอบข้อคำถามถูกนั่นเอง ซึ่งนิยมแทนด้วย “p” มีค่าตั้งแต่ 0-1.00 ถ้าค่า p สูง แสดงว่าคำถามข้อนั้นมีผู้ตอบถูกมาก แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ถ้าค่า p ต่ำ แสดงว่าคำถามข้อนั้นมีผู้ตอบถูกน้อย แสดงว่าข้อสอบยาก แบบทดสอบที่ดี ควรมีค่าความยากง่ายพอเหมาะ ค่า p อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 อย่างไรก็ตาม การพิจารณาความยากง่ายของข้อสอบ อาจแตกต่างกันตามจุดประสงค์ของการสอบ

2.5 อำนาจจำแนก (Discrimination)

แบบทดสอบที่ดีต้องสามารถจำแนกผู้สอบที่มีความสามารถเก่งอ่อนต่างกันออกได้โดยคนเก่งจะตอบข้อสอบถูกมากกว่าคนอ่อน โดยพิจารณาจาก

2.5.1 ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบทั้งฉบับ กล่าวคือ หากคะแนนรวมของผู้ทำข้อสอบทั้งกลุ่ม มีการกระจายตัวตั้งแต่ศูนย์ถึงเกือบเต็ม แสดงว่าแบบทดสอบนั้นจำแนกได้ แต่ถ้าคะแนนรวมมีการเกาะกลุ่มกันหรือมีการกระจายตัวของคะแนนน้อย แสดงว่าแบบทดสอบนั้นไม่มีการจำแนกต่ำหรือจำแนกไม่ได้นั่นเอง รวมทั้งค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยทั่วไปค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบทดสอบมีค่าระหว่าง -1.00 - +1.00 หากว่าค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกรายข้อเท่ากับหรือมากกว่า 0.20 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนั้นจำแนกได้

2.5.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ ซึ่งพิจารณาจากหลักที่ว่าคนเก่งย่อมตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ดังนั้น หากข้อใดที่มีคนอ่อนตอบถูกมากกว่าเรียกว่า “จำแนกกลับ” ส่วนข้อใดหากคนเก่งและคนอ่อนตอบถูกพอ ๆ กันเรียกว่า “จำแนกไม่ได้” ดังนั้น หากข้อสอบใด

ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าบวกแสดงว่าจำแนกได้ มีค่าลบแสดงว่าจำแนกกลับ และเป็นศูนย์หรือใกล้ศูนย์ แสดงว่าข้อคำถามนั้นไม่มีอำนาจจำแนก คนเก่งและคนอ่อนตอบผิดถูกพอ ๆ กัน ควรมีการปรับปรุงก่อนนำไปใช้

2.6 ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency)

เครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพ หมายถึง เครื่องมือที่ทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เชื่อถือได้ ประโยชน์สูง ประหยัดสุด โดยลงทุนน้อยที่สุด ไม่ว่าจะเป็นด้านเวลา แรงงาน ความสะดวกสบาย แบบทดสอบที่ดี ควรพิมพ์ผิดพลาดตกหล่นน้อย รูปแบบดูง่าย เป็นระเบียบเรียบร้อยอ่านง่าย

2.7 ความยุติธรรม (Fair)

แบบทดสอบที่ดีต้องไม่เปิดโอกาสให้ผู้สอบได้เปรียบเสียเปรียบกัน เช่น แบบทดสอบบางฉบับผู้สอนออกข้อสอบเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้ผู้เรียนบางคนได้เคยค้นคว้าทำรายงานมาก่อน เป็นต้น ดังนั้นผู้ออกข้อสอบควรคำนึงถึงข้อได้เปรียบเสียเปรียบของผู้ทำแบบทดสอบด้วย

2.8 คำถามลึกลับ (Searching)

แบบทดสอบที่สอบถามเฉพาะความรู้ความเข้าใจ ผู้ออกข้อสอบไม่ควรถามลึกลับจนกระทั่งต้องใช้ความรู้ระดับวิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหา ดังนั้น ความลึกลับซึ่งของคำถามควรสอดคล้องกับลักษณะและจุดประสงค์ของการวัด

2.9 คำถามยั่ว (Exasperation)

คำถามยั่วมีลักษณะเป็นคำถามที่ท้าทายให้ผู้สอบอยากคิดอยากทำ มีลีลาการถามที่น่าสนใจ ไม่ถามวกวน ซ้ำซากน่าเบื่อ อาจใช้รูปประกอบคำถาม การเรียงข้อคำถามในข้อสอบควรเรียงหลายแบบคละกัน อาจเรียงลำดับเนื้อหา เรียงลำดับความยากง่ายสลับกัน เป็นต้น

2.10 ความจำเพาะเจาะจง (Definite)

ลักษณะคำถามที่ดีไม่ควรถามกว้างเกินไป ไม่ถามคลุมเครือหรือเล่นสำนวนจนผู้สอบงงผู้อ่านอ่านแล้วต้องมีความชัดเจนว่าครุถามอะไร ส่วนจะตอบถูกหรือไม่เป็นอีกเรื่อง ขึ้นกับความรู้ความสามารถของผู้ตอบ

3. เกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การประเมินผลด้วยการกำหนดประเด็นการประเมินที่แจ่มแจ้งระดับการปฏิบัติ เป็นเครื่องมือประเมินผลที่นิยมนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะการวัดทักษะกระบวนการคิด ซึ่งเป็นนามธรรม ผู้วัดจึงต้องดึงในส่วนของพฤติกรรมการแสดงออกมาประเมินแยกย่อยเป็นรายด้าน (สุทธิมาศ อภีรักษ์วินิชย์, 2557)

3.1 องค์ประกอบของเกณฑ์การประเมิน (Rubric)

เกณฑ์การประเมิน (Rubric) คือ แนวทางในการให้คะแนนเพื่อประเมินผลงานหรือการปฏิบัติงานของผู้เรียน มีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่

3.1.1 ประเด็นที่จะประเมิน คือ องค์ประกอบของคุณภาพที่ต้องการประเมิน

3.1.2 ระดับคุณภาพ คือ จำนวนระดับคุณภาพที่ต้องการประเมิน

3.1.3 การบรรยายระดับคุณภาพ คือ คำอธิบายความสามารถที่ต้องเขียนให้แตกต่างกันในแต่ละระดับเพื่อให้มีความชัดเจนในการตรวจให้คะแนน

3.2 รูปแบบเกณฑ์การประเมิน มี 2 ชนิด ได้แก่

3.2.1 เกณฑ์การประเมินภาพรวม (Holistic Rubric) เป็นการประเมินโดยพิจารณาภาพรวมทั้งหมดของผลการปฏิบัติงานหรือการปฏิบัติงานของผู้เรียน เหมาะกับการประเมินงานที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์มากกว่าการมีคำตอบที่ถูกต้อง ชัดเจน แน่นนอน

3.2.2 เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubric) เป็นการประเมินที่ไม่เน้นความคิดสร้างสรรค์ มีคำตอบที่ชัดเจน แยกการประเมินออกเป็นประเด็น หลายมิติ และรวมคะแนนเพื่อสรุปผลการประเมิน เป็นการประเมินที่มีประโยชน์ต่อผู้เรียนในการนำไปปรับปรุงคุณภาพของงาน

3.3 ขั้นตอนการสร้างเกณฑ์การประเมิน มีดังนี้

3.3.1 วิเคราะห์ตัวชี้วัดในหลักสูตรเพื่อระบุทักษะ คุณลักษณะ หรือพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องและนำมาสร้างเป็นเกณฑ์การประเมิน

3.3.2 กำหนดคำนิยามของทักษะ คุณลักษณะ หรือพฤติกรรม พยายามใช้ข้อความที่ระบุถึงกระบวนการและความพยายามในการปฏิบัติงาน

3.3.3 กำหนดและจัดลำดับความสำคัญของลักษณะที่ได้จากคำนิยามและให้ระดับคุณภาพของงานสูงกว่าและต่ำกว่าอยู่ระหว่างลักษณะของทักษะ คุณลักษณะ หรือพฤติกรรมโดยพยายามหลีกเลี่ยงคำขยายที่เป็นนามธรรม เช่น ดี พอใจ

3.3.4 ตรวจสอบ ทบทวนและปรับปรุงเกณฑ์การประเมิน ควรมีการตรวจสอบความตรงและความเชื่อมั่นของการพิจารณาผลงานเพื่อให้แน่ใจได้ว่า ผลการประเมินจะไม่มีอคติคลาดเคลื่อน และตรงกับสิ่งที่ต้องการประเมินด้วยการทบทวนว่าเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดในหลักสูตรหรือไม่ ลักษณะของสิ่งที่นิยามมีความครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ มีความต่อเนื่องและมีขนาดของความต่างในแต่ละระดับเท่ากันหรือไม่ ภาษาที่ใช้ในการอธิบายระดับคุณภาพแต่ละระดับมีความกลมกลืนหรือไม่ ประเด็นของการประเมินในแต่ละมิติมีการให้น้ำหนักตามความสำคัญของผลงานหรือไม่

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยมีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเติมคำ เพื่อประเมินทักษะด้านการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน และ

พัฒนาแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ โดยพัฒนาให้เครื่องมือดังกล่าวมีลักษณะสำคัญที่ติดตามที่ได้ศึกษา

การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า การผลิตสื่อหรือชุดการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าสื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่ และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพ เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ

1. ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอนการทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

1.1 การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น

เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

1.2 การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง

เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development-R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น และอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้

2. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ (Criterion) เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่าสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใด ได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่า ค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพหลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมี ประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior)

คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และ รายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior)

คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะ เปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบ กิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ $E_1/E_2 =$ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่า เมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถ ทำแบบฝึกปฏิบัติหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80% การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยพิจารณา พิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และ

ทักษะพิสัย (Skill Domain) ซึ่งเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วต่ำลงมา คือ 90/90 85/85 80/80 ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด ก็มักได้ผลเท่านั้น

3. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา
ดังนี้

3.1 โดยใช้สูตร

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน กิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน หรือนอกห้องเรียน
 A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนทุกส่วนรวมกัน
 N คือ จำนวนนักเรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
 B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย
 N คือ จำนวนนักเรียน

3.2 โดยการคำนวณธรรมดา

สำหรับ E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกหัดระหว่างเรียน กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการนำคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกัน หาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อย เพื่อหาค่าร้อยละ

4. ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพ

4.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one Testing)

โดยนำสื่อหรือชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน 3 คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 1 คน เพื่อเป็นการศึกษาถึงข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขในด้านสำนวนภาษา กราฟิก ความเหมาะสมของระยะเวลาที่กำหนดในบทเรียนและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.2 การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing)

เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมของบทเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ภาษาในบทเรียน นักเรียนในกลุ่มเล็ก ความเข้าใจตรงกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้คลุมเครือหรือไม่ ระยะเวลาที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมหรือไม่ผลเป็นอย่างไร เมื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแล้วได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ นำข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนนี้ไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนต่อไป

4.3 การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มใหญ่ (Field Testing)

เพื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และผลการทดสอบหลังการเรียนด้วยบทเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยต้องการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็นคะแนนร้อยละประสิทธิภาพของกระบวนการที่ได้จากคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน กำหนดเกณฑ์เท่ากับ 80 และ E_2 เป็นคะแนนร้อยละประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน กำหนดเกณฑ์เท่ากับ 80

การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

เผชิญ กิจกรรมการ (2561) กล่าวว่า นอกเหนือจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา E_1/E_2 ถ้าหากผู้วิจัยต้องการพิจารณาต่อไปว่าแผนการเรียนหรือสื่อที่สร้างขึ้นยังมีคุณภาพในแง่มุมมองอื่นอีกหรือไม่ ก็สามารถพิจารณาได้โดยดูพัฒนาการของนักเรียน คือพิจารณาว่าก่อนและหลังการเรียนเรื่องใด ๆ นักเรียนได้พัฒนาหรือมีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ หรือเพิ่มขึ้นเท่าไร ซึ่งอาจจะพิจารณาได้จากการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) มีรายละเอียดดังนี้

1. การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนโดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนโดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) มีสูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

หรือ

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ P_1 คือ ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน

P_2 คือ ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน

Total คือ ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

ผลคูณของ จำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม	ผลรวมของ คะแนนหลังเรียน	ผลรวมของ คะแนนก่อนเรียน	E.I.
20 x 30	412	100	0.6240

จากตาราง แสดงว่าโดยภาพรวมนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.6240 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.40

การหาค่า E.I. เป็นการพิจารณาพัฒนาการในลักษณะที่ว่าเพิ่มขึ้นเท่าไร ไม่ได้ทดสอบว่าเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ ซึ่งค่าที่แสดงคะแนนที่เพิ่มขึ้น 0.6240 นั้น เรียกว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล ซึ่งเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ค่าดัชนีประสิทธิผลมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และเพื่อให้สื่อความหมายกันง่ายขึ้น จึงแปลงคะแนนให้อยู่ในรูปของร้อยละ เช่น จากค่าดัชนีประสิทธิผล 0.6240 คิดเป็นร้อยละ 62.40

2. ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

2.1 E.I. เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่าง จะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้ เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 และถ้าเป็นค่าลบ แสดงว่า ผลคะแนนสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งหมายความว่าระบบการเรียนการสอน หรือสื่อที่สร้างขึ้นไม่มีคุณภาพ

2.2 การแปลผล E.I. ได้ตารางในบทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ของงานวิจัย มักจะใช้ข้อความไม่เหมาะสม ทำให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของ E.I. ผิดจากความเป็นจริง เช่น ค่า E.I. เท่ากับ 0.6240 ก็มักจะกล่าวว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6240 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40 ซึ่งในความเป็นจริงค่า E.I. เท่ากับ 0.6240 เพราะคิดเทียบจาก E.I. สูงสุดเป็น 1.00 ดังนั้น ถ้าคิดเทียบเป็นร้อยละ ก็คือคิดเทียบจากค่าสูงสุดเป็น 100 E.I. จะมีค่าเป็น 62.40 จึงควรใช้ข้อความว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6240 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6240 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.40 (ไม่ใช่แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40)”

