



N7

วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี  
(Engineering and Technology)

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้โชว์  
THE CARBON FOOTPRINT ASSESSMENT OF PRODUCTS A CASE STUDY:  
THE WOODEN FURNITURE CABINETS'S PRODUCTS

ดุษดี มุกดา<sup>1\*</sup> วิกรม ไม้แก่นสาร<sup>2</sup> และจินตนา สีหาพงษ์<sup>3</sup>  
Dussadee Mookda<sup>1\*</sup>, Vikrom Maikaensarn<sup>2</sup>, and Jintana Seahapong<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>คณะกรรมการจัดการโลจิสติกส์และการคมนาคมขนส่ง สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

<sup>1,2,3</sup>Faculty of Logistics and Transportation Management Administration

Panyapiwat Institute of Management

\*Corresponding Author, E-mail: dussadeemoo@pim.ac.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้โชว์ จำนวน 1 ชุด ขนาด กว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 1 เมตร สูง 2.40 เมตร โดยเป็นการประเมินแบบ Cradle-to-Gate (Business-to-Business: B2B) พบว่าผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้โชว์ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ 112.07478 Kg Co<sub>2e</sub> โดยมีกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ กิจกรรมการได้มาซึ่งวัตถุดิบ มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 109.23 Kg Co<sub>2e</sub> คิดเป็น 97.51% ในขณะที่กิจกรรมกระบวนการผลิตโดยมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2.787 Kg Co<sub>2e</sub> คิดเป็น 2.49% โดยภาพรวมแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอาจมีการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ และเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อช่วยประหยัดพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการดูแลรักษาตู้ไม้โชว์เรือนกระจกจากต้นไม้ เป็นต้น

**คำสำคัญ:** คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ก๊าซเรือนกระจก คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์

### ABSTRACT

This research involves an assessment of the carbon footprint of a product, specifically focusing on a case study of a wooden display cabinet set measuring width size 50 centimeters, Long size 1 meter and high 2.40 meters. The assessment type utilizing the "Carbon Footprint for Products" tool in this study follows a Cradle-to-Gate (Business-to-Business: B2B) approach. The result was shown that the wooden furniture cabinet's products has been carbon

dioxide equivalent amount of 112.07478 Kg Co<sub>2</sub>e. The activity contributing most to greenhouse gas emissions is the acquisition of raw materials, with a carbon dioxide equivalent emission amount of 109.230 KgCo<sub>2</sub>e, constituting 97.51%. Although, Activities production process has been carbon dioxide equivalent amount of 2.787 KgCo<sub>2</sub>e, Constituting 2.49%. In conclusion, consideration the Guidelines to reducing greenhouse gas emissions should will be start with a simple methods that require minimal investment. This strategy may involve adjustments in materials, equipment, and various technologies to conserve energy and reduce greenhouse gas emissions effectively including the absorption of greenhouse gases from trees, etc.

**Keywords:** Carbon Footprint, Greenhouse Gas, Carbon Dioxide Equivalent (kg CO<sub>2</sub>-eq), Furniture Products.

## บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกหันมาให้ความสำคัญกับเรื่องความยั่งยืนและประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ที่นอกจากจะส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของประชาชน ยังส่งผลเสียต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจอีกด้วย จนกลายเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญให้ประเทศต่าง ๆ เริ่มตระหนักถึงปัญหานี้ ด้วยการมองหาวิธีเข้ามาควบคุมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Emission) ที่ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภทต่าง ๆ เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน เป็นต้น ซึ่งก็มีทั้งโลกที่ทุกคนรู้จักกันดีอย่าง “คาร์บอนเครดิต” ที่เป็นระบบ Cap and Trade องค์กรที่ปล่อยคาร์บอนเกินเพดานก็จะมีต้นทุนที่ต้องจ่าย ส่วนบริษัทที่ปล่อยต่ำกว่าเกณฑ์ก็จะสามารถนำส่วนต่างมาขายเป็นรายได้ นอกจากนี้ ยังมีอีกหนึ่งกลไกที่หลายประเทศเลือกหยิบมาใช้แบบมาตรการทางภาษีอย่าง “ภาษีคาร์บอน” หรือ Carbon Tax เป็นต้น (บริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุนยูโอบี (ประเทศไทย) จำกัด, 2566)

ประเทศไทยเองได้มีแนวทางและเป้าหมายการจำกัดเก็บภาษีคาร์บอนในประเทศไทย โดยเริ่มนำแนวคิดการจำกัดเก็บภาษีคาร์บอนมาใช้ในการจำกัดเก็บภาษีสรรพสามิตรถยนต์ ตามกฎกระทรวงกำหนดพิกัดอัตราภาษีสรรพสามิต (ฉบับที่ 23) พ.ศ. 2565 โดยเป็นการจำกัดเก็บภาษีคาร์บอนทางอ้อมจากเชื้อเพลิงฟอสซิล อ้างอิงตามปริมาณ CO<sub>2</sub> ที่ได้จากการเผาไหม้ โดยปัจจุบันมีการจำกัดเก็บภาษีตามปริมาณ CO<sub>2</sub> ยกตัวอย่างรถยนต์นั่งความจุกระบอกสูบไม่เกิน 3,000 ซีซี คือ ปล่อย CO<sub>2</sub> ไม่เกิน 150 กรัม/ กิโลเมตร อัตราภาษี 25%, ปล่อย CO<sub>2</sub> เกิน 150-200 กรัม/กิโลเมตร อัตราภาษี 30% และปล่อย CO<sub>2</sub> เกิน 200 กรัม/กิโลเมตร อัตราภาษี 35% ส่วนรถยนต์นั่งความจุของกระบอกสูบเกิน 3,000 ซีซี อัตราภาษี 40% เป็นต้น จึงจะเห็นได้ว่าปัจจุบันธุรกิจหลายๆ ธุรกิจต้องเกิดการปรับตัวและตระหนักถึงเรื่องการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะเห็นได้

ว่าขอขยายด้านสิ่งแวดล้อมก็ได้มีบทบาทเข้ามาในเรื่องของการค้าการจัดทำฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีบริษัทที่ขึ้นทะเบียนฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น 904 บริษัท 8,881 ผลิตภัณฑ์ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2566)

ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นที่มาของธุรกิจที่ต้องปรับตัวและเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับอนาคตที่จะมีมาตรฐานสากล เพื่อจัดทำฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ให้กับผลิตภัณฑ์ ของกรณีศึกษา ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้โซฟา ดังกล่าว ด้วยเหตุนี้จึงก่อให้เกิดงานวิจัยฉบับนี้ขึ้นมา

### **ทบทวนวรรณกรรม**

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ดังต่อไปนี้

#### **การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร**

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรคือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง โดยวัดค่าออกมาในรูปตัน คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ( $t\ CO_2e$ ) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์อย่าง ต่อเนื่องทั้งการใช้พลังงานการเกษตรกรรม การพัฒนาและการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง การตัดไม้ทำลายป่า รวมทั้งการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบอื่น ๆ ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน และนับวันปัญหาดังกล่าวก็ยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น จากผลกระทบของภาวะโลกร้อนทำให้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกตื่นตัวในการดำเนินงานเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ภัทรานิษฐ์, 2563)

#### **การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์**

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เป็นการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ใช้หลักการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ จะพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนของการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง การใช้งาน และการกำจัดเศษซากผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน โดยประเมินออกมาในรูปแบบของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตตามอนุกรมมาตรฐาน ISO14040 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา 2) การวิเคราะห์บัญชีรายการ 3) การประเมินผลกระทบ และ 4) การแปลผล โดยผลการศึกษาที่ได้จะใช้เป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการเปิดเผยข้อมูลต่อสาธารณะ ซึ่งเป็นการแสดงความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม อันจะเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2562)

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อทราบถึงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้โซวี
2. เพื่อทราบถึงแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้โซวี

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์

#### ขอบเขต และรายละเอียดของผลิตภัณฑ์

พิจารณาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้โซวี โดยพิจารณาตู้ไม้โซวี ที่จำนวน 1 ชุด ขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 1 เมตร สูง 2.40 เมตร เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการส่งออกไปยังประเทศที่มีข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมและยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจนได้รับการรับรองฉลากคาร์บอนสำหรับประเทศไทยได้ในอนาคต

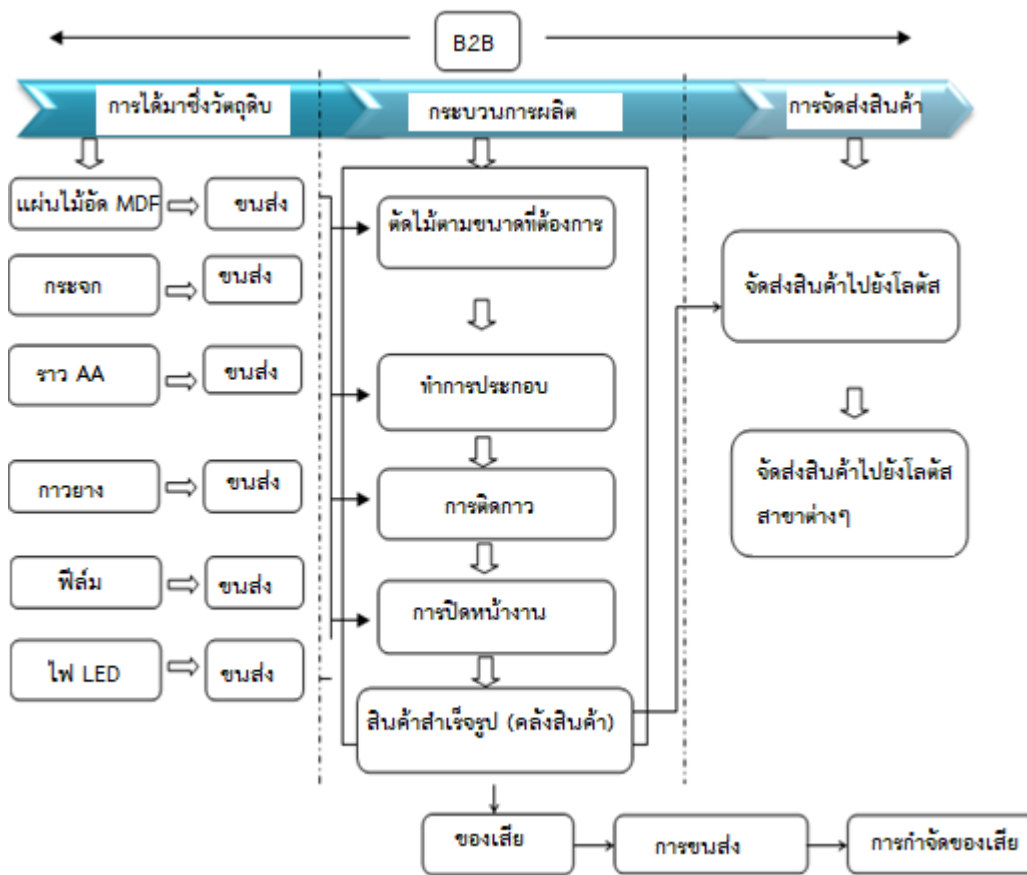
#### หน่วยของผลิตภัณฑ์ Functional unit: FU

กำหนดหน่วยผลิตภัณฑ์ตามผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่าย โดยหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ใช้พิจารณาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตู้ไม้โซวี 1 ตู้ ขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 1 เมตร สูง 2.40 เมตร

### 2. กระบวนการผลิต

#### ขอบเขตของระบบ

ตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้โดยทำการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิต ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้โซวี โดยทำการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) แบบ Cradle-to-Gate (Business-to-Business: B2B) ตามข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Product Category Rules: PCRs) ของแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับผลิตภัณฑ์อื่น โดยครอบคลุมตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ การใช้ทรัพยากรการผลิต เช่น น้ำ ไฟฟ้า พลังงาน การขนส่งวัตถุดิบเข้าโรงงาน การผลิต การบรรจุหีบห่อ การจัดการของเสียจากกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาสินค้าที่ผลิตเสร็จ แต่ไม่รวมการประเมินผลกระทบในขั้นตอนการใช้งานและการจัดการซากหรือของเสียที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ (สถาบันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2566) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แสดงกระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้ (MDF) อ่างอิงข้อมูลบริษัท กรณิศึกษา

จากภาพที่ 1 แสดงลักษณะของกระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้ (MDF) เริ่มตั้งแต่การนำไม้ (MDF) มาตัดตามขนาดที่ต้องการ จากนั้นจะทำการแปรรูปตามลักษณะที่กำหนดไว้ จากแบบที่ได้ออกแบบไว้ แล้วทำการประกอบให้เข้ารูป ทำการติดกาว โดยขั้นตอนสุดท้ายจะทำการปิดหน้างานเพื่อความสวยงามก่อน Packing เตรียมการจัดส่งให้ลูกค้าในขั้นตอนสุดท้าย

### 3. การเก็บข้อมูลและการคำนวณหาค่าปริมาณต่อหนึ่งหน่วย

#### 3.1 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิสำหรับนำมาใช้ประเมิน ให้รวบรวมข้อมูลโดยตรงจากทุกกระบวนการย่อยในระบบผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในการควบคุมขององค์กร ตัวอย่างเช่น ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง การใช้วัตถุดิบและสาธารณูปโภคในกระบวนการผลิต การใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง เป็นต้น ในกรณีของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตช่วงต้นน้ำที่ไม่สามารถเก็บข้อมูล ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตได้สามารถเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสมนำมาพิจารณาได้ โดยต้องพิจารณาใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่มาจากพื้นฐานข้อมูลที่ใกล้เคียงกับกระบวนการที่สนใจมากที่สุด โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย

- ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทย (Peer Reviewed Publications)
- ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป เช่น ฐานข้อมูลจากซอฟต์แวร์ ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรมฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ
- ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์ระหว่างประเทศ เช่น คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของสหประชาชาติ

### 3.2 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas Emission Factor, EF) หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งเปลี่ยนข้อมูลจากกิจกรรมต่าง ๆ ให้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยค่าสัมประสิทธิ์จะมีค่าเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยข้อมูล เช่น กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ากับไฟฟ้าหนึ่งหน่วย (kg CO<sub>2</sub>e/kWh) เป็นต้น

3.2.2 คุณภาพของข้อมูลในการเก็บข้อมูลสำหรับวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ชุมชนนั้น เริ่มจากผู้เก็บข้อมูลจะต้องทำความเข้าใจ และทราบเป็นอย่างดีเกี่ยวกับกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ผู้เก็บข้อมูลทำการศึกษารวมถึงทราบความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงในแต่ละกระบวนการย่อยที่ทำการศึกษาดูด้วย และข้อมูลที่น่ามาใช้ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกควรคำนึงถึงประเด็นดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ด้านเวลา ข้อมูลที่น่ามาใช้ในการคำนวณให้ใช้ค่าเฉลี่ยของทั้งปี หากไม่สามารถเก็บข้อมูล 1 ปีย้อนหลังได้ ต้องมีการระบุเหตุผลให้ชัดเจน อาจใช้การเฉลี่ยข้อมูลจากช่วงเวลาของกระบวนการผลิตดำเนินอย่างคงที่แทนหรือกรณีที่เป็นการผลิตแบบกะให้ใช้ข้อมูลเฉลี่ยจาก 4-5 ครั้ง

3.2.2.2 ความครบถ้วน ดูความสมบูรณ์ของสารขาเข้า และสารขาออกของกระบวนการผลิต ซึ่งอาจตรวจสอบได้จากการทำสมดุลมวลสารและสมดุลพลังงาน แล้วดำเนินการตีค่าออกมาเป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าซึ่งจะสามารถได้มาจากการวัดจริง หรือจากการประมาณค่าจากการคำนวณก็ได้

3.2.2.3 แหล่งที่มาของข้อมูล แหล่งที่มาของข้อมูลจำเป็นต้องมีความน่าเชื่อถือ และสามารถอธิบายที่มาได้ ไม่ว่าจะแหล่งข้อมูลปฐมภูมิหรือทุติยภูมิ

3.2.2.4 ความไม่แน่นอนของข้อมูล ควรมีการพิจารณาตัวแปรที่สามารถทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ เช่น การตั้งสมมติฐาน การปันส่วนด้วยวิธีต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งเกณฑ์การตัดออก (cut-off rule)

### 3.3 การปันส่วน (Allocation)

ข้อมูลที่ได้จากการผลิตสินค้าอาจพบว่า บางโรงงานอาจมีผลิตภัณฑ์ร่วมหรือผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต เพื่อให้การคำนวณผลมีความชัดเจนจึงต้องมีการปันส่วนข้อมูลซึ่งการปันส่วนเป็นวิธีการแบ่งหรือให้น้ำหนักกับสารขาเข้าและสารขาออกของระบบผลิตภัณฑ์ที่สนใจศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับผลิตภัณฑ์แต่

ละประเภทที่ชัดเจน โดยทำเพื่อเป็นการกระจายภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมหนึ่ง ๆ ไปยังแต่ละผลิตภัณฑ์ จำเป็นต้องทำการปันส่วนโดยใช้ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ร่วมในการกำหนดสัดส่วนที่จะใช้ในการคำนวณ

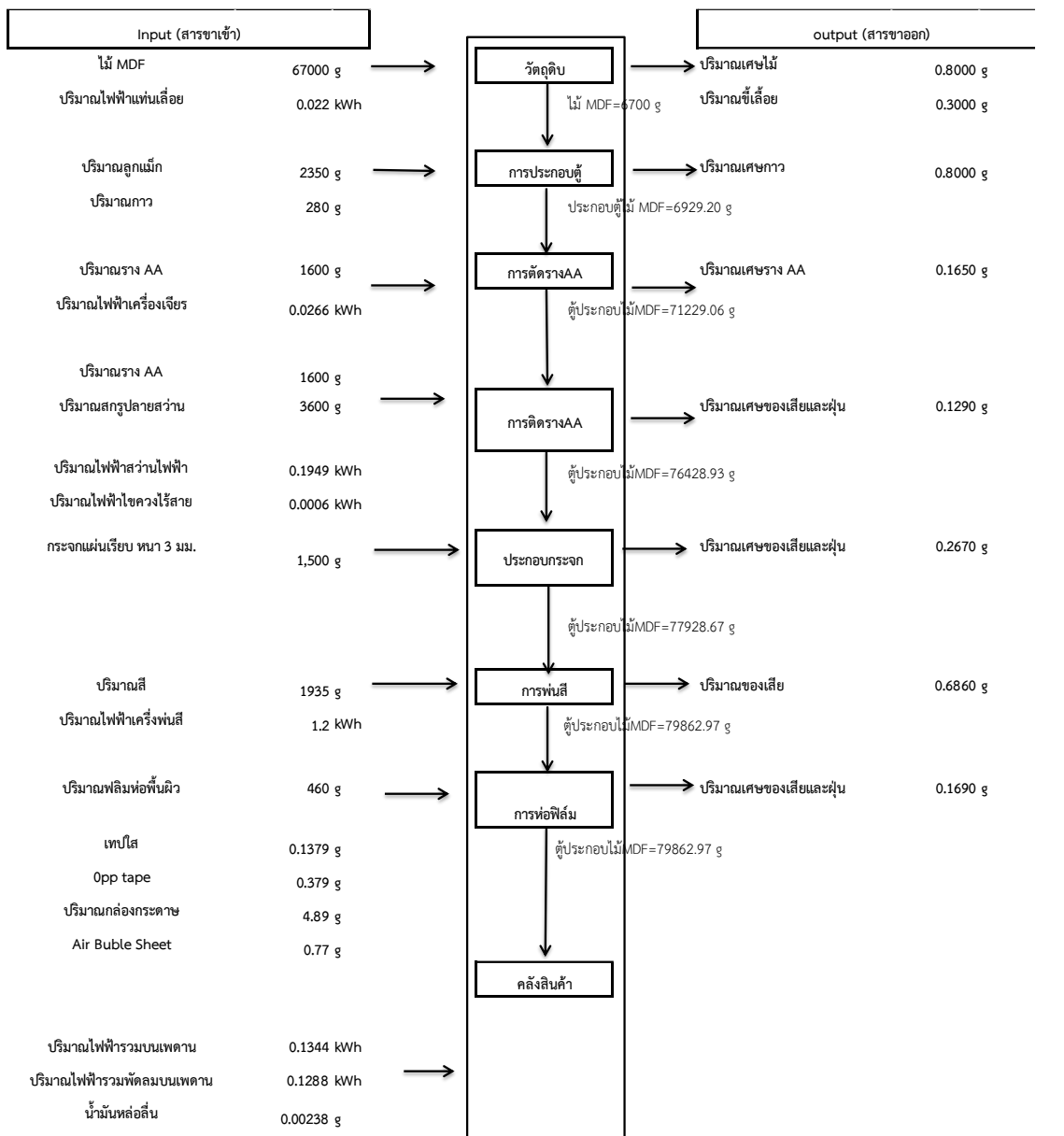
### 3.4 การตัดออก

เมื่อทำการศึกษากระบวนการผลิตใด ๆ แล้วพบว่า มีบางกระบวนการอยู่นอกเหนือวัตถุประสงค์ของการศึกษาหรือกระบวนการนั้นไม่มีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์เป้าหมายที่ทำการศึกษาหรือกระบวนการนั้น ๆ ไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ อาจนำหลักการตัดออกมาประยุกต์ใช้ คือ สมมติฐานทั่วไปของการตัดข้อ มูลจะต้องมีข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด สำหรับข้อมูลที่ขาดให้สามารถตัดออกได้ โดยข้อมูลที่ต้องตัดออกต้องมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่เกินร้อยละ 5 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทั้งระบบผลิตภัณฑ์ และเมื่อตัดออกแล้วให้ทำการเพิ่มสัดส่วน (scale up) ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบและสารขาออกรวมโดยใช้ฐานเท่ากับร้อยละ 100