2.3 ถ้าค่าของ E_1/E_2 ของสื่อหรือแผนการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อหา E.I. ด้วยพบว่า มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งที่ผู้วิจัยพอใจ หากคำนวณค่าความคงทนด้วยโดยใช้สูตร t-test แบบ Dependent Samples ก็ไม่ได้แปลว่าจะไม่นัยสำคัญ (เพราะผู้วิจัยคาดหวังว่าหากสื่อหรือแผนการเรียนมีคุณภาพ ผลการเรียนหลังสอนเมื่อผ่านไประยะเวลาหนึ่ง เช่น ผ่านไป 2 สัปดาห์ กับผลการเรียนหลังเรียนจบจะต้องไม่แตกต่างกัน) ลักษณะนี้มักจะพบในงานวิจัยขบอ่ย ๆ คือสื่อหรือแผนการเรียนมีค่า E_1/E_2 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ค่า E.I. ก็สูง แต่ผลการทดสอบความคงทนมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัญหานี้ น่าจะมาจากนักเรียนไม่ได้ตั้งใจหรือเบื่อหน่ายในการทำข้อสอบอย่างจริงจัง แม้ว่าผู้วิจัยจะมีความรู้ดีกว่าสื่อหรือแผนการเรียนที่ผู้วิจัยใช้จะมีคุณภาพ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนมากหรือมีความตรงตาดตรงใจต่อบทเรียนมากเท่าไรก็ตาม

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยต้องการทราบความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน โดยพิจารณาจากคะแนนทดสอบหลังเรียนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับจากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ และนำมาหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

รุจิรา เคารยะสกุล และศุภโชค สอนศิลป์ (2564) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า (1) เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนเนื้อหาบทเรียน (Content) ส่วนแสดงผลการตอบกลับ (Feedback) ส่วนพัฒนาโครงงาน (Blockly) (2) นักเรียนมีคพแนกการคิดเชิงคำนวณ ร้อยละ 82.81 ($\bar{X} = 4.14$, S.D. = 0.94) อยู่ในระดับดี (3) เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 84.00 และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.25 ดังนั้น เว็บแอปพลิเคชันจึงมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 84.00/81.25

เบญจมาศ พึ่งน้ำ และอัมพร วัจนะ (2563) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองบนสมาร์ตโฟน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตกรวมวิทยาคาร จังหวัดจันทบุรี ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองบนสมาร์ตโฟน มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 75.64/76.15 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 ที่กำหนดไว้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52

สุเมธ ราชประชุม (2561) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยกรดวิทยา จังหวัดชัยนาท ผลการวิจัยพบว่า (1) แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ มีประสิทธิภาพ 81.60/81.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ เห็นด้วยในระดับมาก

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

Angelo Magno de Jesus และ Ismar Frango Silveira (2021) ได้ทำการวิจัย Game based collaborative learning framework for computational thinking development (กรอบการเรียนรู้แบบร่วมมือกันโดยใช้เกมเพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ) โดยนำเสนอกลยุทธ์การเรียนรู้ร่วมกันที่มุ่งเป้าไปที่เกมดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งแนวทางดังกล่าวได้รับการพัฒนาโดยเฉพาะเพื่อให้เข้ากับพลวัตของเกม (games' dynamics) ในรูปแบบที่สร้างแรงจูงใจเพื่อให้ นักเรียนกลายเป็นตัวเอกในการเรียนรู้ของตนเอง การวิเคราะห์การกระทำเชิงอภิปัญญา (metacognitive) และการเปลี่ยนแปลง และการสำรวจถูกนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อประเมินกลยุทธ์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า มีแนวโน้มที่ดีเนื่องจากมีหลักฐานว่าปฏิริยาการตอบสนองร่วมกันช่วยให้ผู้เรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาที่น่าพอใจ และเรียนรู้ด้วยวิธีที่สนุกสนาน โดยในอนาคตมีความตั้งใจที่จะทำการประเมินกรอบการนำเสนอที่ใช้กับกิจกรรมการผลิตเกม (โดยใช้สภาพแวดล้อมการพัฒนาเกม) เพื่อทำความเข้าใจว่าแนวทางดังกล่าวสามารถช่วยในการปฏิบัติเหล่านี้ได้อย่างไร

Jungah Kim, Minwoo Oh และ Jonghoon Kim (2020) ได้ทำการวิจัย Effect of analysis of algorithm execution time and adopting unplugged method on third grade elementary students' computational thinking ability (ผลของการวิเคราะห์เวลาการดำเนินการของอัลกอริทึม และการนำวิธีการ unplugged มาใช้กับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3) โดยการวิจัยนี้ใช้การศึกษาแบบ unplugged ที่เน้นการวิเคราะห์เวลาในการดำเนินการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และพบว่าอิทธิพลของการศึกษาที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน โดยมีการให้การศึกษาที่มุ่งเน้นในช่วง 6 วันของช่วงหยุดพักร้อน จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมที่เข้ารับการศึกษากับเกมกระดาน (board game) และกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมการศึกษาที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้ ผลของการทดสอบก่อนและหลังเรียนเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ และความคิดสร้างสรรค์ พบว่า โปรแกรมการศึกษาที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา

Yu-Hui Ching, Yu-Chang Hsu และ Sally Baldwin (2018) ได้ทำการวิจัย Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners (การพัฒนาการคิดเชิงคำนวณด้วยเทคโนโลยีทางการศึกษาสำหรับผู้เรียนวัยเยาว์) ซึ่งการคิดเชิงคำนวณได้รับการส่งเสริมให้เป็นทักษะที่สำคัญ และเป็นพื้นฐานสำหรับผู้เรียนทุกวัย ผู้สอน และนักวิจัยเพิ่งเริ่มค้นหาวิธีการพัฒนาทักษะพื้นฐานนี้ในผู้เรียนวัยเยาว์ โดยวิจัยนี้ได้แนะนำและทบทวนเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ได้รับการออกแบบ และ/หรือวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในผู้เรียนวัยเยาว์ นอกจากนี้ยังมีการกล่าวถึงความสามารถของเครื่องมือที่ก่อให้เกิดการพัฒนาแนวคิดเชิงคำนวณ เป้าหมายของการศึกษานี้คือการจัดทำแผนกลยุทธ์สำหรับนักการศึกษาเพื่อนำทางใหม่ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนา

ผู้เรียนวัยเยาว์ ด้วยเป้าหมายทางการศึกษา, ทรัพยากร และอายุของผู้เรียน ดังนั้น ผู้สอนและนักออกแบบ การเรียนการสอนสามารถใช้บทความนี้เป็นแนวทางในการสนับสนุน, การสำรวจ และการเลือกใช้ เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า การใช้หรือการพัฒนาสื่อในลักษณะ แอปพลิเคชัน เหมาะสำหรับเป็นเครื่องมือที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และทักษะการคิดเชิงคำนวณของ ผู้เรียนได้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีดิจิทัลนี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขึ้นมา เพื่อใช้เป็น สื่อเสริมการเรียนรู้สำหรับเนื้อหาที่ยากให้เข้าใจง่ายมากขึ้น อีกทั้งช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย และได้เรียนรู้อย่างอิสระ ตอบสนองความแตกต่าง ในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันตามเกณฑ์ E_1/E_2 ประเมินทักษะด้านการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน รวมทั้งเพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนจากการใช้แอปพลิเคชัน โดยมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ
3. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแนวทางของ ADDIE Model โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์ (A : Analysis)

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน โดยศึกษาจากบันทึกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และจากบันทึกกิจกรรม PLC วิชาวิทยาการคำนวณของครูผู้สอน ความพร้อมด้านอุปกรณ์ในการเข้าถึงสื่อของผู้เรียน รวมทั้งศึกษาผลการวิเคราะห์พฤติกรรมความถนัดในการรับรู้ (V.A.R.K.) ของผู้เรียน พบว่า ถนัดเรียนรู้ด้วยการดู (Visual) ร้อยละ 48.30 ถนัดเรียนรู้ด้วยการฟัง (Audio) ร้อยละ 53.34 ถนัดเรียนรู้ด้วยการอ่าน-เขียน (Read) ร้อยละ 46.43 ถนัดเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Kinetic) ร้อยละ 51.46 (เอกสารระบบการเรียนรู้ออนไลน์ โรงเรียนระยองวิทยาคม, 2566)

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา โดยศึกษาและวิเคราะห์จากหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารสนเทศโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ รวมทั้งศึกษาจากคู่มือการสอน หนังสือเรียน และแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อใช้กำหนดเนื้อหาที่จะนำเสนอในแอปพลิเคชันต่อไป

2. ขั้นตอนการออกแบบ (D : Design)

2.1 ออกแบบเนื้อหา โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่จะนำเสนอภายในแอปพลิเคชันทั้งในส่วนเนื้อหาบทเรียน และส่วนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ได้แก่

2.1.1 การแยกย่อยปัญหา (Decomposition)

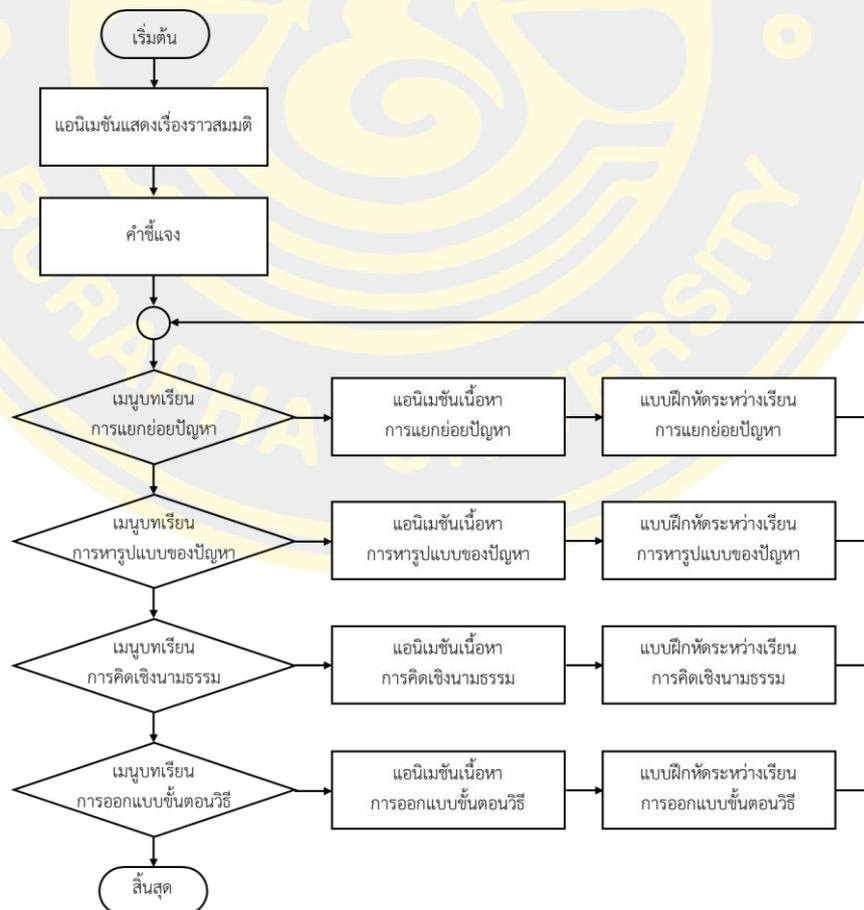
2.1.2 การหารูปแบบ (Pattern recognition)

2.1.3 การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

2.1.4 การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)

2.2 ออกแบบผังงาน (Flowchart) เพื่อให้เห็นโครงสร้างการทำงานโดยภาพรวมของแอปพลิเคชัน แสดงดังภาพที่ 10 และออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) เพื่อแสดงถึงรูปแบบและลำดับการนำเสนอเนื้อหา รวมทั้งส่วนประกอบของมัลติมีเดียภายในแอปพลิเคชัน

2.3 นำส่วนที่ออกแบบเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อให้ข้อเสนอแนะและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ



ภาพที่ 9 โครงสร้างการทำงานโดยภาพรวมของแอปพลิเคชัน

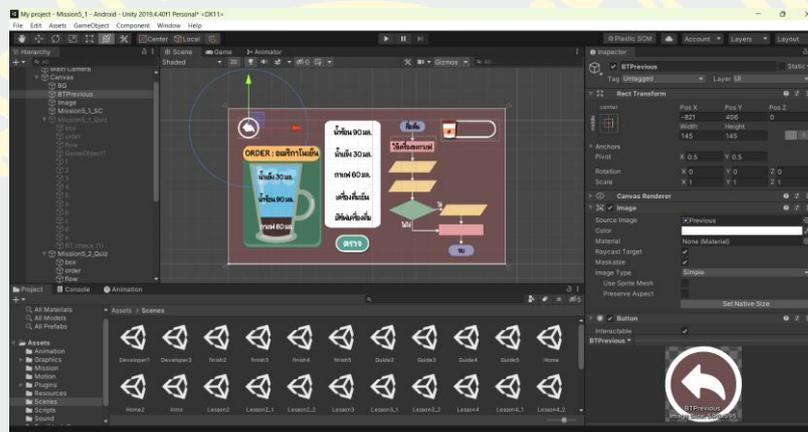
3. ขั้นการพัฒนา (D : Development)

มีกระบวนการสร้างเครื่องมือ และการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