### 3.5 การเก็บข้อมูลการจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม

การจัดทำบัญชีรายการทำให้ทราบถึงข้อมูลในแต่ละกระบวนการตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตามขอบเขตที่กำหนด โดยแสดงให้เห็นสารขาเข้าคือ วัตถุดิบที่ใช้ พลังงาน และสารขาออกจากกระบวนการ ทั้งที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการของเสียและมลพิษ ผลการเก็บข้อมูลการผลิตเฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้อัด (Medium Density Fiber Board: MDF) รวบรวมข้อมูลการใช้วัตถุดิบ การขนส่งวัตถุดิบ พลังงานและการกำจัดของเสียในกระบวนการผลิต และข้อมูลจากการวัดจริงในกระบวนการผลิต สามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลโดยใช้วิธีการสมดุลมวล (Mass Balance) และสมดุลพลังงาน (Balance Energy) เพื่อหาปริมาณการผลิตเฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้โชว์ 1 หน่วย สามารถแสดงได้ดัง ภาพที่ 2





ภาพที่ 2: แสดงแผนผังการสมดุลมวลสารและสมดุลพลังงาน  
ต่อการผลิตเฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้โชว์ 1 หน่วย

จากภาพที่ 2 แสดงแผนผังการสมดุลมวลสารและสมดุลพลังงานต่อการผลิตเฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้ 1 หน่วย พบว่าปริมาณสารขาเข้าทั้งหมด 78,731.1769 กรัม ปริมาณสารขาออกทั้งหมด คือ 3.3200 กรัม ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ทั้งหมด คือ 1.4441 Kwh ต่อการผลิตเฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้ (MFD) 1 ตู้/หน่วย

### 3.6 ขั้นตอนการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ในการคำนวณหาค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิต้องถูกแปลงให้อยู่ในรูปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF) ของประเภทวัตถุดิบ วัสดุ พลังงาน หรือของเสียกระบวนการนั้นๆ และบันทึกในรูปของปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2566) สามารถคำนวณได้จากสมการ (1) ดังต่อไปนี้

$$\text{สมการ Carbon Footprint (kg CO}_2\text{e/หน่วย)} = \text{Activity data} \times \text{EF} \quad (1)$$

โดยที่ Activity data คือ ข้อมูลกิจกรรมที่บ่งบอกถึงกิจกรรมการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะมากขึ้นอยู่กับผลผลิตจากกิจกรรมนั้น ๆ

EF คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดข้อมูลกิจกรรม (kg CO<sub>2</sub>e/หน่วย)

#### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

##### 1. การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

แบ่งการคำนวณเป็น 2 ส่วนคือการคำนวณการใช้วัตถุดิบ พลังงาน ทรัพยากร และการคำนวณการขนส่งวัตถุดิบ ดังตารางต่อไปนี้

##### 1.1 การคำนวณการใช้วัตถุดิบ พลังงาน ทรัพยากร แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการคำนวณการใช้วัตถุดิบ พลังงาน ทรัพยากร

| วัฏจักรชีวิต                                   | รายการ                | ข้อมูลด้านกิจกรรม (ปริมาณ/ หน่วย) | ค่า EF | GHGs    |
|--|-----------------------|-----------------------------------|--------|---------|
| การได้มาของ<br>วัตถุดิบใน<br>กระบวนการ<br>ผลิต | ไม้อัด MDF            | 67.000 Kg                         | 0.3841 | 25.7347 |
|  | ปริมาณลูกแม็ก         | 2.357 Kg                          | 2.7073 | 6.3811  |
|  | ปริมาณกาว             | 0.752 Kg                          | 0.963  | 0.7246  |
|  | ปริมาณราง AA          | 4.288 Kg                          | 2.76   | 11.8349 |
|  | ปริมาณสกรูปลายสว่าน   | 9.642 Kg                          | 1.76   | 16.9699 |
|  | ปริมาณสี              | 5.186 Kg                          | 6.74   | 34.9523 |
|  | ปริมาณฟิล์มห่อพื้นผิว | 1.233 Kg                          | 0.5751 | 0.7090  |
|  | ปริมาณเทปใส           | 0.237 Kg                          | 0.037  | 0.0088  |
|  | ปริมาณโอพีพีเทป       | 0.176 Kg                          | 0.51   | 0.0899  |
|  | กล่องกระดาษ           | 3.000 Kg                          | 2.93   | 8.7900  |
| พลาสติกกันกระแทก                               | 1.893 Kg              | 0.5751                            | 1.0889 |         |

| วัฏจักรชีวิต  | รายการ                    | ข้อมูลด้านกิจกรรม (ปริมาณ/ หน่วย) |     | ค่า EF | GHGs            |
|---|---------------------------|-----------------------------------|-----|--------|-----------------|
|   | น้ำมันหล่อลื่น            | 0.059                             | Kg  | 0.8319 | 0.0491          |
|   | กระดาษแผ่นเรียบ หนา 3 มม. | 1.500                             | Kg  | 1.271  | 1.9065          |
| การผลิต   | ไฟฟ้า                     | 4.575                             | Kwh | 0.6093 | 2.7874          |
| การจัดการ<br>ของเสียในการ<br>ผลิต                                       | ปริมาณเศษไม้              | 0.045                             | Kg  | 0.0000 | 0.0000          |
|   | ปริมาณขี้เลื่อย           | 0.000                             | Kg  | 0.0000 | 0.0000          |
|   | ปริมาณเศษกาว              | 0.002                             | Kg  | 0.0000 | 0.0000          |
|   | ปริมาณเศษราง AA           | 0.000                             | Kg  | 0.0000 | 0.0000          |
|   | ปริมาณเศษของเสียและฝุ่น   | 0.000                             | Kg  | 0.0000 | 0.0000          |
|   | ปริมาณของเสีย             | 0.002                             | Kg  | 0.0000 | 0.0000          |
|   | ปริมาณเศษของเสียและฝุ่น   | 0.000                             | Kg  | 0.0000 | 0.0000          |
| <b>คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (kgCO<sub>2</sub>e/หน่วยผลิตภัณฑ์)</b> |                           |                                   |     |        | <b>112.0270</b> |

จากตารางที่ 1 พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการได้มาซึ่งวัตถุดิบ ปัจจัยหลักที่มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ ปริมาณสี มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดเท่ากับ 34.952 Kg Co<sub>2</sub>e/หน่วยผลิตภัณฑ์ โดยผลรวมของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการได้มาซึ่งวัตถุดิบพลังงาน ทรัพยากร จากกระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้อัด (Medium Density Fiber Board : MDF) ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 112.027 Kg Co<sub>2</sub>e/หน่วยผลิตภัณฑ์

1.2 การคำนวณการขนส่งวัตถุดิบและการกำจัดของเสียจากกระบวนการผลิตแสดงผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการคำนวณการขนส่งวัตถุดิบและการกำจัดของเสียจากกระบวนการผลิต

| ช่วงวัฏจักรชีวิต                        | รายการ                | ข้อมูลด้านกิจกรรม (ปริมาณ/ตัน/หน่วย) | ระยะทาง (กิโลเมตร) | ค่า EF | GHGs   |
|---|-----------------------|--------------------------------------|--------------------|--------|--------|
| การขนส่งวัตถุดิบ<br>มายังโรงงาน<br>ขาไป | ไม้อัด MDF            | 0.0670                               | 20 km              | 0.0740 | 0.0050 |
|   | ปริมาณลูกแม็ก         | 0.0020                               | 5 km               | 0.1610 | 0.0004 |
|   | ปริมาณกาว             | 0.0010                               | 15 km              | 0.1610 | 0.0001 |
|   | ปริมาณราง AA          | 0.0040                               | 15 km              | 0.1610 | 0.0007 |
|   | ปริมาณสกรูปลายสว่าน   | 0.0100                               | 7 km               | 0.1610 | 0.0016 |
| การขนส่งวัตถุดิบ<br>มายังโรงงาน<br>ขาไป | ปริมาณสี              | 0.0050                               | 5 km               | 0.1610 | 0.0008 |
|   | ปริมาณฟิล์มห่อพื้นผิว | 0.0010                               | 5 km               | 0.1610 | 0.0002 |
|   | ไม้อัด MDF            | 0.0670                               | 20 km              | 0.0740 | 0.0050 |
|   | ปริมาณลูกแม็ก         | 0.0020                               | 5 km               | 0.1610 | 0.0004 |
|   | ปริมาณกาว             | 0.0010                               | 15 km              | 0.1610 | 0.0001 |

| ช่วงวัฏจักรชีวิต   | รายการ                                    | ข้อมูลด้านกิจกรรม<br>(ปริมาณ/ตัน/หน่วย) | ระยะทาง<br>(กิโลเมตร) | ค่า EF | GHGs   |
|--|---|---|-----------------------|--------|--------|
|  | ปริมาณราง AA                              | 0.0040                                  | 15 km                 | 0.1610 | 0.0007 |
|  | ปริมาณสกรูปลายสว่าน                       | 0.0100                                  | 7 km                  | 0.1610 | 0.0016 |
|  | ปริมาณสี                                  | 0.0050                                  | 5 km                  | 0.1610 | 0.0008 |
|  | ปริมาณฟิล์มห่อพื้นผิว                     | 0.0010                                  | 5 km                  | 0.1610 | 0.0002 |
|  | ปริมาณเทปใส                               | 0.0000                                  | 5 km                  | 0.1610 | 0.0000 |
|  | ปริมาณโอพีพีเทป                           | 0.0000                                  | 5 km                  | 0.1610 | 0.0000 |
|  | กล่องกระดาษ                               | 0.0030                                  | 12 km                 | 0.1610 | 0.0005 |
|  | พลาสติกกันกระแทก                          | 0.0020                                  | 5 km                  | 0.1610 | 0.0003 |
|  | น้ำมันหล่อลื่น                            | 0.0000                                  | 7 km                  | 0.1610 | 0.0000 |
|  | กระดาษแผ่นเรียบ หนา 3 มม.                 | 0.0020                                  | 14 km                 | 0.1610 | 0.0002 |
|  | การขนส่งวัตถุดิบ<br>มายังโรงงาน<br>ขากลับ | ไม้อัด MDF                              | 0.0670                | 20 km  | 0.4240 |
| ปริมาณลูกแม็ก  |   | 0.0020                                  | 5 km                  | 0.3110 | 0.0007 |
| ปริมาณกาว  |   | 0.0010                                  | 15 km                 | 0.3110 | 0.0002 |
| ปริมาณราง AA   |   | 0.0040                                  | 15 km                 | 0.3110 | 0.0013 |
| ปริมาณสกรูปลายสว่าน  |   | 0.0100                                  | 7 km                  | 0.3110 | 0.0030 |
| ปริมาณสี   |   | 0.0050                                  | 5 km                  | 0.3110 | 0.0016 |
| ปริมาณฟิล์มห่อพื้นผิว  |   | 0.0010                                  | 5 km                  | 0.3110 | 0.0004 |
| ปริมาณเทปใส  |   | 0.0000                                  | 5 km                  | 0.3110 | 0.0001 |
| ปริมาณโอพีพีเทป  |   | 0.0000                                  | 5 km                  | 0.3110 | 0.0001 |
| กล่องกระดาษ  |   | 0.0030                                  | 12 km                 | 0.3110 | 0.0009 |
| พลาสติกกันกระแทก   |   | 0.0020                                  | 5 km                  | 0.3110 | 0.0006 |
| น้ำมันหล่อลื่น   |   | 0.0000                                  | 7 km                  | 0.3110 | 0.0000 |
| กระดาษแผ่นเรียบ หนา 3 มม.  |   | 0.0020                                  | 14 km                 | 0.3110 | 0.0005 |
| การขนส่งของเสีย<br>จากกระบวนการ<br>ผลิตไปกำจัด                       |   | ปริมาณเศษไม้ (ขาไป-กลับ)                | 0.001                 | 20 km  | 0      |
|  | ปริมาณขี้เลื่อย (ขาไป-กลับ)               | 0.000                                   | 20 km                 | 0      | 0      |
|  | ปริมาณเศษกาว (ขาไป-กลับ)                  | 0.001                                   | 4 km                  | 0      | 0      |
|  | ปริมาณเศษราง AA<br>(ขาไป-กลับ)            | 0.000                                   | 17 km                 | 0      | 0      |
|  | ปริมาณเศษของเสียและฝุ่น<br>(ขาไป-กลับ)    | 0.000                                   | 4 km                  | 0      | 0      |
|  | ปริมาณของเสีย (ขาไป-กลับ)                 | 0.001                                   | 4 km                  | 0      | 0      |
|  | ปริมาณเศษของเสียและฝุ่น<br>(ขาไป-กลับ)    | 0.000                                   | 4 km                  | 0      | 0      |
| คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (kg CO <sub>2</sub> e/ หน่วยผลิตภัณฑ์) |   |   |                       | 0.0478 |        |

จากตารางที่ 2 พบว่า ปัจจัยที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ ปัจจัยด้านการขนส่งวัตถุดิบมายังบริษัทกรณีศึกษารายการการขนส่งไม้อัด (Medium Density Fiber Board: MDF) มาสถานที่ระยะทาง 20 กิโลเมตร ใช้ยานพาหนะรถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดเล็กบรรทุกสูงสุด 8.5 ตัน วิ่งแบบสมบุกสมบัน 100% Loading ในการนำส่งวัตถุดิบมายังบริษัทกรณีศึกษา โดยปลดปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.0050 Kg Co<sub>2</sub>e/หน่วยผลิตภัณฑ์ โดยผลรวมของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งวัตถุดิบและการกำจัดของเสียจากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 0.0478 Kg Co<sub>2</sub>e/หน่วยผลิตภัณฑ์

### 1.3 การกำจัดของเสียจากกระบวนการผลิต แสดงผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลการกำจัดของเสียจากกระบวนการผลิต

| ชื่อขยะ   | วิธีการกำจัด                    | สถานที่ส่งกำจัด  |
|-----------|---------------------------------|------------------|
| เศษไม้    | ขายเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่         | จ.สมุทรปราการ    |
| ขี้เลื่อย | ขายเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่         | จ.สมุทรปราการ    |
| เศษกาว    | กำจัดโดยกระบวนการของผู้รับกำจัด | จ.กรุงเทพมหานคร  |
| เศษเหล็ก  | ขายเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่         | จ.สมุทรปราการ    |
| เศษฝุ่น   | กำจัดโดยเครื่องกำจัดฝุ่น        | จ. กรุงเทพมหานคร |

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้ประกอบการกรณีศึกษา ไม่ได้ทำการกำจัดของเสียจากกระบวนการผลิตด้วยตัวเอง เป็นการให้ผู้ประกอบการรายอื่น ผู้วิจัยจึงไม่รวมการประเมินผลกระทบในขั้นตอนการจัดการซากหรือของเสียที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาคำนวณปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

### สรุปผล

จากการผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่งวัตถุดิบ การผลิต และการจัดการของเสียจากกระบวนการผลิตตามตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 คำนวณได้ว่าผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ตู้ไม้โชว์ 1 ตู้ สามารถแสดงรายละเอียดดัง ตารางที่ 4 ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 4:** ผลการสรุปปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ไม้โซว

| ช่วงวัฏจักรชีวิต     | การใช้วัตถุดิบ พลังงานและ<br>ทรัพยากร (Kg Co <sub>2</sub> -eq) | การขนส่งวัตถุดิบ พลังงาน<br>และทรัพยากร (Kg Co <sub>2</sub> -eq) | รวม<br>(Kg Co <sub>2</sub> -eq) | สัดส่วน<br>ร้อยละ |
|----------------------|--|--|---------------------------------|-------------------|
| การได้มาซึ่งวัตถุดิบ | 109.2400   | 0.0477   | 109.2870                        | 97.512            |
| กระบวนการผลิต        | 2.7870   | 0.0000   | 2.7870                          | 2.487             |
| <b>รวม</b>           | <b>112.0270</b>  | <b>0.0477</b>  | <b>112.074</b>                  | <b>100.000</b>    |

จากตารางที่ 4 สามารถสรุปได้ว่าการผลิต ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ไม้โซว มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ 112.074 โดยมีกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มากที่สุดคือ กิจกรรมการได้มาซึ่งวัตถุดิบ โดยปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ 109.240 Kg Co<sub>2</sub>e คิดเป็น 97.512% ในส่วนของกิจกรรมกระบวนการผลิต โดยปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ 2.787 Kg Co<sub>2</sub>e คิดเป็น 2.487%

**แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ไม้โซว**

ผลการศึกษาแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจก พบว่า หากใช้แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะเป็แนวทางองค์กรจะดำเนินการหรือมีความเป็นไปได้สูงที่จะดำเนินการในระยะ 5 ปีจะสามารถลดการปล่อยได้สูงสุดไม่เกินร้อยละ 50.53 โดยใช้ปี 2562 เป็นปีฐานที่องค์กรเริ่มดำเนินการ เมื่อทำการประยุกต์ใช้เครื่องมือบ้านคุณภาพ (The House of Quality) เพื่อทำการหาแนวทางขององค์กรในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ไม้โซว ผลของการวิจัยพบว่าเรื่องการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ มีความสนใจมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 23.07 และรองลงมาคือการเปลี่ยนทดแทนวัสดุที่ใช้ในการผลิต คิดเป็นร้อยละ 15.03 ตามลำดับ เป็นต้น

**ข้อเสนอแนะ**

1. เนื่องจากกระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบขึ้น เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ผู้ผลิตอาจมีการรวมกลุ่มกับผู้ค้าหรืออาจใช้วิธีการลดการใช้วัตถุดิบบางส่วนและหาวัตถุดิบใกล้เคียงที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน แต่ก่อให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า
2. ควรณรงค์สร้างความตระหนักรู้ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต ตลอดจนห่วงโซ่อุปทานเพื่อก่อให้เกิดความร่วมมือร่วมใจในการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วยความสมัครใจรวมถึงสังคมนาซึ่งจะก่อให้เกิดเป็น การขับเคลื่อนการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์ต่อไป ในอนาคต
3. ควรมีการสนับสนุนในด้านการปลูกต้นไม้ให้ครอบคลุมทุกหน่วยงานเพื่อได้ใช้ประโยชน์สูงสุด

## เอกสารอ้างอิง

- บริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุน ยูโอบี (ประเทศไทย) จำกัด. (2556). ภาษีคาร์บอน 'Carbon Tax' ระเบียบการค้าของโลกยุคใหม่ (ยูโอบีออนไลน์). <https://www.uobam.co.th/th/publication/download/305>
- ภัทรานิษฐ์ ปริญากุลเสถียร. (2563). การประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (ทุนอุดหนุนการวิจัยสถาบันจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี). <http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/handle/123456789/8350>
- สถาบันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2566). ความรู้เบื้องต้นการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (อบก. ออนไลน์). <https://km.fti.or.th/wp-content/uploads/2023/05/การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์-Carbon-Footprint-of-Products-CFP.pdf>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2562). แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (อบก.ออนไลน์). <https://www.tgo.or.th/2023/index.php/th/post/แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์-665>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2566). ค่า Emission Factor (อบก.ออนไลน์). <https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/tools/files.php?mod=Y0hKdlpIVmpkSE5mWlcxcGMzTnBiMjQ9&type=WDBaSlRFVIQ&files=Tnc9PQ>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2566). บริษัทและผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (อบก.ออนไลน์). <https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpIVmpkSE5mWVhCd2NtOTJZV3c9>

การพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ  
DEVELOPING A GAME TO PROMOTE UNDERSTANDING IN RSA ENCRYPTION  
AND DECRYPTION

พรรณเชษฐ ณ ลำพูน<sup>1\*</sup> ชนะภณ จันทรเกษม<sup>2</sup> สิโรตม์ ทุงทะเล<sup>3</sup>  
ลาดากมล แถบทอง<sup>4</sup> และพัชรภา อินทพรต<sup>5</sup>

Phannachet Na Lamphun<sup>1\*</sup>, Shanapon Chankasem<sup>2</sup>, Sirot Thungtale<sup>3</sup>  
Ladakamol Thaeptong<sup>4</sup>, and Patchrapa Intaprot<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์  
<sup>5</sup>สำนักการศึกษาทั่วไป สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

<sup>1,2,3,4</sup>Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

<sup>5</sup>The Office of General Education, Panyapiwat Institute of Management

\*Corresponding Author, E-mail: phannachetnal@pim.ac.th

### บทคัดย่อ

วิทยาการการเข้ารหัสข้อมูลแบบอาร์เอสเอ (RSA: Rivest Shamir Adleman) เป็นการเข้ารหัสที่มีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องด้วยวิธีการเข้ารหัสมีความซับซ้อนซึ่งอาจส่งผลให้ผู้เรียนยากต่อการทำความเข้าใจในเนื้อหา และการสอนผ่านการบรรยายอาจไม่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ การวิจัยนี้เพื่อพัฒนาสื่อประกอบการเรียนด้วยเกมในหัวข้อการเข้ารหัสข้อมูลแบบอาร์เอสเอ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ส่งเสริมความเข้าใจในการเข้ารหัส และสามารถทดลองใช้การเข้ารหัส กลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยนี้ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ จำนวน 30 คน ที่เรียนในรายวิชาความมั่นคงของเทคโนโลยีสารสนเทศ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินทางด้านเนื้อหาและการสื่อสารมีค่าเฉลี่ยที่ 4.50 อยู่ในระดับมากที่สุด ผลการทดสอบหลังเรียนอยู่ที่ 3.94 อยู่ในระดับมาก และระดับความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ที่ 3.96 จัดอยู่ในระดับมาก ผลประเมินแสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้ผ่านเกมกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและสามารถนำความรู้มาทดลองใช้ผ่านเกมได้

**คำสำคัญ:** การเรียนรู้ผ่านเกม การพัฒนาเกม การกระตุ้นผู้เรียน การเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ



## ABSTRACT

The study aimed to develop instructional media using games in the topic of RSA (Rivest Shamir Adleman) encryption to stimulate interest, promote understanding, and enable experimentation with encryption. The target group consisted of 30 third-year students majoring in Digital Technology and Information Technology Security. The research results indicated that the content and communication assessment scores averaged 4.5, which is the highest level. The post-learning test scored 3.94, also at a high level, and the level of satisfaction among the students was 3.96, considered high. The evaluation results showed that learning through games stimulated student interest and enabled them to apply knowledge through gameplay.