3.1 แอปพลิเคชัน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

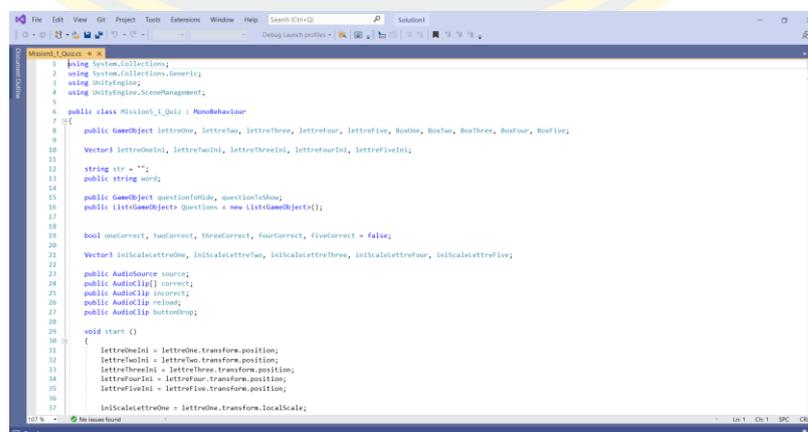
3.1.1 พัฒนาแอปพลิเคชันตามที่ออกแบบไว้ โดยโปรแกรม (Software) ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ได้แก่

3.1.1.1 โปรแกรม Unity สำหรับเป็น engine หลักในการพัฒนาแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 10 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Unity สำหรับเป็น engine หลักในการพัฒนาแอปพลิเคชัน

3.1.1.2 โปรแกรม Visual Studio สำหรับเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา C# เพื่อเขียนคำสั่งสคริปต์ควบคุมการทำงานของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 11 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Visual Studio สำหรับเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา C#

3.1.1.3 โปรแกรม Adobe Illustrator สำหรับวาดภาพกราฟิกต่าง ๆ เช่น ปุ่มเมนู ตัวละคร เป็นต้น



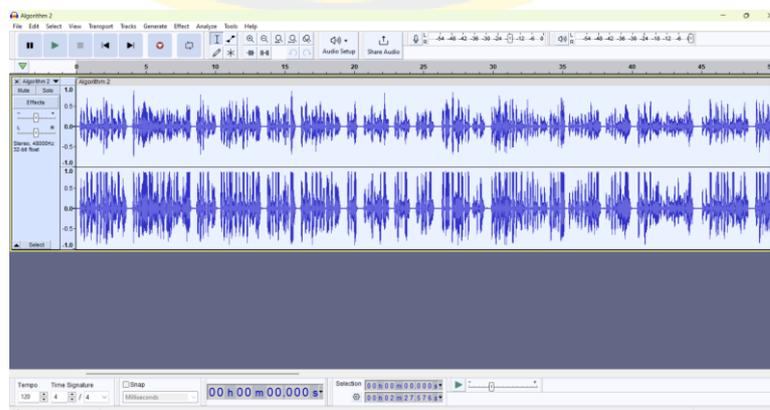
ภาพที่ 12 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Adobe Illustrator สำหรับวาดภาพกราฟิกต่าง ๆ

3.1.1.4 โปรแกรม Adobe After Effect สำหรับสร้างแอนิเมชัน



ภาพที่ 13 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Adobe After Effect สำหรับสร้างแอนิเมชัน

3.1.1.5 โปรแกรม Audacity สำหรับใช้บันทึกและตัดต่อเสียงต่าง ๆ

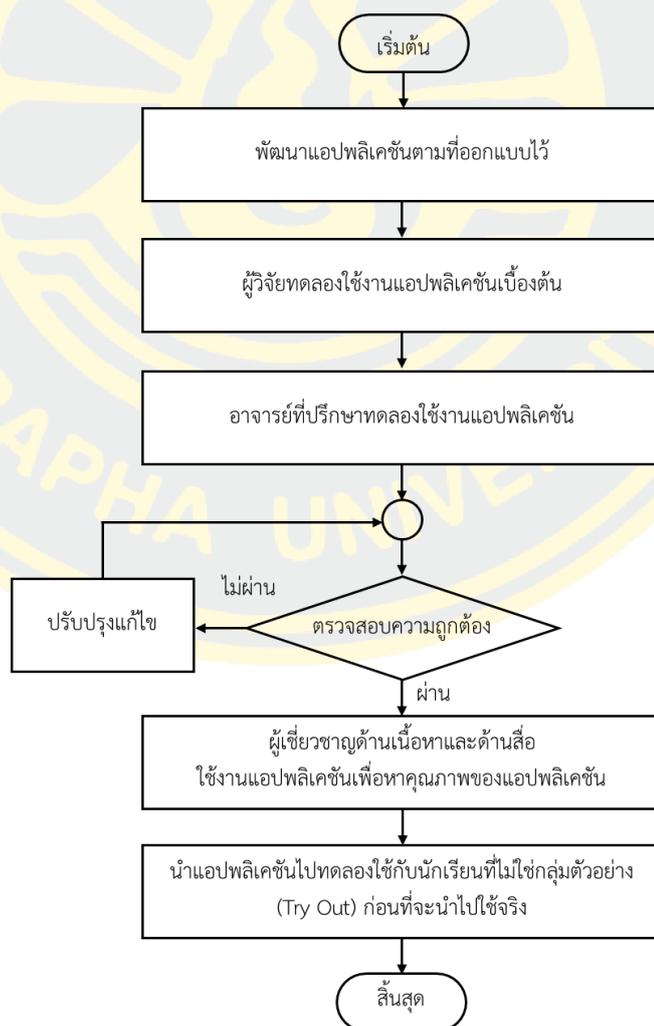


ภาพที่ 14 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Audacity สำหรับใช้บันทึกและตัดต่อเสียงต่าง ๆ

3.1.2 ผู้วิจัยทดลองใช้งานแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาทำการทดลองใช้งาน เพื่อตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.1.3 เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และด้านสื่อ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน ซึ่งแบ่งการประเมินเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ผลการประเมินพบว่า คุณภาพของแอปพลิเคชันด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.81$, S.D.=0.24) และด้านที่ 2 ประเมินคุณภาพด้านสื่อ ผลการประเมินพบว่า คุณภาพของแอปพลิเคชันด้านสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.83$, S.D.=0.18)

3.1.4 นำแอปพลิเคชันไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try out) แบบกลุ่มเดี่ยว 1:1 แบบกลุ่มเล็ก 1:10 เพื่อทดสอบการทำงานและหาข้อบกพร่องของแอปพลิเคชัน ตรวจสอบความเข้าใจของภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ คำถามและคำสั่งต่าง ๆ ความเหมาะสมของเวลาในการใช้แอปพลิเคชัน และจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 15 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแอปพลิเคชัน

3.2 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

3.2.1 สร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยมีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเติมคำ (มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว เช่น คำตอบเป็นจำนวนตัวเลข ปริมาณ คำเดียว ๆ) หากตอบถูกจะได้ คะแนน หากตอบผิดจะได้ 0 คะแนน โดยมีการออกแบบให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบทดสอบในการ จัดทดสอบระดับนานาชาติด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณหรือบีบราส (BEBRAS) ของประเทศไทย (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2562) และวิเคราะห์รวมทั้งแปลผลระดับ ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนแบบอิงกลุ่มตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากไซติกา สงคราม (2562) ดังนี้

คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป	หมายถึง	ยอดเยี่ยม
คะแนนร้อยละ 60 - 79.99	หมายถึง	ดี
คะแนนร้อยละ 40 - 59.99	หมายถึง	กำลังพัฒนา
คะแนนร้อยละ 0 - 39.99	หมายถึง	เริ่มต้น

3.2.2 เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาและลงความเห็นว่าคุณค่าของแต่ละข้อตรงตาม จุดประสงค์และครอบคลุมเนื้อหาหรือสาระสำคัญในสิ่งที่ต้องการหรือไม่ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ดังนี้

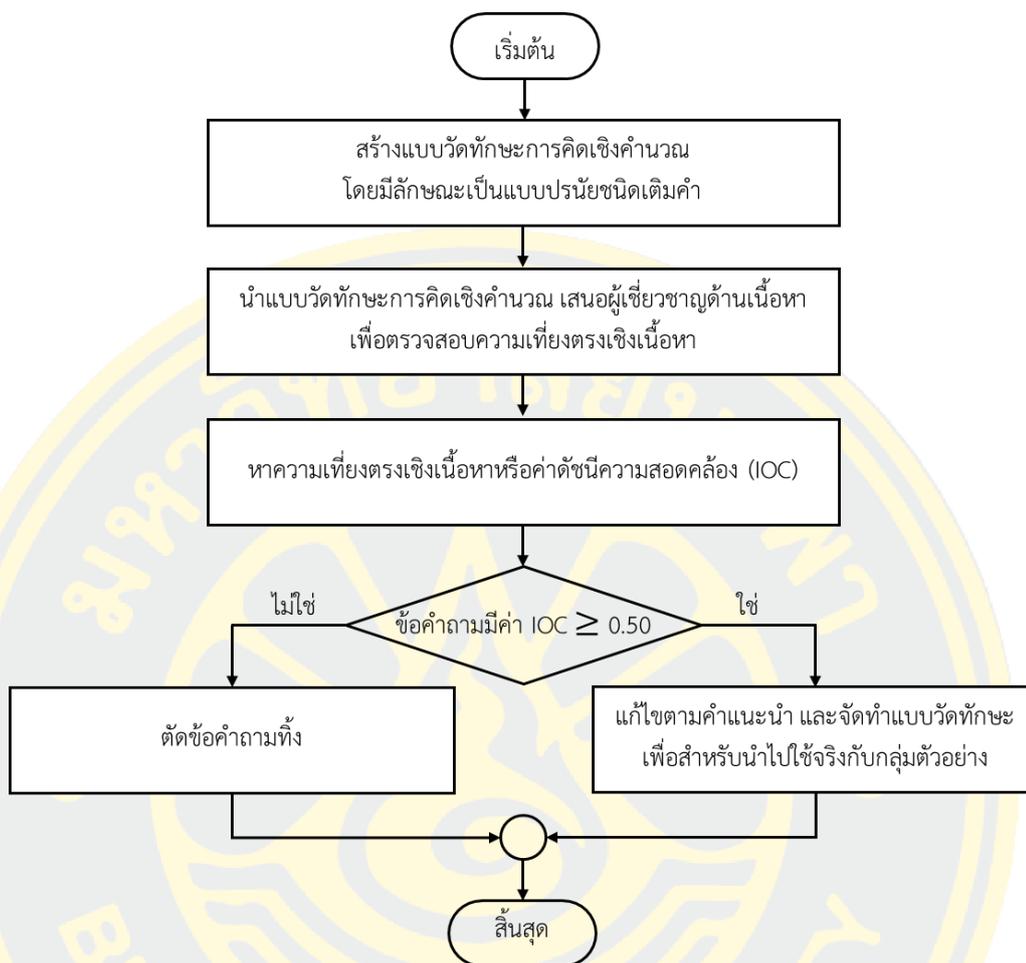
+1	หมายถึง	แน่ใจว่าคุณค่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าคุณค่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
-1	หมายถึง	ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

3.2.3 นำคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of item Objective Congruence) โดยใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้ (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์, 2527)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

และเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และปรับปรุงตาม คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ 16 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

3.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3.3.1 สร้างแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีการวิเคราะห์แบบทดสอบตามทฤษฎีหรือระดับขั้นความสามารถของบลูม (Bloom's Taxonomy) ในด้านพุทธิพิสัย

3.3.2 เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาและลงความเห็นว่าคุณคำถามแต่ละข้อตรงตามจุดประสงค์และครอบคลุมเนื้อหาหรือสาระสำคัญในสิ่งที่ต้องการหรือไม่

3.3.3 นำคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of item Objective Congruence) และเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.4 นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try out) คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนโครงสร้างที่เน้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 30 คน เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

3.3.5 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน หลังจากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรในการคำนวณและเกณฑ์การแปลผล ดังนี้

3.3.5.1 ค่าความยากง่าย (p) (ลัว่น สายยศ 2538 : 210-211)

$$P = \frac{H + L}{2n}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่ายรายข้อ
	H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบรายข้อนั้น
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบรายข้อนั้น
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

เกณฑ์การแปลผลความยากง่าย (p)

0.81 - 1.00	หมายถึง	ง่ายมาก
0.61 - 0.80	หมายถึง	ค่อนข้างง่าย
0.40 - 0.60	หมายถึง	ยากง่ายพอเหมาะ
0.20 - 0.39	หมายถึง	ค่อนข้างยาก
0.00 - 0.19	หมายถึง	ยากมาก

3.3.5.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) (ลัว่น สายยศ 2538 : 210-211)

$$r = \frac{H - L}{n}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบรายข้อนั้น
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบรายข้อนั้น
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

เกณฑ์การแปลผลอำนาจจำแนก (r)

0.40 - 1.00	หมายถึง	จำแนกได้ดีมาก
0.30 - 0.39	หมายถึง	จำแนกได้ดี
0.20 - 0.29	หมายถึง	จำแนกได้พอใช้
0.01 - 0.19	หมายถึง	จำแนกได้ต่ำ
ค่าติดลบ - 0.00	หมายถึง	จำแนกไม่ดี (ควรตัดทิ้ง)

3.3.5.3 ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการ Kuder-Richardson 20 (KR-20)

(Best and Kahn, 1993 : 304)

$$R_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

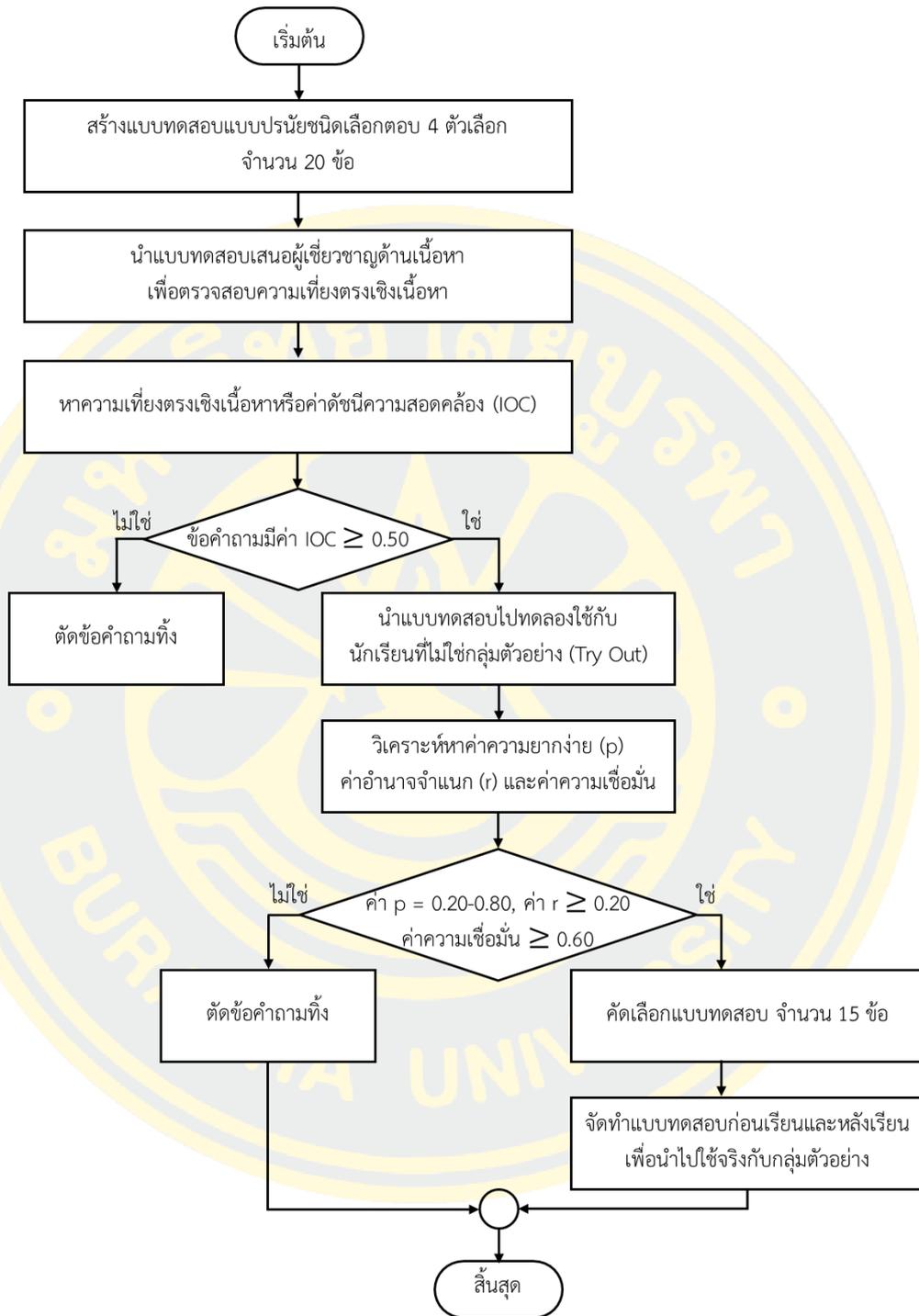
เมื่อ	R_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ (สัดส่วนที่ตอบถูก)
	q	แทน	สัดส่วนที่ตอบผิด (1 - p)
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบทดสอบ

เกณฑ์การแปลผลค่าความเชื่อมั่น

0.00 - 0.20	หมายถึง	ความเชื่อมั่นต่ำมาก/ไม่มีเลย
0.21 - 0.40	หมายถึง	ความเชื่อมั่นต่ำ
0.41 - 0.70	หมายถึง	ความเชื่อมั่นปานกลาง
0.71 - 1.00	หมายถึง	ความเชื่อมั่นสูง

3.3.6 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ดังแสดงในภาคผนวก จึงได้แบบทดสอบสำหรับนำไปใช้จริง จำนวน 15 ข้อ

3.3.7 จัดทำแบบทดสอบโดยจำแนกเป็นก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อสำหรับนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 17 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

4. ขั้นการนำไปใช้ (I : Implementation)

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนโครงสร้างที่เน้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 4 ห้องเรียน ที่มีผลการเรียนใกล้เคียงกัน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 160 คน

4.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนโครงสร้างที่เน้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

4.2 กระบวนการนำไปใช้และเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.2.1 ผู้วิจัยนำแอปพลิเคชันไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และชี้แจงรายละเอียดของการวิจัยพร้อมทั้งแจกคู่มือการใช้งาน และให้นักเรียนติดตั้งแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ลงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ หรือสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ตของตนเอง โดยกำหนดให้นักเรียน 1 คน ต่อการใช้งาน 1 เครื่อง

4.2.2 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 15 ข้อ จำนวน 30 นาที

4.2.3 นักเรียนใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ เพื่อศึกษาเรียนรู้เนื้อหาและทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ ด้วยตนเองตามอัธยาศัยหรือตามระดับความสามารถและอัตราความเร็วตามที่ต้องการ

4.2.4 นักเรียนทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 14 ข้อ จำนวน 60 นาที

4.2.5 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 15 ข้อ จำนวน 30 นาที

5. ขั้นการประเมินผล (E : Evaluation)

5.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E_1/E_2 โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ คือ 80/80 โดยใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนทุกส่วนรวมกัน

N แทน จำนวนนักเรียน

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

- เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
 B แทน คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วย
 ผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย
 N แทน จำนวนนักเรียน

5.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการใช้
 แอปพลิเคชันโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test for One Sample

5.2.1 ค่าเฉลี่ย ใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้ (ล้วน สายยศ, 2538)

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

- เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้ประเมินหรือนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

5.2.2 ร้อยละ ใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

- เมื่อ P แทน ร้อยละ
 f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
 N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

5.2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้ (ล้วน สายยศ, 2538)

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

เมื่อ	$S.D.$	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนผู้เรียน

5.2.4 t-test for One Sample ใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

5.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนจากการใช้แอปพลิเคชันโดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) โดยใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้ (เผชญ์ กิจระการ, 2561)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

$$\text{หรือ} \quad E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ	P_1	แทน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
	P_2	แทน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
	Total	แทน	ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

เกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย แบ่งเป็น
4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิด
เชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E_1/E_2

ตอนที่ 3 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ

ตอนที่ 4 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 มีรายละเอียดดังนี้

1. แอปพลิเคชันสามารถติดตั้งและใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการ Windows
และสมาร์ทโฟนที่มีระบบปฏิบัติการ Android โดยไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต มีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว
ข้อความ เสียงบรรยาย และเสียงดนตรีประกอบ โดยผู้เรียนสามารถควบคุมการทำงานของแอปพลิเคชัน
ผ่านการคลิกหรือสัมผัสหน้าจอและปรับลดระดับเสียงได้ผ่านอุปกรณ์ของผู้เรียน

2. ส่วนประกอบหลักของแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย

- 2.1 ส่วนไอคอนและหน้าแรก ของแอปพลิเคชัน มีชื่อเรียกว่า Sanook Kid Cafe (อ่านว่า
สนุกคิด คาเฟ่) เนื่องจากมีรูปลักษณะของขนม เครื่องดื่ม และสถานการณ์ในร้านคาเฟ่ เพื่อกระตุ้น
ความสนใจผู้เรียนและเป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 18 ส่วนไอคอนและหน้าแรกของแอปพลิเคชัน

2.2 ส่วนเมนูหลัก ประกอบด้วย 4 เมนู ได้แก่

2.2.1 การแยกย่อยปัญหา (Decomposition)

2.2.2 การหารูปแบบ (Pattern recognition)

2.2.3 การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

2.2.4 การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)

โดยการเลือกเมนูจะใช้การเลื่อนหน้าจอซ้ายและขวา หรือคลิกปุ่มซ้ายและขวา เพื่อเลื่อนดูเมนูทั้งหมด ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 19 ส่วนเมนูหลักของแอปพลิเคชัน

2.3 ส่วนเมนูย่อย จะปรากฏหลังจากที่ผู้เรียนได้เลือกเมนูหลักในหัวข้อที่ต้องการแล้ว ดังภาพที่ 21 โดยมี 2 ส่วนให้ทำการเลือก ได้แก่

2.3.1 ส่วนที่ 1 “เรียนรู้เนื้อหา” สำหรับเข้าสู่ส่วนเนื้อหาของหัวข้อนั้น ๆ

2.3.2 ส่วนที่ 2 “ทำภารกิจ” สำหรับเข้าสู่ส่วนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของหัวข้อนั้น ๆ



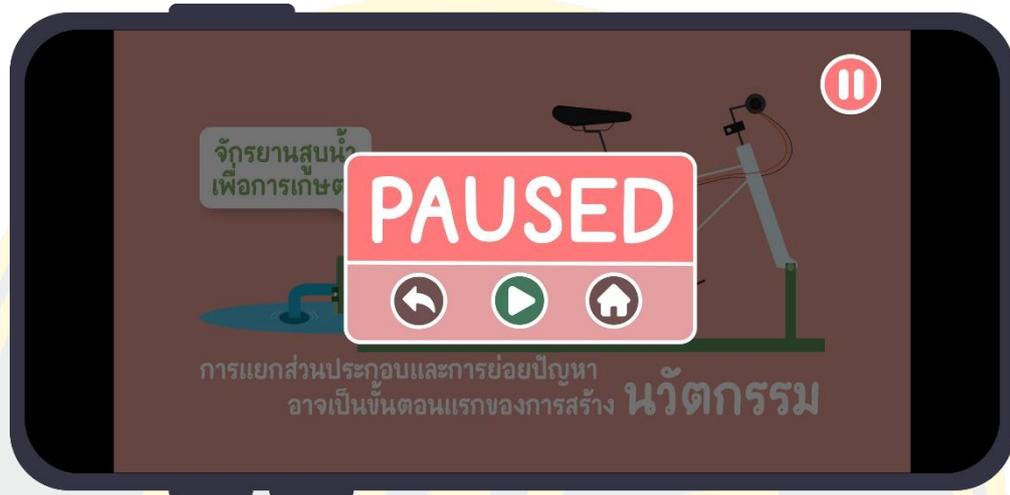
ภาพที่ 20 ส่วนเมนูย่อยของแอปพลิเคชัน

2.4 ส่วนเนื้อหา จะปรากฏหลังจากที่ผู้เรียนได้เลือก “เรียนรู้เนื้อหา” เพื่อสำหรับศึกษาเนื้อหาต่อไป โดยมีการแบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับระยะเวลาและความสามารถในการรับรู้ของผู้เรียนที่มีความแตกต่าง ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 21 ตัวอย่างส่วนเนื้อหาของแอปพลิเคชัน

โดยในส่วนเนื้อหา จะมีการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิกหรือโมชันอินโฟกราฟิก ซึ่งผู้เรียนสามารถหยุดการแสดงเนื้อหาชั่วคราวได้ตามความสะดวก และเมื่อแสดงเนื้อหาจบแล้วจะย้อนกลับเข้าสู่หน้าสำหรับผู้เรียนเลือกเรียนรู้เนื้อหาอื่นต่อไปโดยอัตโนมัติ ดังภาพที่ 23-27



ภาพที่ 22 ตัวอย่างการควบคุมการนำเสนอเนื้อหาของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 23 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิก เรื่อง การแยกย่อยปัญหา



ภาพที่ 24 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิก เรื่อง การหารูปแบบ



ภาพที่ 25 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิก เรื่อง การคิดเชิงนามธรรม



ภาพที่ 26 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิก เรื่อง การออกแบบขั้นตอนวิธี

2.5 ส่วนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน จะปรากฏหลังจากที่ผู้เรียนได้เลือก “ทำภารกิจ” เพื่อเริ่มทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน โดยจะมีคำชี้แจงขั้นตอนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนให้ผู้เรียนทราบก่อนในทุก ๆ ครั้ง ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 27 ตัวอย่างส่วนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของแอปพลิเคชัน

โดยในส่วนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน จะมีลักษณะเป็นแบบเติมคำ และแบบลากวาง สามารถคลิกดูคำไปได้ หากตอบผิดสามารถตอบใหม่ได้เรื่อย ๆ จนกว่าจะคลิกข้อถัดไป เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาในการคิด วิเคราะห์ สร้างแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างเต็มที่ และมีคะแนนที่ผู้เรียนจะได้รับจากการทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อ ซึ่งเมื่อทำแบบฝึกหัดครบทุกข้อแล้ว ผู้เรียนสามารถลองทำใหม่หรือออกจากแบบฝึกหัดดังกล่าวได้ ดังภาพที่ 29

The image displays a mobile application interface for a coffee-making simulation and three math problems. The top section shows a coffee-making process with a list of ingredients and a flowchart. Below this are three math problems, each with a score of 5.

Top Section: Coffee Making Simulation

- Ingredients List:** นม < 300 มล., กาแฟ 60 มล., นมร้อน 60 มล., ฟองนม 30 มล., เลิร์ฟเครื่องดื่ม
- Flowchart:** เริ่มต้น → ใช้เครื่องชงกาแฟ → (Decision: ใช่/ไม่ใช่) → ตีฟองนม → จบ
- Score:** 0

Problem 1: ปุยอบคุกกี้เป็นรูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยม และรูปดาว มีรสชานม รสชีส และรสเนย เซอทำรูปวงกลม 27 ชิ้น รูปสี่เหลี่ยม 17 ชิ้น และรูปดาว 19 ชิ้น แบ่งเป็นรสเนย 22 ชิ้น และรสชานม 17 ชิ้น คุกกี้รูปวงกลมรสเนยมีทั้งหมด 11 ชิ้น รูปสี่เหลี่ยมรสชีส 5 ชิ้น รูปดาวรสเนย 3 ชิ้น และรูปวงกลมรสชีส 10 ชิ้น

มีคุกกี้รูปดาวรสเนย จำนวน.....ชิ้น

Problem 2: แนน นาย ดิม และเต้ ทุกคนต้องการซื้อเค้กมีกะล่องละ 250 บาท แต่พนักงานร้านไม่มีเงินสด

แนน	500	100	100	100
ดิม	50	100	100	100
เต้	100	100	100	100
แนน	100	100	100	50

เพื่อให้มีเงินสดในทุกคน คนที่ควรซื้อเป็นลำดับที่ 3 คือ.....