**Keywords:** Game Based Learning, Game Development, Stimulating Learners, RSA Encryption and Decryption

## บทนำ

ความปลอดภัยของข้อมูลนับว่าเป็นสิ่งสำคัญในยุคปัจจุบันที่มีการรับส่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการรับส่งข้อมูลผ่านระบบไร้สาย และมีเทคโนโลยีการจับสัญญาณที่พัฒนาขึ้นอย่างมาก ทำให้อาจส่งผลเสียต่อเจ้าของข้อมูลถ้ามีผู้ไม่ประสงค์ดีดักจับและนำข้อมูลนั้นไปใช้ แนวทางการจัดการที่ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลาย คือ การเข้ารหัสข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่จะป้องกันมาทำการเข้ารหัสลับโดยใช้อัลกอริทึมเข้ารหัสก่อนเพื่อรักษาความปลอดภัย ก่อนที่จะดำเนินการส่งข้อมูลนั้นไปยังผู้รับผ่านระบบเครือข่าย เมื่อระบบได้รับข้อมูลจะดำเนินการถอดรหัสเพื่อสามารถเข้าถึงข้อมูลต้นฉบับ วิทยาการเข้ารหัสลับสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ การเข้ารหัสแบบสมมาตรและอสมมาตร ซึ่งการเข้ารหัสแบบอสมมาตรจัดได้ว่าเป็นการเข้ารหัสที่มีความปลอดภัยที่สูงกว่าการเข้ารหัสแบบสมมาตร หนึ่งในอัลกอริทึมที่ได้รับการยอมรับสำหรับการเข้ารหัสแบบอสมมาตร ได้แก่ การเข้ารหัสแบบอาร์เอสเอ (RSA: Rivest Shamir Adleman) โดยได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการรักษาความปลอดภัยในหลายด้าน เช่น การแลกเปลี่ยนข้อมูลของสื่อสังคมออนไลน์ หรือ การทำธุรกรรมออนไลน์

แม้ว่าเข้ารหัสแบบอาร์เอสเอจะถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย แต่ด้วยเนื้อหาที่ซับซ้อนและอาจยากต่อการทำความเข้าใจหรือทดลองใช้อัลกอริทึมของการเข้ารหัสและถอดรหัส แม้ว่าปัจจุบันจะมีสื่อการเรียนการสอนที่ให้ความรู้มากมาย แต่สื่อดังกล่าวอาจไม่กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและสนุกกับการเรียน และด้วยการเข้ารหัสแบบอาร์เอสเอมีการประยุกต์ใช้เลขคณิตมอดุลาร์มาใช้ในการคำนวณ (modular arithmetic) ซึ่งถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาอาจส่งผลให้ไม่สามารถประยุกต์ใช้การเข้ารหัสแบบอาร์เอสเอได้

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาเกมในรูปแบบสามมิติเพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ โดยได้นำความรู้การเข้ารหัสและการถอดรหัสรูปแบบอาร์เอสเอที่เข้าใจยากมาสื่อสารผ่านทางเกม อีกทั้งผู้เรียนสามารถทดลองเข้ารหัสและถอดรหัส โดยผู้เรียนจะสวมบทบาทเป็นนักเรียนที่ติดอยู่ภายในโรงเรียนและเอาชีวิตรอดโดยใช้หลักการถอดรหัส ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ความรู้ สนุกกับการเรียน เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจกับการเรียนมากขึ้น รวมทั้งได้รับประสบการณ์และความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการเข้ารหัสผ่านแบบอาร์เอสเอ ผ่านการเล่นเกม

## บททวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวข้องกับกระบวนการเข้ารหัส ขั้นตอนการพัฒนาเกม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาแนวทางในการพัฒนาเกม โดยมีประเด็นการค้นคว้าดังต่อไปนี้

### วิทยาการเข้ารหัสลับ

วิทยาการเข้ารหัสลับข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ 1) การเข้ารหัสแบบสมมาตร (Symmetric encryption) เป็นการเข้ารหัสและถอดรหัสโดยใช้กุญแจเดียวกัน มีอยู่ด้วยกันหลายอัลกอริทึม การนำอัลกอริทึมแต่ละชนิดไปใช้งานต้องดูความเหมาะสมเพราะแต่ละอัลกอริทึมมีข้อดีและข้อเสียที่ต่างกัน ซึ่งอัลกอริทึมแบบสมมาตรที่ได้รับความนิยม เช่น ดีอีเอส (DES) และ เออีเอส (AES) 2) การเข้ารหัสแบบอสมมาตร (Asymmetric encryption) ผู้ใช้ 1 คนจะมีกุญแจด้วยกันอยู่ 2 ตัว คือ กุญแจสาธารณะ (Public key) กับกุญแจส่วนตัว (Private key) ซึ่งกุญแจสาธารณะจะใช้สำหรับเข้ารหัส ส่วนกุญแจส่วนตัวจะใช้สำหรับการถอดรหัส จะเห็นได้ว่า การเข้ารหัสแบบอสมมาตรจะใช้กุญแจ 2 ตัว ซึ่งต่างจากการเข้ารหัสแบบสมมาตรที่ใช้กุญแจเพียง 1 ตัวในการเข้ารหัสและถอดรหัส คือ ซีเคร็ทคีย์ (secret key) ทำให้การเข้ารหัสแบบอสมมาตรมีข้อได้เปรียบด้านการบริหารจัดการคีย์ที่ดีกว่าและมีความปลอดภัยมากกว่า สำหรับอัลกอริทึมการเข้ารหัสแบบอสมมาตรมีอยู่หลายชนิดแต่ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ Rivest-Shamir-Adleman (RSA) ซึ่งจะใช้ความรู้เรื่องเลขคณิตมอดูลาร์เข้ามาช่วยในการคำนวณ (modular arithmetic) ทำให้มีความปลอดภัยที่สูงและมีความยืดหยุ่น (พรคักดี ปริเลขา, 2565)

### ทฤษฎีหลักการออกแบบเกม

การออกแบบและพัฒนาเกมมีความคิดมาจากการที่ผู้พัฒนาเกมเกิดความคิดสร้างสรรค์เกม ที่คิดวิเคราะห์ถึงความต้องการของผู้เล่น ว่าผู้เล่นส่วนมากจะชอบเล่นเกมแนวไหน โดยนำแนวคิดในการออกแบบเกมมาใช้ในการพัฒนาเกมของตนเอง ประกอบด้วย การออกแบบจากนวัตกรรม การออกแบบจากความคิดสร้างสรรค์ การออกแบบจากการเลียนแบบ การออกแบบจากเรื่องราวหรือเนื้อหาของเกม การออกแบบตามความต้องการ การออกแบบจากข้อจำกัด

เกมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การแบ่งตามการแสดงผลของเกม เช่นเกม 2 มิติ เกม 3 มิติ และการแบ่งตามวิธีการเล่นของเกม เช่น เกมสวมบทบาท เกมผจญภัย ผลการวิจัยพบว่า เกมเป็นผลมาจาก

ความคิดสร้างสรรค์ การออกแบบ การก้าวหน้าของเทคโนโลยี ซึ่งต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ และความสามารถของผู้พัฒนาประกอบกัน เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เล่น ซึ่งจะทำให้เกิดความผ่อนคลาย ความบันเทิง และทักษะในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ในเกม หากเราออกแบบเกมออกมาได้ดีจะทำให้มีผู้เล่นสนใจมาก จึงทำให้เราสามารถสร้างรายได้จากการออกแบบและพัฒนาเกมได้ (พงษ์พิพัฒน์ สายทอง และคณะ, 2565)

### **การพัฒนาเกมสยองขวัญตามระดับความกลัว**

การวิจัยนี้เพื่อพัฒนาเกมสยองขวัญตามระดับความกลัวด้วย Blueprint ของโปรแกรม โดยผู้เล่นออกสำรวจพื้นที่ภายในด่านที่ออกแบบตามระดับความกลัวที่แตกต่างกัน เพื่อแก้ไขปริศนา และรวบรวมไอเทม โดยมีวัตถุประสงค์ทำให้ทราบถึงองค์ประกอบการออกแบบเกม สร้างความบันเทิงให้กับผู้เล่นโดยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย โดยมีการสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ โดยแบ่งระดับความกลัวออกเป็น 10 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 พื้นที่ปลอดภัย ระดับ 2-4 เสียงประกอบที่ไม่ทราบแหล่งที่มา รอยเลือด วัตถุ ระดับ 5-6 เสียงผีเท้าเดินตามผู้เล่น การปรากฏตัวของวัตถุอย่างรวดเร็ว ระดับ 7-8 การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม การปรากฏตัวของวัตถุที่เพิ่มความรุนแรง ระดับ 9 เจอศัตรู และระดับ 10 การถูกจับหรือโดนโจมตี ผลการวิจัยพบว่า การใช้เสียงประกอบช่วยเสริมอารมณ์ผู้เล่นที่มีต่อเกม วัตถุที่ปรากฏภายในเกมช่วยเสริมบรรยากาศ (ศักดิ์รินทร์ ศรีตระกูล และคณะ, 2566)