Problem 3: มีกล่องทั้งหมด 5 กล่อง คือ A B C D E แต่มีเพียงแค่ 2 กล่องเท่านั้น ที่มีของขวัญอยู่ภายในกล่อง กวางจะสามารถเลือกได้แค่กล่องเดียวเท่านั้น

- กล่อง A, B, D มีกล่องที่มีของขวัญอยู่ภายใน 1 กล่อง
- กล่อง B, C, E มีกล่องที่มีของขวัญอยู่ภายใน 1 กล่อง
- กล่อง A, C, E มีกล่องที่มีของขวัญอยู่ภายใน 1 กล่อง

กล่องที่กวางควรเลือกและมีของขวัญอยู่แน่นอนคือกล่อง.....

Bottom Section: Game Completion

ภารกิจเสร็จสิ้น
คุณตอบคำถามครบแล้ว

ลองใหม่ | ออก

ภาพที่ 28 ตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของแอปพลิเคชัน

2.6 ส่วนสรุปคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน สามารถคลิกดูสรุปคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละหัวข้อที่ผู้เรียนทำได้ที่หน้าเมนูหลัก ดังภาพที่ 30



ภาพที่ 29 ส่วนสรุปคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของแอปพลิเคชัน

ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E_1/E_2

การหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ คือ 80/80 สรุปผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E_1/E_2

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1)	40	50	1695	42.38	84.75
แบบทดสอบหลังเรียน (E_2)	40	15	509	12.73	84.83

จากตารางที่ 1 พบว่า มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 84.75 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 84.83 แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพของ E_1/E_2 เท่ากับ 84.75/84.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ตอนที่ 3 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ

การประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลดังตารางที่ 2 ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ (N=40)

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ รายด้าน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ร้อยละ	ระดับทักษะ การคิดเชิงคำนวณ
1. การแยกย่อยปัญหา (Decomposition)	840	739	87.98	ยอดเยี่ยม
2. การหารูปแบบ (Pattern recognition)	960	478	49.79	กำลังพัฒนา
3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	920	867	94.24	ยอดเยี่ยม
4. การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)	1280	1022	79.84	ดี
รวม	4000	3106	77.65	ดี

จากตารางที่ 2 พบว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 77.65 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทักษะการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) อยู่ในระดับยอดเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 94.24 รองลงมาคือ ทักษะการแยกย่อยปัญหา (Decomposition) อยู่ในระดับยอดเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 87.98 ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 79.84 และทักษะการหารูปแบบ (Pattern recognition) อยู่ในระดับกำลังพัฒนา คิดเป็นร้อยละ 49.79 ตามลำดับ

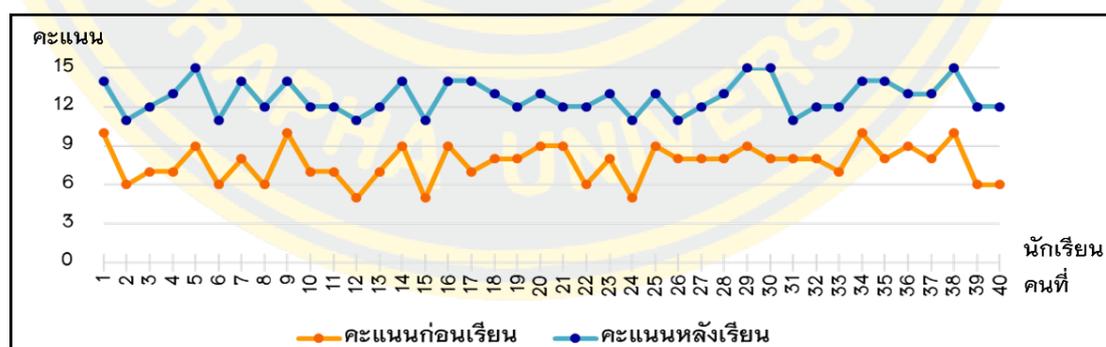
ตอนที่ 4 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ

การประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับจากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ โดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) สรุปผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับจากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ โดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน	ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน	ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
40	15	308 (\bar{X} =7.70, S.D.=1.42)	509 (\bar{X} =12.73, S.D.=1.26)	0.6884

จากตารางที่ 3 พบว่า มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6884 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น 0.6884 หรือคิดเป็นร้อยละ 68.84



ภาพที่ 30 ผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

จากภาพที่ 31 ผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน แสดงให้เห็นว่าหลังจากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนทุกคนมีคะแนนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

บทที่ 5

สรุปผลและอภิปรายผล

จากการพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E_1/E_2
3. เพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้
แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ
4. เพื่อประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้
แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนโครงสร้างที่เน้น
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 4 ห้องเรียน ที่มีผลการเรียน
ใกล้เคียงกัน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 160

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนโครงสร้าง
ที่เน้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน
จำนวน 40 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3. การดำเนินการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ผู้วิจัยดำเนินการขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและคัตนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดของการวิจัยให้กับนักเรียน พร้อมทั้งแจกคู่มือการใช้งาน และให้นักเรียนติดตั้งแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ลงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ตของตนเอง บนระบบปฏิบัติการ Windows หรือ Android โดยกำหนดให้นักเรียน 1 คน ต่อการใช้งาน 1 เครื่อง

3.3 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 30 นาที

3.4 นักเรียนใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาเรียนรู้เนื้อหาสาระวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ และทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ ด้วยตนเองตามอัธยาศัยหรือตามระดับความสามารถและอัตราความเร็วตามที่ต้องการ

3.5 นักเรียนทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 60 นาที

3.6 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 30 นาที

3.7 ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล

3.8 ผู้วิจัยดำเนินการสรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัยที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ผ่านคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการ Windows และสมาร์โฟนที่มีระบบปฏิบัติการ Android โดยที่ไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต มีปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบกับผู้ใช้งาน (Interactive) มีความรวดเร็วในการประมวลผล ทำงานได้ตามฟังก์ชันการทำงานและแสดงผลได้ถูกต้องตามความเป็นจริง โดยมีการแบ่งหมวดหมู่เนื้อหาบทเรียนและแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ตามทักษะการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย การแยกย่อยปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) โดยในส่วนเนื้อหา จะมีการดำเนินเนื้อหาหรือนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิกที่มีสีสันสวยงาม กระชับ เข้าใจง่าย แตกต่างและแปลกใหม่ไปจากหนังสือเรียนหรือในบริบทชั้นเรียน แต่ครอบคลุมและสะท้อนสาระสำคัญตามหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านการคิดเชิงคำนวณ และในส่วนของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน จะมีลักษณะเป็นแบบเติมคำ และแบบลากวาง มีระดับความยากง่ายที่เหมาะสมกับวัยผู้เรียน เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยที่ผู้เรียนสามารถควบคุมการใช้งานแอปพลิเคชัน กำกับการเรียนรู้ด้วยตนเองตามอัธยาศัยหรือตามระดับความสามารถและอัตราความเร็วตามที่ต้องการได้ โดยผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า คุณภาพด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.81$, S.D.=0.24) และคุณภาพด้านสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.83$, S.D.=0.18)

2. ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E_1/E_2 พบว่า มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 84.75 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 84.83 แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพของ E_1/E_2 เท่ากับ 84.75/84.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

3. ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 77.65 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทักษะการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) อยู่ในระดับยอดเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 94.24 รองลงมาคือ ทักษะการแยกย่อยปัญหา (Decomposition) อยู่ในระดับยอดเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 87.98 ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 79.84 และทักษะการหารูปแบบ (Pattern recognition) อยู่ในระดับกำลังพัฒนา คิดเป็นร้อยละ 49.79 ตามลำดับ

4. ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) พบว่า มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6884 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น 0.6884 หรือคิดเป็นร้อยละ 68.84

อภิปรายผลการวิจัย

จากสรุปผลการวิจัย สามารถอภิปรายผล ดังนี้

1. แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้มีการศึกษาแนวทางและดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันตามหลักการของ ADDIE Model ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการพัฒนาอย่างเป็นระบบ และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าสามารถนำไปใช้ออกแบบและพัฒนาสื่อและนวัตกรรมทางการศึกษาได้เป็นอย่างดี สามารถนำมา

ประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ได้ (สุโม บิลโบ, 2557) โดยผู้วิจัยมีการวิเคราะห์เนื้อหาและนำเสนอเนื้อหาภายในแอปพลิเคชันที่เป็นหมวดหมู่ ครอบคลุมและสะท้อนให้เห็นสาระสำคัญตามหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการอธิบายเนื้อหาในรูปแบบของมัลติมีเดีย (ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ และเสียง) รวมทั้งมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียนที่มีปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบ (Interactive) ซึ่งมีผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก และด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก อีกทั้งจากผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันตามเกณฑ์ E_1/E_2 พบว่า มีประสิทธิภาพของ E_1/E_2 เท่ากับ 84.75/84.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุเมธ ราชประชุม (2561) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยกรดวิทยา จังหวัดชัยนาท พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพของ E_1/E_2 เท่ากับ 81.60/81.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ เบญจมาศ พึ่งน้ำ และอัมพร วัจนะ (2563) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองบนสมาร์ตโฟน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตกรวมวิทยาคาร จังหวัดจันทบุรี พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดีมาก และประสิทธิภาพของ แอปพลิเคชัน มีประสิทธิภาพของ E_1/E_2 เท่ากับ 75.64/76.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ และรุจิรา เศรษฐะสกุล และศุภโชค สอนศิลป์ (2564) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพของ E_1/E_2 เท่ากับ 84.00/81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ทั้งนี้ แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีจุดเด่น คือ มีการนำเสนอเนื้อหาภายในแอปพลิเคชันที่กระชับ เข้าใจง่าย ซึ่งจะมีการดำเนินเนื้อเรื่องจากการยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ออกแบบและนำเสนอในลักษณะของโมชันอินโฟกราฟิก (Motion infographic) ที่สวยงาม ได้รับความสนใจของนักเรียน ซึ่งเป็นคนรุ่นใหม่ได้เป็นอย่างดี เมื่อนักเรียนมีความสนใจ จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความต้องการเรียนรู้ อย่างเป็นธรรมชาติ รวมทั้งแบบฝึกหัดระหว่างเรียนภายในแอปพลิเคชันมีลักษณะเป็นแบบลากวาง และแบบเติมคำ มีระดับของความยากง่าย นักเรียนจะไม่สามารถเดาคำตอบได้ หรืออาจเดาได้ยากกว่าแบบเลือกตอบ จึงช่วยให้นักเรียนรู้สึกท้าทาย แปลกใหม่ และไม่เบื่อหน่าย กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ทำความเข้าใจปัญหา และสามารถสร้างแนวทางการแก้ปัญหา ได้อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบโดยได้ใช้เวลาและความพยายามอย่างเต็มที่ ซึ่งทั้งในส่วนเนื้อหาและ

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนภายในแอปพลิเคชันนั้น จะมีความแตกต่างออกไปจากเนื้อหาและแบบฝึกหัดที่ปรากฏในหนังสือเรียน ดังนั้น จึงสามารถใช้เป็นสื่อเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้หรือช่วยเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจให้กับนักเรียนมากขึ้นเมื่อเรียนรู้ด้วยตนเองนอกเวลาเรียนควบคู่กับการเรียนในชั้นเรียนได้

2. จากผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ พบว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 77.65 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับจากระดับมากที่สุดไปน้อยที่สุดพบว่า ทักษะการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) อยู่ในระดับยอดเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 94.24 ได้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญของปัญหาได้ รองลงมาคือ ทักษะการแยกย่อยปัญหา (Decomposition) อยู่ในระดับยอดเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 87.98 เนื่องจากนักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา โดยการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนประกอบย่อยเพื่อให้มีความซับซ้อนน้อยลงและแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ส่วนทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 79.84 อาจเป็นผลมาจากนักเรียนบางส่วนสามารถเขียนหรือออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาหรือการทำงานโดยมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้ แต่นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถเขียนเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้ถูกต้องทุกจุดได้ เนื่องด้วยขาดความแม่นยำในการจดจำความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในผังงาน (Flowchart) รวมทั้งเงื่อนไขหรือสถานการณ์ปัญหามีความซับซ้อน นักเรียนจึงอาจเกิดความสับสนในการเขียนขั้นตอนวิธีเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และทักษะการหารูปแบบ (Pattern recognition) อยู่ในระดับกำลังพัฒนา คิดเป็นร้อยละ 49.79 สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการพิจารณารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของปัญหาหรือข้อมูล จึงไม่สามารถหารูปแบบของปัญหาที่คล้ายคลึงกันและใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้มากเท่าที่ควร นอกจากนี้ ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนจากการใช้แอปพลิเคชันโดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) พบว่า มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6884 แสดงว่านักเรียนมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น 0.6884 หรือคิดเป็นร้อยละ 68.84 เป็นผลมาจากแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีการนำเสนอเนื้อหาที่ครอบคลุมและสะท้อนให้เห็นสาระสำคัญด้านการคิดเชิงคำนวณ มีแบบฝึกหัดระหว่างเรียนให้นักเรียนได้ฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีจุดเริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาที่มีความเชื่อมโยงหรือใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน ซับซ้อน และน่าสนใจ ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเรียน อยากหาแนวทางในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุเมธ ราชประชุม (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยกรดวิทยา จังหวัดชัยนาท พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเบญจมาศ พึ่งน้ำ และอัมพร วัจนะ (2563) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน

สำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองบนสมาร์ทโฟน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตกรวมวิทยาการ จังหวัดจันทบุรี พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และรุจิรา เคารยะสกุล และศุภโชค สอนศิลป์ (2564) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิด เชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณร้อยละ 82.81 ($\bar{X}=4.14$, $S.D.=0.94$)

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์และพัฒนางานวิจัยต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นอย่างเป็นระบบตามหลักการของ ADDIE Model ในขั้นตอนของการประเมิน (E) ควรประเมินผลในทุกขั้นตอนเพื่อตรวจสอบว่าตั้งแต่ขั้นตอนการวิเคราะห์ (A) การออกแบบ (D) การพัฒนา (D) และการนำไปใช้ (I) มีปัญหาหรืออุปสรรคใดบ้าง เพื่อจะได้ทำการแก้ไขปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ไม่เสียเวลา เพราะหากรอประเมินผลตอนสุดท้ายหลังการพัฒนาและนำไปใช้แล้ว หากเกิดปัญหาขึ้นอาจต้องเสียเวลาในการแก้ไขใหม่ทั้งหมด เช่น หากออกแบบได้ไม่ดี มักพบปัญหาต่อการนำไปใช้ว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนั้นไม่สามารถส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างแท้จริง ผู้วิจัยจึงมีกระบวนการในการตรวจสอบคุณภาพ และมีการปรับปรุงแอปพลิเคชันให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นในทุก ๆ ขั้นตอน ดังนั้น การผลิตสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน สามารถนำหลักการดังกล่าวนี้ไปประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมได้

1.2 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ พบว่า ทักษะการหารูปแบบ (Pattern recognition) อยู่ในระดับน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทักษะการคิดเชิงคำนวณด้านอื่น ๆ ซึ่งจากข้อสังเกตนี้ จึงควรมีการเพิ่มปริมาณของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนภายในแอปพลิเคชันเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในด้านดังกล่าวให้มากขึ้น โดยยึดโยงกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันตั้งแต่ปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อยไปจนถึงปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง และได้ฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณที่มากขึ้นตาม

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นแพลตฟอร์มแบบออฟไลน์ ไม่มีระบบบัญชีผู้ใช้ และไม่สามารถบันทึกหรือรายงานข้อมูล เช่น ผลคะแนน ออกมาใช้ภายหลังจากที่ออกจากการใช้งานแอปพลิเคชันได้

ดังนั้น อาจพัฒนาให้สามารถใช้งานแบบออนไลน์หรือให้สามารถใช้งานตามฟังก์ชันดังกล่าว เพื่อประสิทธิภาพของระบบที่มากขึ้นได้

2.2 ควรมีการศึกษาความต้องการเกี่ยวกับการใช้งานแอปพลิเคชัน เช่น รูปแบบของกราฟิก หรือส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface) ที่ผู้เรียนชื่นชอบ เพื่อออกแบบแอปพลิเคชันให้มีความเหมาะสมกับวัยและระดับของผู้เรียนมากขึ้น

2.3 ควรมีการวิจัยและพัฒนาแอปพลิเคชันในเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อให้มีความสมบูรณ์ครบทุกหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สนใจที่จะนำมาใช้เป็นสื่อที่เสริมการเรียนรู้ได้มากขึ้น

2.4 สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เช่น การพัฒนาแอปพลิเคชันร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) การพัฒนาแอปพลิเคชันร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานโดยบูรณาการกับเนื้อหาสาระในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น วิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- คณะกรรมการการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง (2562). *คู่มือการจัดการความรู้ การใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในแนวทางที่หลากหลาย*. เข้าถึงได้จาก http://www.edu.ru.ac.th/images/edu_KM/km-poster-2562-03.pdf
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). *การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน*. เข้าถึงได้จาก http://www.educ.su.ac.th/2013/images/stories/210655_03.pdf
- โชติกา สงคราม. (2562). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. เข้าถึงได้จาก http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2020_06_09_11_10_28.pdf
- บรรยงค์ โตจินดา. (2543). *การบริหารงานบุคคล*. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น.
- บัญชา ปะสีละเตสัง. (2560). *พัฒนา Mobile App ฉบับ Pro Android*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- บุญธรรม กิจปริดาภิรุตย์. (2542). *เทคนิคการสร้างและการรวบรวมข้อมูล*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ปีแอนดปี.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2527). *การทดสอบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เบญจมาศ พึ่งน้ำ และอัมพร วัจนะ. (2563). ผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองบนสมาร์ตโฟน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตกรมวิทยาคาร จังหวัดจันทบุรี. *วารสารวิทยาลัยนครราชสีมา*, 12(1), 185-194.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2535). *จิตวิทยาการบริหารงานบุคคล*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- เผชญู กิจระการ (2561). *ดัชนีประสิทธิผล*. เอกสารประกอบการสอน, มหาสารคาม : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิชิต ฤทธิจรรณู. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : เฮ้าส์ ออฟเตอร์มิสท์.
- รุจิรา เคารยะสกุล และศุภโชค สอนศิลป์พงศ์. (2564). การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา (มหาวิทยาลัยมหาสารคาม)*, 11(4), 177-191.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยเพื่อการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ:

สุวีรียาสาส์น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ม.3*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมชาย รัตนทองคำ. (2556). *การวัดและประเมินผลทางการศึกษา*. เข้าถึงได้จาก <https://ams.kku.ac.th/aalearn/resource/edoc/tech/56web/13eva56.pdf>

สมพร เชื้อพันธ์. (2547). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้. (2563). การเรียนรู้ในยุคดิจิทัล. *The Knowledge*, 12, 22-23.

สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้. (2567). *10 เทรนด์การเรียนรู้ที่น่าสนใจในยุคนี้*. เข้าถึงได้จาก <https://knowledgeportal.okmd.or.th/article/660a50f348238>

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). *พระราชบัญญัติ*. เข้าถึงได้จาก <http://www.onec.go.th/index.php/page/category/CAT0000011>

สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.) จำกัด.

สุทธิมาศ อภิรักษ์ฉนิชย์. (2557). *การจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการคิด*. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/thinkcon3unit1/title-unit-4?previewAsViewer=1>

สุพจน์ สง่ากอง. (2565). *สร้างเกม 2 มิติ และ 3 มิติ ด้วย UNITY*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: รีไวว่า.

สุรศักดิ์ แซ่ลิ้ม. (2565). *โทรศัพท์มือถือในห้องเรียน : ศัตรูหรือมิตรแท้ของการเรียนรู้*. เข้าถึงได้จาก <https://www.educathai.com/knowledge/articles/616>

สุเมธ ราชประชุม. (2561). *การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยกรดวิทยา จังหวัดชัยนาท*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุไม บิลไบ. (2557). *การออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียโดยใช้ ADDIE Model*. เข้าถึงได้จาก

https://drsumaibinbai.files.wordpress.com/2014/12/addie_design_sumai.pdf

อุทุมพร จามรมาน. (2545) *การพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ฟีนี.

เอกสารระบบการเรียนรู้ออนไลน์ โรงเรียนระยองวิทยาคม. (2566). เข้าถึงได้จาก [https://docs.](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1GO9rFM9KR6MVopjOJ_C6vp29rZKt3_X6w1QwW0G2v4Q/edit#gid=0)

[google.com/spreadsheets/d/1GO9rFM9KR6MVopjOJ_C6vp29rZKt3_X6w1QwW0G2v4Q/edit#gid=0](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1GO9rFM9KR6MVopjOJ_C6vp29rZKt3_X6w1QwW0G2v4Q/edit#gid=0)

ADDIE Model คืออะไร. เข้าถึงได้จาก <https://www.peoplevalue.co.th/content/9119/addie-model-คืออะไร>

Anastasia Yaskovich. (2017). *Mobile web app: When and how it's better than the other application types*. เข้าถึงได้จาก <https://www.scnsoft.com/software-development/mobile-web-app-types>

Jungah Kim, Minwoo Oh และ Jonghoon Kim. (2020). *Effect of analysis of algorithm execution time and adopting unplugged method on third grade elementary students' computational thinking ability*. Department Computer Education, Jeju Graduate University.

Magno De JesúsA., & Frango Silveiral. (2021). Game-based collaborative learning framework for computational thinking development. *Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia*, (99), 113-123. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200690>

MOBILE APPLICATION แบ่งได้กี่ประเภท. (2561). เข้าถึงได้จาก <https://www.wynnsoft-solution.comบทความ/What-are-the-different-types-of-applications>

Starfish Education. (2564). การใช้เทคโนโลยี เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน. เข้าถึงได้จาก <https://www.starfishlabz.com/blog/760-การใช้เทคโนโลยี-เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน>

Yu-Hui Ching, Yu-Chang Hsu และ Sally Baldwin. (2018.) *Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners*. Department of Educational Technology, Boise State University.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

- หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือการวิจัย
 - รายนามผู้เชี่ยวชาญ
 - หนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย



ที่ อว ๘๑๓๗/๒๐๖๖

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.สิงหาคบวงแหวน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง

ด้วย นางสาวจรรยา อุทัยธรรม รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๒๐๐๗๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ แบบไม่เต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนะวัฒน์ วรรณประภา เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน ดังนี้

- | | |
|-----------------------------|--|
| ๑. นางสาวโสภวรรณ พันธุ์สกุล | ครูชำนาญการพิเศษ (ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านสื่อ) |
| ๒. นางสาวมัสยา ลินภูเขียว | ครูชำนาญการพิเศษ (ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา) |
| ๓. นางวิชุดา จันทร์พราหมณ์ | ครูชำนาญการพิเศษ (ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อ) |
| ๔. นายวรรณณะ คัทจันทร์ | ครูชำนาญการ (ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อ) |

ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย โดยนิสิตได้ส่งเค้าโครงเล่มวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ) และเครื่องมือวิจัยไปให้ท่านเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ สามารถติดต่อ นิสิตดังกล่าวตามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๖๓-๐๙๖๙๖๒๔ หรือที่ E-mail: 62920078@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

มัทนา รังสิโยภาส

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มัทนา รังสิโยภาส)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

สำเนาเรียน ๑. นางสาวโสภวรรณ พันธุ์สกุล ๓. นางวิชุดา จันทร์พราหมณ์
๒. นางสาวมัสยา ลินภูเขียว ๔. นายวรรณณะ คัทจันทร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๑

อีเมล grd.buu@go.buu.ac.th



ที่ อว ๘๑๓๗/๒๐๖๗

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.สิงหนาทบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสิงห์สมุทร จังหวัดชลบุรี

ด้วย นางสาวจรรุภา อุทัยธรรม รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๒๐๐๗๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ แบบไม่เต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนะวัฒน์ วรรณประภา เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ นายสุชุม ชินวงศ์ ครูชำนาญการ (ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา) ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์สูง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวิจัย โดยนิตได้ส่งเค้าโครงเล่มวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ) และเครื่องมือวิจัยไปให้ท่านเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๖๓-๐๙๖๙๖๒๔ หรือที่ E-mail: 62920078@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

มณฑาทิพย์ รังสิโยภาส
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑาทิพย์ รังสิโยภาส)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

สำเนาเรียน นายสุชุม ชินวงศ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๑
อีเมลล์ grd.buu@go.buu.ac.th

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. นางสาวโสมวรรณ พันธุ์สกุล ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง
วุฒិการศึษา กศ.ม. เทคโนโลยีทางการศึษา
2. นางสาววิชุดา จันทรพรหมณ์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง
วุฒิการศึษา กศ.ม. หลักสูตรและการสอน
3. นางสาวมัศยา ลีนภูเขียว ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง
วุฒิการศึษา วท.ม. เทคโนโลยีสารสนเทศ
4. นายวรรณนะ คัทจันทร์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง
วุฒิการศึษา วท.ม. คอมพิวเตอร์ศึษา
5. นายสุชุม ชินวงศ์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนสิงห์สมุทร จังหวัดชลบุรี
วุฒิการศึษา กศ.ม. การบริหารการศึษา



ที่ อว ๘๑๓๗/๕๗๕

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๕ มีนาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนระยองวิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาวจรรุภา อุทัยธรรม รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๒๐๐๗๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ แบบไม่เต็มเวลา แผนการเรียน แบบ ก ๒ ได้รับอนุมัติ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแอปพลิเคชัน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนวัฒน์ วรรณประภา เป็นประธานกรรมการควบคุม
วิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนของท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้นดำเนินการ
เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ห้องเรียนโครงสร้างที่เน้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-
คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน ๑ ห้องเรียน จำนวน ๔๐ คน ระหว่างวันที่ ๑๑ - ๓๑ มีนาคม พ.ศ.
๒๕๖๗ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๖๓-๐๙๖๙๖๒๔ หรือที่ E-mail:
62920078@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ภัณฑาทา รังสิโยภาส
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัณฑาทา รังสิโยภาส)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗
อีเมลล์ grd.buu@go.buu.ac.th