### **เกมดิจิทัลอวกาศ**

วิจัยนี้ได้พัฒนาเกมดิจิทัลอวกาศโดยมีการจำลองเหตุการณ์ภายในเนื้อเรื่องเกี่ยวกับการระบาดของไวรัสภารกิจหลักของผู้เล่น คือ การโจมตีและหลบหลีกอุปสรรคต่าง ๆ ซึ่งผู้เล่นสามารถควบคุมตัวละครได้ เช่น เดินซ้าย เดินขวา กระโดดและโจมตี ซึ่งผู้เล่นจะมีหลอดเลือดทั้งหมด 3 ชีวิต และมีจุดเช็คพอยต์ ในการพัฒนาเกมในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ ประกอบไปด้วย 1. โปรแกรมยูนิตีโฟโต้ชอป 2. โปรแกรมเอฟเฟลสตุดีโอ และ 3. โปรแกรมอินโนเซตอัพ ผลวิจัยพบว่า การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเกมแนว 2 Side Scrolling Games ที่มีตัวละครหลักชื่อว่า โยชิโนะ ฮิคาริ (Yoshino Hikari) และตัวละครศัตรูชื่อว่า เฮ็ดแมนมอนสเตอร์ (Head man Monster) และโกสบอม มอนสเตอร์ (Ghost Bomb Monster) โดยใช้เครื่องมือ Unity เป็นเครื่องมือในการสร้างเกม โดยเกมนี้มีรูปแบบการเคลื่อนไหวของตัวละคร การตายของตัวละคร และการโจมตีของตัวละคร ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการออกแบบเกมและสร้างประสบการณ์ในการเล่นเกมที่มีความสุขสนุกสนานและท้าทายสูงขึ้นไป (นันทพงศ์ อัจฉริยวิเศษ, 2562)

### **การประยุกต์ใช้เกมพีเคเอ็นในวิชาการจัดการโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศ**

การเรียนรู้ผ่านเกมเป็นเทคนิคการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้เกมเป็นสื่อสนับสนุนในการเรียน ซึ่งผู้เรียนจะได้รับความสนุกสนานในการเรียนและได้รับความรู้ในเวลาเดียวกัน ประเด็นสำคัญในการนำการเรียนรู้ผ่านเกมไปใช้ คือ ความเหมาะสมของรูปแบบเกมต่อเนื้อหาวิชา เนื่องจากเกมทั่วไปถูกพัฒนาขึ้นเพื่อความสนุกสนาน หรือการแข่งขัน แต่ตัวเกมไม่ได้ถูกพัฒนามาใช้สำหรับการเรียนการสอนโดยตรงทำให้ผู้เรียนไม่

เข้าใจเนื้อหา ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้ ดังนั้นการเรียนรู้รายวิชาผ่านการเกมจะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ สร้างความน่าสนใจ กระตุ้นการมีส่วนร่วม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง (พรรณเชษฐ ญ ลำพูน, 2560)

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ
2. เพื่อใช้เป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ในรายวิชาความมั่นคงของเทคโนโลยีสารสนเทศ

### วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานตามการออกแบบ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

#### การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาการเข้ารหัสลับ หลักการพัฒนาเกม เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา นอกจากนี้ยังได้ศึกษาระบบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเกมเพื่อเปรียบเทียบจุดเด่น จุดด้อยในแต่ละระบบ นำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัส โดยกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต การออกแบบ เครื่องมือ รวมถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

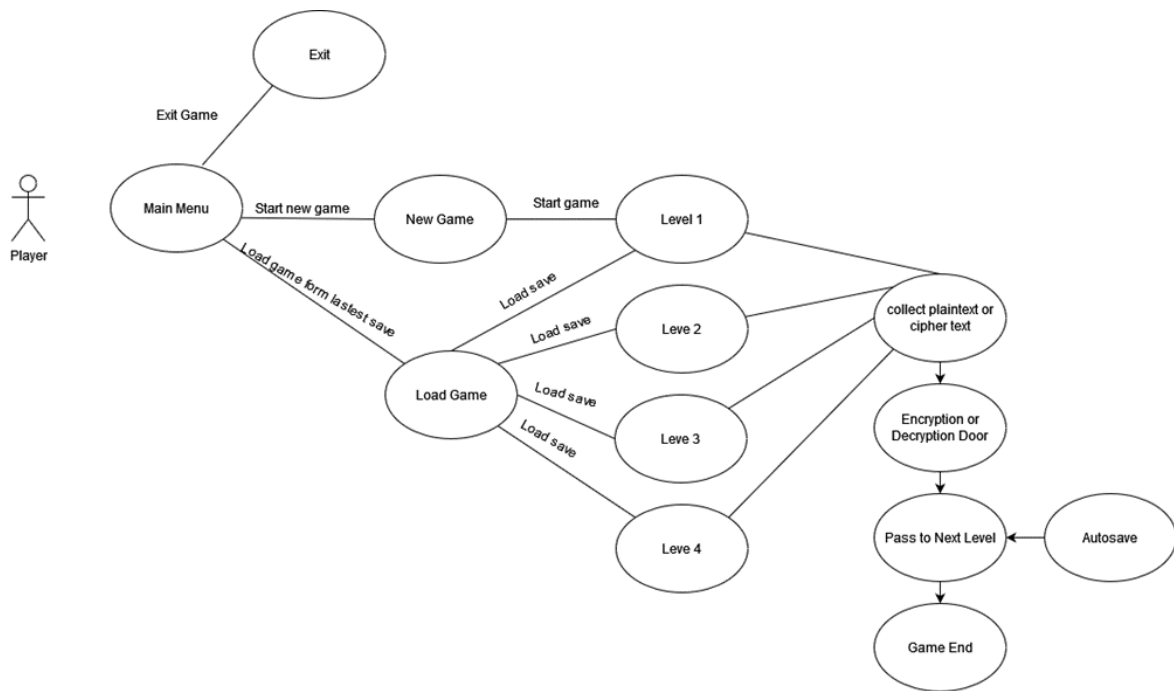
#### ขอบเขตงานวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ ดังต่อไปนี้

1. พัฒนาเกมส่งเสริมการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการ windows
2. เนื้อหาในเกมจะให้ข้อมูลการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบไม่สมมาตรโดยใช้อัลกอริทึมอาร์เอสเอ
3. ประกอบด้วยทั้งหมด 4 ด้าน ใช้เวลาในการผ่านด่านไม่เกิน 30 นาที

#### การศึกษาและวิเคราะห์ระบบ

การพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ เริ่มจาก ผู้ใช้งานเข้ามาหน้าแรกจะพบกับ Main Menu ซึ่งจะประกอบด้วย Start, Option, Exit เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่เกม จะเริ่มต้นด้วยด่านที่ 1 ผู้ใช้งานทำภารกิจตามเงื่อนไขของแต่ละด่านได้สำเร็จ ซึ่งประกอบไปด้วย การเก็บ plain text นำมาเข้ารหัสและถอดรหัสจนทำภารกิจสำเร็จหลังจากนั้นจะทำการบันทึกความคืบหน้าของเกม และไปด่านถัดไปจนจบเกม ดังแสดงตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1: Use Case Diagram เกมเพื่อส่งเสริมความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัส

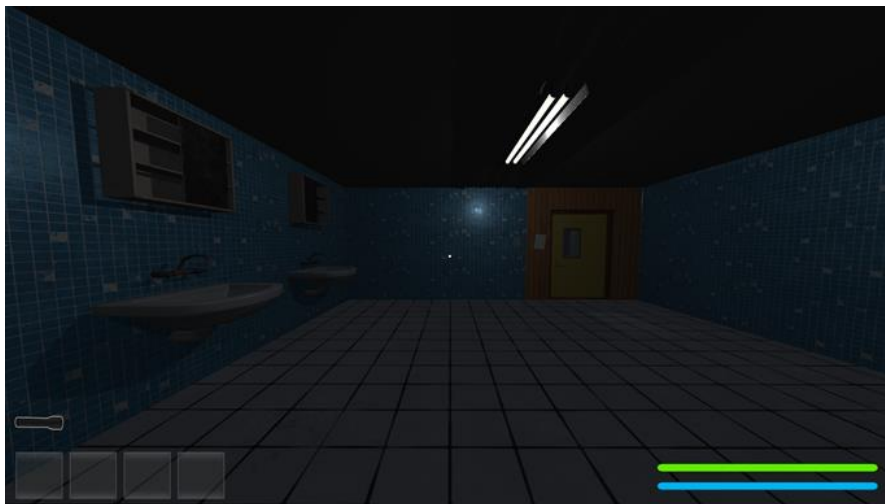
### การออกแบบและพัฒนาระบบ

การพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินงานตามกรอบของการออกแบบเกมดิจิทัล (พงษ์พิพัฒน์ สายทอง และคณะ , 2564) และใช้โปรแกรม Unity, โปรแกรม Blender และ โปรแกรม Visual Studio Code โดยเริ่มจาก Unity ใช้ในการสร้างด่านและระบบภายในเกม Blender ใช้ในการปั้นโมเดลตัวละครและตัวศัตรู และ Visual Studio Code ในการเขียนสคริปต์ภายในเกมเมื่อเริ่มเกมจะแสดงหน้าจอ “Main Menu” โดยผู้เล่นสามารถเลือกตัวเลือกได้ 4 ข้อ ดังนี้ “Start Game” ใช้เพื่อเริ่มเกม, “Option” ตั้งค่าภายในเกม, “Extra” เลือกด่าน, “Quit” ออกจากเกม ดังแสดงตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2: หน้า Main Menu

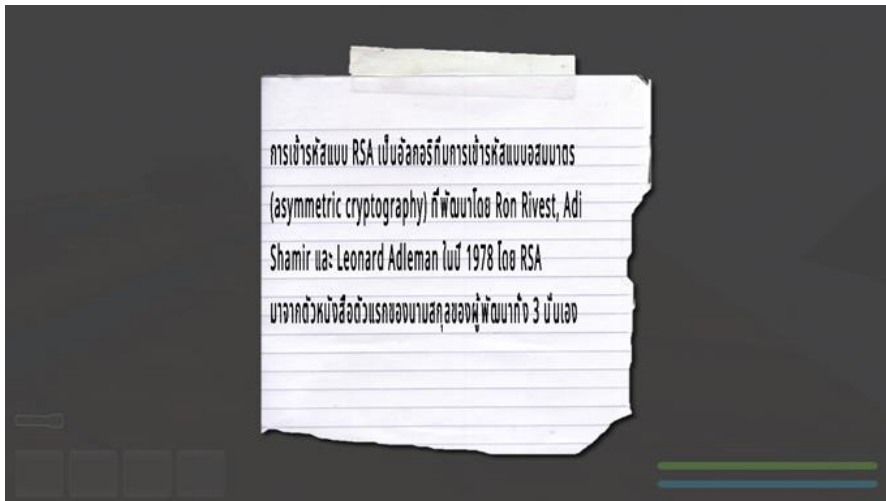
เมื่อผู้เล่นเลือกเริ่มเกมจะเข้าสู่บรรยากาศห้องน้ำในโรงเรียน โดยผู้เล่นจะมองเห็นระบบเลือดสีเขียว, ระบบความเหนื่อยสีฟ้า, ช่องสำหรับเก็บสิ่งของ (Item) ภายในเกม และระบบหน้าผู้ใช้งาน (User Interface) ภายในเกมสามารถเปิดไฟฉายโดยการกดปุ่ม F เพื่อเพิ่มวิสัยทัศน์ของผู้เล่น ดังแสดงตามภาพที่ 3



ภาพที่ 3: บรรยากาศภายในเกม

เมื่อผู้เล่นออกมาจากห้องน้ำและเข้าห้องเรียนที่อยู่ภายในด่าน ผู้เล่นจะสามารถพบกระดาดตามจุดต่าง ๆ ของด่านเมื่อเก็บกระดาดคำใบ้มาอ่านผู้เล่นจะต้องจดจำคำใบ้เพื่อแก้ไขปริศนาภายในเกม โดยคำใบ้จะบอกรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ ดังแสดงตามภาพที่ 4





ภาพที่ 4: แสดงกระดาษเพื่อบอกใบ้ผู้เล่นภายในเกม

เมื่อผู้เล่นทำการสำรวจภายในด่านจะมีโอกาสที่ผู้เล่นจะพบเจอกับศัตรูซึ่งผู้เล่นจะต้องหลบหลีกการโจมตีของศัตรู กรณีที่โดนศัตรูโจมตีจะทำให้แถบเลือดสีเขียวบริเวณขวาล่างของจอลดลง ดังแสดงตามภาพที่ 5



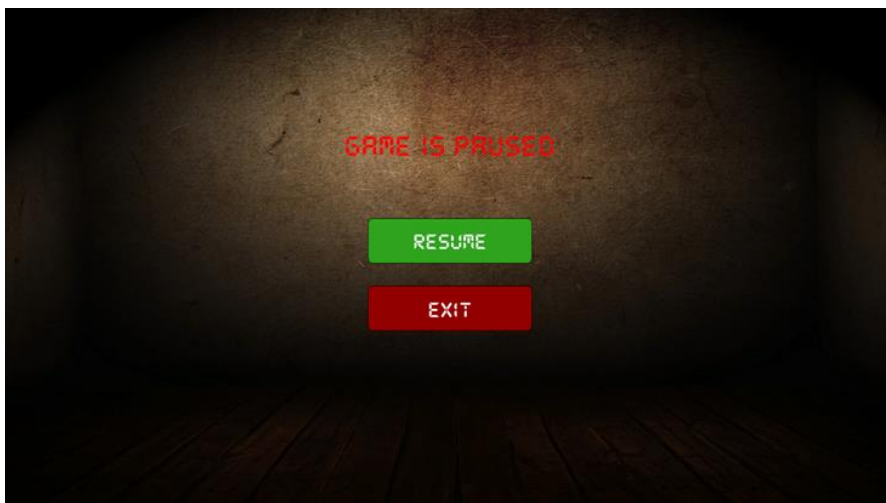
ภาพที่ 5: ศัตรูที่ผู้เล่นพบเจอภายในเกม

ในกรณีที่ผู้เล่นโดนโจมตีจนหลอดเลือดหมด ตัวละครของผู้เล่นจะแสดงหน้าจอ “You Died ” ซึ่งหมายถึงตัวละครผู้เล่นได้เสียชีวิต โดยภายในหน้าจอผู้เล่นสามารถเลือกตัวเลือกได้ 3 ข้อดังนี้ “Restart ” สามารถเริ่มเกมใหม่, “Main Menu ” จะกลับไปสู่หน้าแรกของเกม และ “Exit ” จะออกจากเกม ดังแสดงตามภาพที่ 6



ภาพที่ 6: หน้า Game Over

ผู้เล่นสามารถหยุดเกมได้โดยการกดปุ่ม Esc เมื่อหยุดเกมจะแสดงหน้าจอ “Game Is Paused” ภายในหน้าจอผู้เล่นสามารถเลือกตัวเลือกได้ 2 ข้อ คือ “Resume” เพื่อทำการเล่นเกมต่อ และ “Exit” เป็นการออกจากเกม ดังแสดงตามภาพที่ 7

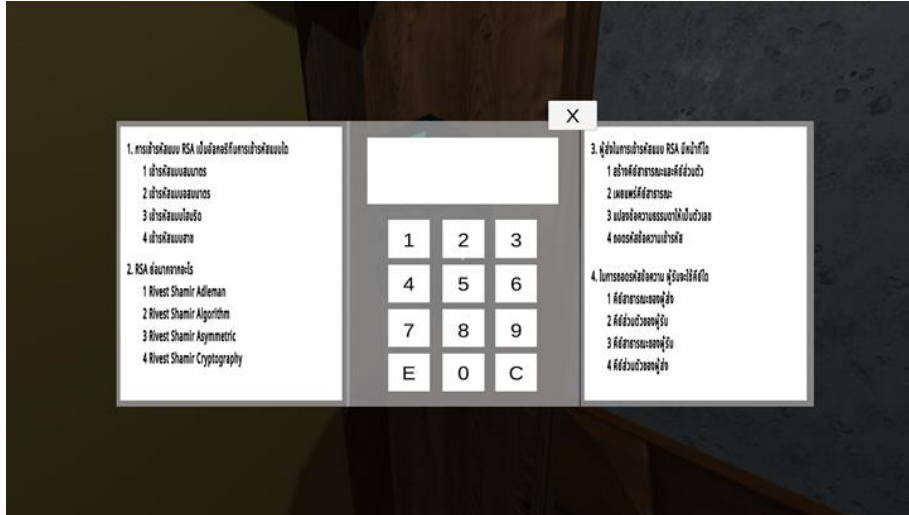


ภาพที่ 7: หน้าหยุดเกม

กรณีที่ผู้เล่นรอดชีวิตจากศัตรู จะต้องอ่านคำใบ้ภายในด่านจนมาถึงประตูที่ใช้ในการผ่านด่าน ผู้เล่นจะพบแป้นพิมพ์สำหรับกรอกข้อมูลเพื่อแก้ไขปริศนา โดยใช้คำใบ้ที่อยู่ตามจุดต่าง ๆ ของด่านตอบคำถามโดยการใส่ตัวเลขตามคำตอบที่ผู้เล่นเลือก เมื่อผู้เล่นกรอกข้อมูลครบทุกข้อผู้เล่นจะต้องกดปุ่ม E เพื่อยืนยันคำตอบ



หากผู้เล่นตอบถูกต้องทั้งหมดจะผ่านไปยังด่านถัดไปและจะบันทึกเกมอัตโนมัติ ในกรณีที่ผู้เล่นตอบผิดครบ 3 ครั้งจะเกิดเสียงแจ้งเตือนทำให้เรียกศัตรูมา ดังแสดงตามภาพที่ 8



ภาพที่ 8: หน้าการใส่รหัสเพื่อผ่านด่าน

กรณีที่ผู้เล่นสามารถแก้ไขปริศนาได้จนจบเกม จะแสดงหน้าจอที่มีข้อความ “Thank You For Play This Demo” ผู้เล่นสามารถเลือกตัวเลือกได้ 2 ข้อคือ “Main Menu” เพื่อกลับไปยังหน้าแรก และ “Exit” เพื่อออกจากเกม ดังแสดงตามภาพที่ 9



ภาพที่ 9: หน้าจบเกม

### การวิเคราะห์และประเมินผล

ผู้วิจัยทำการทดสอบความสมบูรณ์ภาพรวมของระบบ โดยแบ่งการวิเคราะห์และประเมินผลดังนี้

1. การประเมินผลการพัฒนาสื่อการสอน เรื่อง เกมเพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ โดยใช้แบบประเมินการพัฒนาสื่อ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

2. การประเมินประสิทธิภาพของสื่อการสอนเพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) จากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ จำนวน 30 คน ที่เรียนในรายวิชาความมั่นคงของเทคโนโลยีสารสนเทศ

3. ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อสื่อการสอน เรื่องเกมเพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ จากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ จำนวน 30 คน ที่เรียนในรายวิชาความมั่นคงของเทคโนโลยีสารสนเทศ

จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานประกอบด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ โดยแปรผลการประเมินด้วยค่าเฉลี่ยแล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับความพึงพอใจที่ค่าคะแนนอยู่ในช่วง 1.00 – 5.00 ใช้เกณฑ์ดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยในครั้งนี้ ได้เกมส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ ซึ่งจะช่วยให้ นักศึกษามีความกระตือรือร้น สนใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้น รวมทั้ง นักศึกษาสามารถหาความรู้เพิ่มเติมนอกชั้นเรียนได้ ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ระดับผลการประเมินการพัฒนาเกมส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ คุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1:** ระดับผลการประเมินการพัฒนาเกมส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ

| รายการ  | ค่าเฉลี่ย  | S.D.        | แปรผล            |
|---|------------|-------------|------------------|
| 1. เนื้อหาที่มีความถูกต้อง ครบถ้วนและสามารถนำไปใช้ได้ | 4.33       | 0.58        | มาก              |
| 2. เทคนิคการนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ                   | 4.67       | 0.58        | มากที่สุด        |
| <b>รวม</b>  | <b>4.5</b> | <b>0.58</b> | <b>มากที่สุด</b> |

จากตารางที่ 1 พบว่า เนื้อหาที่มีความถูกต้อง ครบถ้วนและสามารถนำไปใช้ได้และมีเทคนิคการนำเสนอเนื้อหาผ่านเกมเข้ารหัสและถอดรหัสโดยใช้เทคโนโลยีสามมิติมีความน่าสนใจ ช่วยให้นักศึกษามีความกระตือรือร้น สนใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้นและสามารถนำสื่อนี้ไปศึกษาเพิ่มเติมได้ด้วยตัวเอง

**2. ผลประเมินด้านความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ**

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า เกมส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมานั้นมีค่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.74 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.41 คิดเป็นร้อยละ 34.83 และคะแนนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.94 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.77 คิดเป็นร้อยละ 78.71 แสดงดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2:** เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน

| การทดสอบ              | จำนวนผู้เข้าร่วม | คะแนนเฉลี่ย | S.D. | ร้อยละ |
|-----------------------|------------------|-------------|------|--------|
| ก่อนเรียน (Pre-test)  | 30               | 1.74        | 1.41 | 34.83  |
| หลังเรียน (Post-test) | 30               | 3.94        | 0.77 | 78.71  |

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า นักศึกษาเข้าใจเนื้อหามากขึ้น เนื่องจากคะแนนทดสอบหลังจากเล่นเกม (Post-test) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อิมรอน แวมง และ ยัส มุน สาและ (2563)

**3. ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อเกมส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนที่ได้พัฒนาขึ้น โดยภาพรวมมีระดับความพอใจต่อการเรียนการสอนในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.96 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 79.20 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า ประเด็นสูงสุด คือ สื่อที่ใช้มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ในปัจจุบัน มีระดับผลการประเมินอยู่ในมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.65 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 83.33 และน้อยที่สุด คือ เนื้อหาในเกมมีความต่อเนื่องและเหมาะสม มีระดับผลการประเมินอยู่ในน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 3.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 76 แสดงดังตารางที่ 3**