ภาคผนวก ข

สรุปผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ

1. ผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านเนื้อหา

ตารางที่ 4 สรุปผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา			ค่าเฉลี่ย	S.D.
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. ด้านเนื้อหาบทเรียน					
1.1 การแบ่งหมวดหมู่หรือหัวข้อของเนื้อหาบทเรียนเหมาะสมครอบคลุม และสะท้อนให้เห็นสาระสำคัญหรือประเด็นหลักในบทเรียนนั้น ๆ	4	4	5	4.33	0.58
1.2 เนื้อหาแต่ละบทเรียน มีความสมบูรณ์ ถูกต้อง นำเสนอได้อย่างกระชับ เข้าใจง่าย เหมาะสมกับวัยและระดับของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
1.3 ภาพประกอบ เสียงบรรยาย และเนื้อหา มีความสอดคล้องกัน	5	5	5	5.00	0.00
1.4 การนำเสนอเนื้อหาหรือการดำเนินเนื้อเรื่อง น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยและระดับของผู้เรียน	4	5	5	4.67	0.58
1.5 เวลาในการนำเสนอเนื้อหาแต่ละบทเรียนมีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
1.6 การเชื่อมโยงเนื้อหาระหว่างบทเรียนย่อยภายในบทเรียนหลัก เหมาะสมและต่อเนื่องกัน	5	4	5	4.67	0.58
1.7 เนื้อหาส่งเสริมการเรียนรู้ วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ	5	5	5	5.00	0.00
1.8 ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้ของตนเองได้ตามอัธยาศัย ตอบสนองตามความแตกต่างและความสามารถของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
2. ด้านแบบฝึกทักษะ					
2.1 แบบฝึกทักษะสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน	5	5	5	5.00	0.00
2.2 แบบฝึกทักษะมีระดับความยากง่ายที่เหมาะสมกับวัยผู้เรียน และการให้คะแนน	4	5	5	4.67	0.58
2.3 แบบฝึกทักษะมีปริมาณที่เหมาะสมในแต่ละบทเรียน	4	4	5	4.33	0.58
2.4 แบบฝึกทักษะส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการคิด วิเคราะห์ การแก้ปัญหา และเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ	5	5	5	5.00	0.00
รวม				4.81	0.40

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 จึงสรุปได้ว่า คุณภาพของ

แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

หมายเหตุ เกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของแอปพลิเคชัน

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับดี

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปรับปรุง

เกณฑ์การแปลผลคุณภาพของแอปพลิเคชัน

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปรับปรุง

กำหนดเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของแอปพลิเคชันจะต้องมีผลการประเมิน
ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป หรือมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป

2. ผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านสื่อ

ตารางที่ 5 สรุปผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านสื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ

รายการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา			ค่าเฉลี่ย	S.D.
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว มีขนาด รูปแบบ สี สั้นสวยงาม เหมาะสม สอดคล้อง และสื่อความหมายตรงตามเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00
1.2 ตัวอักษร มีขนาด รูปแบบ สี สั้น ที่เหมาะสม และอ่านง่าย	4	5	5	4.67	0.58
1.3 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00
1.4 เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบเนื้อหา มีน้ำเสียงน่าฟัง และชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00
1.5 ปุ่มหรือเมนูต่าง ๆ ใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพที่สื่อความหมาย สวยงาม และมีขนาดเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
1.6 การจัดวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ บนจอภาพ มีความสมดุล และปริมาณเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
1.7 การออกแบบโดยภาพรวมเป็นเอกลักษณ์ มีคอนเซ็ปต์ที่น่าสนใจ น่าจดจำ แปลกใหม่ และมีความคิดสร้างสรรค์	5	5	4	4.67	0.58
2. ด้านการใช้งาน					
2.1 แอปพลิเคชันสามารถปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับผู้ใช้งาน	5	5	5	5.00	0.00
2.2 มีความรวดเร็วในการประมวลผลหรือตอบสนองต่อการใช้งาน ระหว่างแอปพลิเคชันกับผู้ใช้งาน	5	5	5	5.00	0.00
2.3 ปุ่มหรือเมนูต่าง ๆ ทำงานได้ตามฟังก์ชันการทำงาน แสดงผล ได้ถูกต้องตามความเป็นจริง	5	5	5	5.00	0.00
2.4 ปุ่มหรือเมนูต่าง ๆ ให้ผู้ใช้งานเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย และ ไม่ซับซ้อน	5	4	5	4.67	0.58
2.5 การวางตำแหน่งของส่วนประกอบและเมนูต่าง ๆ บนจอภาพ เหมาะสมกับการใช้งานของผู้ใช้งานทั้งมือซ้ายและขวา	4	5	5	4.67	0.58
3. ด้านคุณประโยชน์					
3.1 ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ	5	5	5	5.00	0.00
3.2 สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ ในการเรียนและชีวิตประจำวัน	4	4	4	4.00	0.00
3.3 สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์	5	5	5	5.00	0.00
3.4 กระตุ้นความสนใจในการเรียนด้านวิทยาการคำนวณ	5	5	4	4.67	0.58
รวม				4.83	0.38

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านสื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ จำนวน 3 ท่าน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 จึงสรุปได้ว่า คุณภาพของแอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

หมายเหตุ เกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของแอปพลิเคชัน

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับดี

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปรับปรุง

เกณฑ์การแปลผลคุณภาพของแอปพลิเคชัน

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปรับปรุง

กำหนดเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของแอปพลิเคชันจะต้องมีผลการประเมินตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป หรือมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป

3. ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยผู้เชี่ยวชาญ
ด้านเนื้อหา

แบบวัดทักษะ	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อที่ 1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 2	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 3	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 4	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 5	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 6	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 7	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 8	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 9	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 10	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 11	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 12	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 13	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 14	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ
โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน พบว่า สามารถนำไปใช้ได้จริง จำนวน 14 ข้อ

หมายเหตุ เกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้อง

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 หมายถึง ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

เกณฑ์การผ่านคือเลือกแบบวัดทักษะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

4. ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อที่ 1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 2	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 3	+1	+1	0	0.66	ใช้ได้
ข้อที่ 4	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 5	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 6	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 7	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 8	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 9	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 10	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 11	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 12	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 13	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 14	0	0	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 15	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 16	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 17	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 18	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 19	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
ข้อที่ 20	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน พบว่า สามารถนำแบบทดสอบไปใช้ได้ จำนวน 19 ข้อ

ทั้งนี้ นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นลำดับต่อไป



ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อที่	จำนวนนักเรียน ที่ตอบถูก		ค่า P	ค่า R	ระดับคุณภาพของข้อสอบ		สรุป
	กลุ่มสูง (N = 8)	กลุ่มต่ำ (N = 8)			ความยากง่าย (P)	อำนาจจำแนก (r)	
1	7	1	0.50	0.75	ยากง่ายพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
2	8	2	0.63	0.75	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
3	8	6	0.88	0.25	ง่ายมาก	จำแนกได้พอใช้	ใช้ไม่ได้
4	7	0	0.44	0.88	ยากง่ายพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
5	5	0	0.31	0.63	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
6	8	3	0.69	0.63	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
7	6	0	0.38	0.75	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
8	7	5	0.75	0.25	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้พอใช้	ใช้ได้
9	8	1	0.56	0.88	ยากง่ายพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
10	8	4	0.75	0.50	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
11	7	0	0.44	0.88	ยากง่ายพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
12	7	0	0.44	0.88	ยากง่ายพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
14	-	-	-	-	-	-	-
13	8	1	0.56	0.88	ยากง่ายพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
15	8	7	0.94	0.13	ง่ายมาก	จำแนกได้ต่ำ	ใช้ไม่ได้
16	8	1	0.56	0.88	ยากง่ายพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
17	8	1	0.56	0.88	ยากง่ายพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
18	5	0	0.31	0.63	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
19	6	0	0.38	0.75	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
20	8	3	0.69	0.63	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 30 คน พบว่า สามารถนำไปใช้ได้จริง จำนวน 17 ข้อ และนำไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการ Kuder-Richardson 20 (KR-20) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นสูงเท่ากับ 0.86 สามารถนำไปใช้ได้จริง ทั้งนี้ ผู้วิจัยคัดเหลือแบบทดสอบที่นำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 ข้อ



ภาคผนวก ง

- คะแนนทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดระหว่างเรียน และหลังเรียนของนักเรียน
- คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

คะแนนทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดระหว่างเรียน และหลังเรียนของนักเรียน

ตารางที่ 9 คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียน

นักเรียน (n=40)	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน				รวม (50 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
		บทที่ 1	บทที่ 2	บทที่ 3	บทที่ 4		
คนที่ 1	10	15	10	10	15	50	14
คนที่ 2	6	10	5	10	5	30	11
คนที่ 3	7	10	10	10	10	40	12
คนที่ 4	7	10	10	10	15	45	13
คนที่ 5	9	10	5	10	10	35	15
คนที่ 6	6	10	10	10	15	45	11
คนที่ 7	8	10	5	10	10	35	14
คนที่ 8	6	15	10	10	15	50	12
คนที่ 9	10	10	5	10	15	40	14
คนที่ 10	7	10	5	10	10	35	12
คนที่ 11	7	10	5	10	10	35	12
คนที่ 12	5	10	10	10	15	45	11
คนที่ 13	7	15	5	10	15	45	12
คนที่ 14	9	10	5	10	10	35	14
คนที่ 15	5	15	10	10	15	50	11
คนที่ 16	9	15	10	10	15	50	14
คนที่ 17	7	10	5	10	15	40	14
คนที่ 18	8	10	5	10	15	40	13
คนที่ 19	8	15	5	10	15	45	12
คนที่ 20	9	10	5	10	15	40	13
คนที่ 21	9	10	5	10	10	35	12
คนที่ 22	6	15	10	10	10	45	12
คนที่ 23	8	5	5	10	10	30	13
คนที่ 24	5	10	10	10	15	45	11
คนที่ 25	9	10	5	10	10	35	13

ตารางที่ 9 (ต่อ)

นักเรียน (n=40)	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน				รวม (50 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
		บทที่ 1	บทที่ 2	บทที่ 3	บทที่ 4		
คนที่ 26	8	10	5	10	15	40	11
คนที่ 27	8	15	5	10	15	45	12
คนที่ 28	8	10	5	10	15	40	13
คนที่ 29	9	10	5	10	15	40	15
คนที่ 30	8	15	5	10	10	40	15
คนที่ 31	8	15	10	10	15	50	11
คนที่ 32	8	15	10	10	15	50	12
คนที่ 33	7	15	10	10	15	50	12
คนที่ 34	10	15	10	10	15	50	14
คนที่ 35	8	10	5	10	10	35	14
คนที่ 36	9	10	5	10	10	35	13
คนที่ 37	8	15	10	10	15	50	13
คนที่ 38	10	15	10	10	15	50	15
คนที่ 39	6	15	10	10	15	50	12
คนที่ 40	6	15	10	10	15	50	12
รวม	308					1695	509
ค่าเฉลี่ย	7.70					42.38	12.73
ค่า S.D.	1.42					6.40	1.26

คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

ตารางที่ 10 คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน หลังการใช้แอปพลิเคชันแอปพลิเคชัน
 วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นักเรียน (n=40)	คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ (100 คะแนน)														รวม	
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 10	ข้อ 12	ข้อ 13-1	ข้อ 13-2		ข้อ 14
คนที่ 1	0	8	8	0	0	11	8	8	5	5	5	0	4	4	11	77
คนที่ 2	5	8	8	5	0	0	8	8	5	5	5	5	4	4	0	70
คนที่ 3	5	8	8	5	0	0	8	8	0	5	5	5	4	0	11	72
คนที่ 4	0	0	8	5	8	0	8	8	0	5	5	5	4	4	11	71
คนที่ 5	0	0	8	5	0	11	0	8	5	5	5	5	4	4	11	71
คนที่ 6	0	8	8	5	8	0	8	8	5	5	5	5	0	0	11	76
คนที่ 7	5	0	8	5	8	0	8	8	5	5	0	0	4	4	11	71
คนที่ 8	5	8	8	5	8	11	8	8	5	5	5	5	4	4	11	100
คนที่ 9	5	8	8	5	0	0	0	8	5	5	5	5	4	4	11	73
คนที่ 10	5	8	8	5	0	11	8	8	5	5	5	5	4	4	11	92
คนที่ 11	5	0	8	5	8	0	8	8	5	5	5	5	4	4	0	70
คนที่ 12	5	8	8	5	0	11	8	8	5	5	5	5	4	4	11	92
คนที่ 13	5	8	8	5	0	0	8	8	0	5	5	0	4	4	11	71
คนที่ 14	5	8	0	5	0	0	8	8	5	5	5	5	4	4	11	73
คนที่ 15	0	8	8	0	8	0	8	8	0	5	5	5	4	0	11	70
คนที่ 16	5	8	8	5	8	11	8	8	0	5	5	5	4	4	11	95
คนที่ 17	5	8	8	5	0	0	8	8	5	5	5	5	4	4	0	70
คนที่ 18	0	8	8	0	8	0	8	8	0	5	5	5	4	0	11	70
คนที่ 19	0	8	8	5	0	0	8	8	0	5	5	5	4	4	11	71
คนที่ 20	5	8	8	5	8	0	8	0	5	5	5	5	4	4	0	70
คนที่ 21	0	8	8	5	8	0	8	8	5	5	0	5	0	0	11	71
คนที่ 22	5	8	8	5	0	0	8	8	5	5	5	5	4	4	0	70
คนที่ 23	5	8	8	5	0	0	8	8	5	5	5	5	4	4	0	70
คนที่ 24	5	8	8	5	8	11	8	8	0	0	0	0	0	0	11	72
คนที่ 25	5	8	8	5	8	0	0	8	5	5	5	5	4	4	0	70
คนที่ 26	0	8	8	5	8	0	8	8	5	5	5	5	0	0	11	76
คนที่ 27	5	8	8	5	0	0	8	8	5	5	5	5	4	4	0	70
คนที่ 28	5	8	8	5	0	0	8	8	5	5	5	5	4	0	11	77
คนที่ 29	5	8	8	5	0	0	8	8	0	5	5	5	4	4	11	76

ตารางที่ 10 (ต่อ)

นักเรียน (n=40)	คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ (100 คะแนน)														รวม	
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 10	ข้อ 12	ข้อ 13-1	ข้อ 13-2		ข้อ 14
คนที่ 30	5	8	8	5	0	11	8	8	0	5	5	5	0	4	11	83
คนที่ 31	5	8	8	0	0	11	0	8	0	5	5	5	4	4	11	74
คนที่ 32	5	0	8	5	8	0	8	8	5	5	5	5	4	0	11	77
คนที่ 33	5	8	8	5	0	0	8	8	0	5	0	5	4	4	11	71
คนที่ 34	5	8	8	5	0	11	8	8	5	5	5	5	4	4	0	81
คนที่ 35	5	8	0	5	0	0	8	8	5	5	5	5	4	4	11	73
คนที่ 36	5	8	8	5	0	0	8	8	5	5	5	5	4	4	0	70
คนที่ 37	5	8	8	5	8	11	8	8	5	5	5	5	4	4	11	100
คนที่ 38	5	8	8	5	8	11	8	8	5	5	5	5	4	4	11	100
คนที่ 39	5	8	8	5	8	11	8	8	5	5	5	5	4	4	11	100
คนที่ 40	5	8	8	5	8	11	8	8	5	5	5	5	4	4	11	100
รวม	155	280	304	180	144	154	288	312	140	195	180	180	140	124	330	3106
ค่าเฉลี่ย																77.65
ค่า S.D.																10.57



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คู่มือการใช้แอปพลิเคชัน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



ภาพที่ 1 ไอคอนของแอปพลิเคชัน
ที่ปรากฏเมื่อผู้ใช้ติดตั้ง
ลงอุปกรณ์ของตนเอง



ภาพที่ 2 เมื่อผู้ใช้เข้าสู่แอปพลิเคชันจะปรากฏข้อความ
“แอปพลิเคชันส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ”
และจะเข้าสู่ หน้าแรก ต่อไป



ภาพที่ 3 หน้าแรก จะปรากฏภาพหน้าจอและชื่อแอปพลิเคชัน “Sanook Kid Café สนุกคิด...กาแฟ”

- คลิกเพื่อเริ่มต้นใช้งานแอปพลิเคชัน
- คลิกเพื่อดูข้อมูลผู้พัฒนาแอปพลิเคชัน
- คลิกเพื่อออกจากแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 4 หลังจากคลิก **เริ่ม** จะเข้าสู่หน้าแสดงเรื่องราวสมมติสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจ โดยเมื่อแสดงแอนิเมชันจบจะเข้าสู่หน้าถัดไปโดยอัตโนมัติ แต่ผู้ใช้สามารถคลิก **ข้าม >>** เพื่อข้ามไปสู่หน้าถัดไปได้โดยไม่ต้องรอแอนิเมชันแสดงจบ



ภาพที่ 5 หลังแอนิเมชันแสดงจบ หรือผู้ใช้คลิก **ข้าม >>** จะเข้าสู่ **หน้าคำชี้แจง** และให้ผู้ใช้คลิก **ตกลง** เพื่อเข้าสู่หน้าเมนูหลัก



ภาพที่ 6 หลังจากคลิก **ตกลง** จะเข้าสู่ **หน้าเมนูหลัก** ประกอบด้วย

A คลิกเพื่อเลือกเมนูหลักทั้งหมด 4 เมนู โดยการเลือกเมนูจะใช้การเลื่อนหน้าจอซ้ายและขวา หรือสามารถคลิกปุ่ม **B** เพื่อเลื่อนดูเมนูทั้งหมดก็ได้ ได้แก่

เมนูที่ 1 การแยกย่อยปัญหา (Decomposition)

เมนูที่ 2 การหารูปแบบ (Pattern recognition)

เมนูที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

เมนูที่ 4 การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms)

C บอกตำแหน่งให้ผู้รู้ว่าสามารถเลื่อนดูเมนูทั้งหมดได้ก็เมนู และกำลังอยู่ที่เมนูใดในขณะนั้น โดยสังเกตจากจุดสีเหลือง ● ซึ่งจากภาพตัวอย่าง หมายถึง ผู้ใช้กำลังอยู่ในเมนูที่ 1 จากทั้งหมด 4 เมนู

D คลิกเพื่อกลับไปหน้าแรก

E คลิกดูสรุปคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนที่ผู้เรียนทำได้



ภาพที่ 7 หลังจากคลิกเลือกเมนูหลักที่ต้องการแล้ว จะเข้าสู่ หน้าเมนูย่อย

- A** คลิกเพื่อเรียนรู้เนื้อหาของหัวข้อนั้น ๆ
- B** คลิกเพื่อทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของหัวข้อนั้น ๆ
- คลิกเพื่อกลับไปหน้าเมนูหลัก
- คลิกเพื่อกลับไปหน้าแรก

ทุก ๆ เมนูหลัก เมื่อคลิกเข้ามาจะปรากฏ หน้าเมนูย่อย ไม่ทุก ๆ เมนู



ภาพที่ 8 จากภาพที่ 7 หากผู้ใช้คลิกเลือก **เรียนรู้เนื้อหา** จะเข้าสู่ หน้าเนื้อหา ของหัวข้อนั้น ๆ

- A** คลิกเพื่อเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนย่อยของหัวข้อนั้น ๆ
- คลิกเพื่อกลับไปหน้าเมนูย่อย
- คลิกเพื่อกลับไปหน้าแรก



ภาพที่ 9 เมื่อผู้ใช้คลิกเลือกเนื้อหาบทเรียนย่อยที่ต้องการเรียนรู้แล้ว ในทุก ๆ บทเรียนจะแสดงเนื้อหาแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิกที่มีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ และเสียงบรรยายประกอบ โดยผู้ใช้สามารถคลิก  เพื่อหยุดการแสดงผลเนื้อหาแอนิเมชันอินโฟกราฟิกชั่วคราวได้ตามความสะดวก และจะปรากฏหน้าจอดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 หน้าจอหยุดการแสดงผลเนื้อหาแอนิเมชันอินโฟกราฟิกชั่วคราว เมื่อผู้ใช้คลิก  และจะปรากฏหน้าจอให้ดำเนินการต่อ ดังนี้

-  คลิกเพื่อกลับไปหน้าเมนูเนื้อหาบทเรียนย่อย
-  คลิกเพื่อแสดงเนื้อหาแอนิเมชันอินโฟกราฟิกที่หยุดเล่นไว้ให้เล่นต่อ
-  คลิกเพื่อกลับไปหน้าแรก

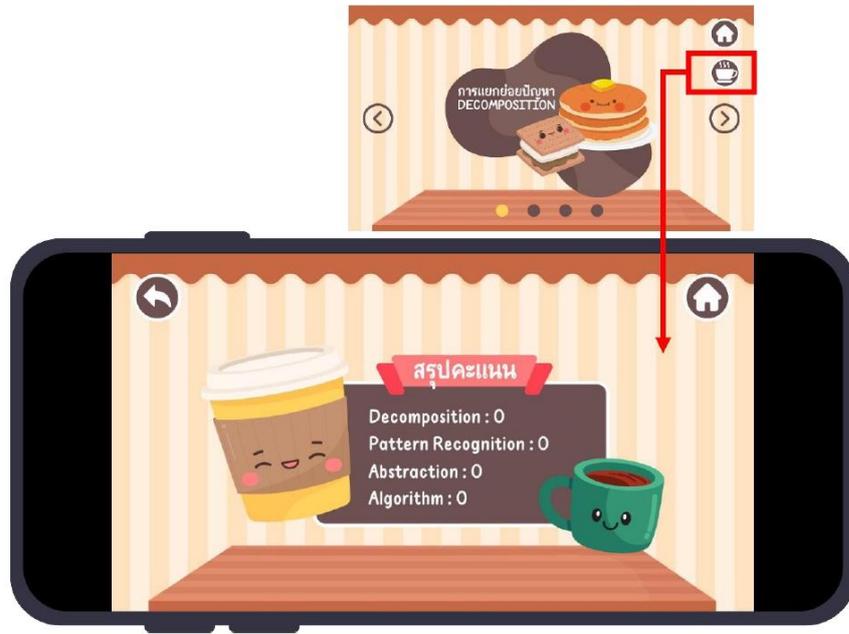
ทั้งนี้ เมื่อแสดงผลเนื้อหาแอนิเมชันอินโฟกราฟิกจบแล้ว จะย้อนกลับไปเข้าสู่หน้าเมนูเนื้อหาบทเรียนย่อยของหัวข้อนั้น ๆ โดยอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกเรียนรู้เนื้อหาอื่นต่อไป



ภาพที่ 11 จากภาพที่ 7 หากผู้ใช้คลิกเลือก **ทำภารกิจ** จะเข้าสู่ หน้าแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ของหัวข้อนั้น ๆ โดยจะมีคำชี้แจงขั้นตอนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนให้ทราบก่อนในทุก ๆ ครั้ง



ภาพที่ 12 ตัวอย่าง หน้าทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน จะมีลักษณะเป็นแบบเติมคำ และแบบลากวาง สามารถคลิก **คำไป** ดูคำไปได้ หากตอบผิดสามารถตอบใหม่ได้เรื่อย ๆ จนกว่าจะคลิก **ทำข้อถัดไป** เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาในการคิด วิเคราะห์ สร้างแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างเต็มที่ และคลิก **ตรวจ** เพื่อรับคะแนน ซึ่งเมื่อทำแบบฝึกหัดครบทุกข้อแล้ว ผู้เรียนสามารถลองทำใหม่หรือออกจากแบบฝึกหัดดังกล่าวได้



ภาพที่ 13 ผู้ใช้สามารถคลิกดู หน้าสรุปคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ในแต่ละหัวข้อที่ผู้เรียนทำได้ ที่หน้าเมนูหลัก

2. ตัวอย่างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนนที่ได้

02 ซูชิ รสอูมาอิ

#8 คะแนน

มินิจิ คาเนโกะ แอร์วิน ชั้นนี้ ทั้ง 4 คนซื้อซูชิปลาแซลมอนกับซูชิใช้หว่าน และคนที่ซื้อซูชิปลาแซลมอนมาไม่เท่ากับ เป็น 1 ชิ้น 2 ชิ้น 3 ชิ้น และ 4 ชิ้น และซื้อซูชิใช้หว่านมาไม่เท่ากัน เป็น 1 ชิ้น 2 ชิ้น 3 ชิ้น และ 4 ชิ้น เช่นเดียวกัน

มินิจิ "จำนวนซูชิที่ฉันซื้อ คำนวณรวมกันจะมีจำนวนมากที่สุด"
 คาเนโกะ "จำนวนรวมของแต่ละคนไม่มีใครเท่ากันเลย"
 แอร์วิน "ฉันซื้อซูชิหว่านมา 4 ชิ้น"
 ชั้นนี้ "ฉันซื้อซูชิใช้หว่านมาเยอะกว่าซูชิปลาแซลมอน"



คำถาม : ชั้นนี้ ซื้อซูชิปลาแซลมอนกับซูชิใช้หว่านมาอย่างละกี่ชิ้น
 ซูชิปลาแซลมอน _____ ชิ้น ซูชิใช้หว่าน _____ ชิ้น

แสดงวิธีคิด :

แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนนที่ได้

05 แจกของรางวัล

#8 คะแนน

ครูเพื่อศิษย์จัดเตรียมของรางวัล ได้แก่ สมุด จำนวน 46 เล่ม ดินสอ จำนวน 60 แท่ง และ ปากกา จำนวน 81 แท่ง ในวันอาทิตย์กับนักเรียนที่ร่วมกิจกรรมวิชาการที่โรงเรียนในวันนี้ ซึ่งไม่รู้ว่าจะเป็นของรางวัลแบบใด ครูเพื่อศิษย์ก็จะแจกให้นักเรียนทุกคน คนละเท่า ๆ กัน หลังจากนั้นก็พบว่าจำนวนของสมุด ดินสอ และปากกา ที่เหลือมีจำนวนเท่ากัน



คำถาม : ของรางวัลแต่ละอย่างเหลืออยู่จำนวนเท่าไร
 อย่างละ _____ เล่ม/แท่ง/ชิ้น

แสดงวิธีคิด :

แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนนที่ได้

06 แปะสติ๊กเกอร์

#11 คะแนน

มีกล่องสติ๊กเกอร์ที่เขียนหมายเลข 1-9 กำไว้ มีใช้ติดกล่องที่หน้ามาทำเป็นการตั้งหมายเลข 1-1,000 สำหรับการค้าหมายเลข 1 ใช้ติดกล่องเลข "1" หนึ่งแผ่น สำหรับเลข "10" ใช้ติดกล่องเลขหนึ่งแผ่นเลข "1" และเลข "0" และสำหรับเลข 100 ใช้ติดกล่อง "1", "0" และ "0"



คำถาม : มีต้องใช้ติดกล่องที่หน้าเพื่อการค้าหมายเลข 1 ถึง 1,000
 สติ๊กเกอร์ _____ แผ่น

แสดงวิธีคิด :

แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

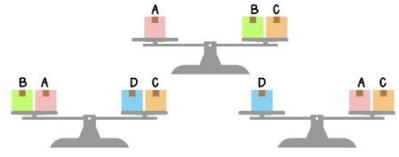
สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนนที่ได้

10 กล้องฟัด

#5 คะแนน

มีกล้องฟัดอยู่ 4 กล้อง แต่ละกล้องมีน้ำหนัก 10 กรัม, 20 กรัม, 30 กรัม และ 40 กรัม เมื่อเอาไปวางบนตาชั่งจะได้ดังนี้



คำถาม : กล้องฟัดแต่ละกล้องมีน้ำหนักเท่าไร
 กล้อง A _____ กรัม กล้อง B _____ กรัม
 กล้อง C _____ กรัม กล้อง D _____ กรัม

แสดงวิธีคิด :