**ตารางที่ 3: ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาต่อเกมส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ**

| หัวข้อการประเมิน                                   | ระดับความพึงพอใจ |             |             |            |
|--|------------------|-------------|-------------|------------|
|  | ค่าเฉลี่ย        | S.D.        | ร้อยละ      | แปรผล      |
| 1. ความชัดเจนของเนื้อหาในสื่อการเรียนรู้           | 3.93             | 0.74        | 78.67       | มาก        |
| 2. ความน่าสนใจโดยรวมภาพรวมของระบบ                  | 3.97             | 0.76        | 79.33       | มาก        |
| 3. เนื้อหาในเกมมีความต่อเนื่องและเหมาะสม           | 3.80             | 0.71        | 76.00       | มาก        |
| 4. ตัวละครมีความน่าสนใจ                            | 3.93             | 0.82        | 78.67       | มาก        |
| 5. สื่อที่ใช้มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ในปัจจุบัน | 4.17             | 0.65        | 83.33       | มาก        |
| <b>รวม</b>   | <b>3.96</b>      | <b>0.74</b> | <b>79.2</b> | <b>มาก</b> |

จากตารางที่ 3 ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาต่อเกมส่งเสริมความรู้ความเข้าใจการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบอาร์เอสเอ สามารถสรุปได้ว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนที่นำมาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียน ทำให้นักศึกษามีความสนใจ กระตือรือร้นที่จะเรียน ส่งผลให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหามากขึ้น

### สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาและออกแบบเกมนำมาประยุกต์ร่วมกับความรู้การเข้ารหัสและถอดรหัสส่งผลให้ผู้สนใจสามารถเข้าใจหลักการการเข้ารหัสและถอดรหัสมากยิ่งขึ้น และสร้างความเพลิดเพลินทำให้นักศึกษามีความสนใจ กระตือรือร้นที่จะเรียนในรายวิชา ความมั่นคงของเทคโนโลยีสารสนเทศ ผ่านการเรียนรู้จากการเล่นเกมตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

### ปัญหาและอุปสรรค

การพัฒนาเกมจำเป็นต้องมีการศึกษาเรื่องออกแบบเกมรวมถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ในช่วงพัฒนาเกมจึงพบปัญหาเกี่ยวกับระบบต่าง ๆ ภายในเกมที่ทำงานไม่ถูกต้องตามที่วางแผน เช่น ปัญหาการเคลื่อนไหวของตัวละคร ปัญหาการเปิดใช้ฟังก์ชัน เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ทำให้ต้องมีการแก้ไขและออกแบบเกมใหม่ ซึ่งก่อให้เกิดความล่าช้าในการพัฒนา

### ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

การนำเนื้อหาการเข้ารหัสและถอดรหัสมาใช้ร่วมกับการพัฒนาเกมจำเป็นต้องออกแบบเกมให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาภายในเกม อีกทั้งงานวิจัยนี้ควรมีการต่อยอดพัฒนาระบบให้มีความใช้งานง่ายและเพิ่มเนื้อหาภายในเกมให้มีความครอบคลุมกับเนื้อหาในรายวิชา รวมถึงรูปแบบการแก้ไขปริศนาให้หลากหลายมากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- นันทพงศ์ อัจฉริยวนิช. (2562). *เกมดิจิทัลออลเกท* [ปริญญาานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต]. มหาวิทยาลัยสยาม.  
<https://e-research.siam.edu/wp-content/uploads/2020/10/science-computer-science-2019-project-DigitalGate-Game-compressed.pdf>
- พงษ์พิพัฒน์ สายทอง, วีรภัทร จันทจรจตุรภัทร, และ ศิวตล ภาภิรมย์. (2564). การออกแบบเกมดิจิทัล.  
*วารสารวิชาการวิทยาลัยสันตพล*, 7(2), 217-228. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/scaj/article/view/249082/170825>
- พรรณเชษฐ ฐ ลำพูน. (2560). การประยุกต์ใช้เกมพีเคชั่นในวิชาการจัดการโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศ.  
*วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*, 12(12-13), 4-14.
- พรศักดิ์ ปรีเลขา. (2565). *การเข้ารหัสแบบอสมมาตรสำหรับโมเดลสามมิติแบบตาข่ายโดยใช้ระบบการเข้ารหัสแบบเส้นโค้งวงรี* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พิสุทธา อารีราษฎร์. (2551). *การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา*. อภิชาติการพิมพ์.
- ศักดิ์นรินทร์ ศรีตระกูล, ภาสกร เวชสิทธิ์, และ ประภาณุช ถีสุงเนิน. (2566). การพัฒนาเกมสยองขวัญตามระดับความกลัว. *วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 8(1), 22-31. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/sciencenrrujournal/article/view/247783/168872>
- อิมรอน แวมง และ ยัสมนุ สาและ. (2563). การพัฒนาเกมการศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง หลักการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. ใน *วิจัยและนวัตกรรมวิถีใหม่. การประชุมวิชาการระดับชาติราชชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 11* (น. H603-H613). <https://wb.yru.ac.th/xmlui/handle/yr/6228>

## การพัฒนาระบบการเลือกตั้งออนไลน์ของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี DEVELOPMENT OF AN ONLINE ELECTION SYSTEM FOR STUDENTS IN THE FACULTY OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY

วุฒิกานต์ หงษ์เวียงจันทร์<sup>1\*</sup> กำพล เมตตาวัสส์<sup>2</sup> บุญฤทธิ์ โหมดเพ็ง<sup>3</sup>  
สุอัมพร ปานทรัพย์<sup>4</sup> และกิตติพงษ์ ศรีแช่ไตร<sup>5</sup>

Woottikarn Hongwiengchan<sup>1\*</sup>, Khumphol Mettawasee<sup>2</sup>, Boonyarit Modepeng<sup>3</sup>,  
Su-amporn Parnsupan<sup>4</sup>, and Kittipong Srikhaltai<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์  
<sup>5</sup>สำนักการศึกษาทั่วไป สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

<sup>1,2,3,4</sup>Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

<sup>5</sup>The Office of General Education, Panyapiwat Institute of Management

\*Corresponding Author, E-mail: woottikarnhon@pim.ac.th

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันการเลือกตั้งประธานนักศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ใช้รูปแบบการเลือกตั้งแบบออฟไลน์โดยเปิดให้นักศึกษาเข้ามาเลือกประธานนักศึกษาที่สถาบัน โดยต้องเข้ามาเลือกในวันและเวลาตามที่กำหนดเท่านั้น ซึ่งทำให้เกิดปัญหานักศึกษาจำนวนมากไม่มาเลือกตั้ง เนื่องจากไม่สะดวกในวันและเวลาดังกล่าว ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหานี้ โดยพัฒนาเว็บไซต์ที่นักศึกษาทุกคนสามารถเลือกตั้งและเข้าถึงผลการเลือกตั้งได้แบบออนไลน์ โดยเว็บไซต์ได้นำหลักการของเทคโนโลยีบล็อกเชนเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิดความปลอดภัยของผลการเลือกตั้ง สามารถให้นักศึกษามั่นใจได้ว่าไม่มีใครสามารถเข้าไปแก้ไขเปลี่ยนแปลงผลการเลือกตั้งได้ โดยกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยนี้ ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ รวมจำนวน 100 คน จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงผลการประเมินจากนักศึกษาในด้านการออกแบบเว็บไซต์ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.87 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ในด้านการใช้งานซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.83 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด และในด้านประสิทธิภาพของระบบการเลือกตั้งแบบออนไลน์บนเว็บไซต์ของผู้วิจัยเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการเลือกตั้งแบบออฟไลน์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.86 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

**คำสำคัญ:** การพัฒนาเว็บไซต์ เทคโนโลยีบล็อกเชน การเลือกตั้งออนไลน์และการเลือกตั้งออฟไลน์

## ABSTRACT

Currently, the student president election of the faculty of engineering and technology at the Institute of Management, Panyapiwat uses an offline election format by allowing students to elect the student president at the institute. The voting must take place on the specified date and time only, which causes problems due to a large number of students not participating in the election because it is not convenient for them on the specified date and time. The researcher has an idea to resolve this problem by developing a website that will allow all students to vote in the election and to be able to access the results of the election online. The website will apply the principles of blockchain technology in order to ensure the security of the election results. This will make it possible for students to be confident that no one will be able to change the election results. The target group for this research comprises year 1 and year 3 students in the Digital and Information Technology program in the Engineering and Technology Faculty at the Institute of Management, Panyapiwat, for a total of 100 people. The research results show students evaluation of the website design with an average value of 4.87, which is the highest level. In terms of usage, when comparing between this website and the offline election system, its average value is 4.83, which is the highest level and efficiency of an online election system on the researcher website in comparison with the offline election system, its average value is 4.86, which is the highest level

**Keywords:** Website Development, Blockchain Technology, Online election and Offline election

## บทนำ

การเลือกตั้งออนไลน์สร้างความสะดวกสบายให้กับผู้เลือกตั้งไม่จำเป็นต้องเดินทางไปยังสถานที่จัดการเลือกตั้ง เพียงแค่ใช้มือถือและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตก็สามารถเลือกตั้งได้ แต่จะต้องมีการออกแบบระบบการเก็บข้อมูลผลโหวตการเลือกตั้งให้มีความปลอดภัยเพื่อป้องกันการปลอมแปลงข้อมูลผลโหวต

ความปลอดภัยของข้อมูลผลโหวตที่ได้จากการเลือกตั้งออนไลน์เป็นเรื่องที่สำคัญ เนื่องจากการเลือกตั้งออนไลน์จะมีการเก็บการผลโหวตเข้าสู่ฐานข้อมูล เมื่อสิ้นสุดการโหวตระบบจะทำการรวมคะแนนที่อยู่ในฐานข้อมูลแล้วสรุปผลการโหวต ซึ่งในขณะที่รอสรุปผลการโหวตอาจมีผู้ไม่ประสงค์ดีทำการเปลี่ยนแปลงผลโหวตที่อยู่ในฐานข้อมูลทำให้เกิดการทุจริตผลการเลือกตั้งได้

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาเว็บไซต์เลือกตั้งออนไลน์ที่มีความปลอดภัยต่อผลโหวต โดยได้นำหลักการของบล็อกเชนเข้ามาประยุกต์ใช้ในเว็บไซต์ ซึ่งจะทำให้เว็บไซต์ของผู้วิจัยทำงานได้



อย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยต่อผลการเลือกตั้ง เนื่องจากเว็บไซต์จะแสดงผลการเลือกตั้งแบบเรียลไทม์ ไม่ใช่คนกลางมานับผลการโหวต ผลโหวตที่ถูกโหวตแล้วจะถูกเข้ารหัสข้อมูล เพื่อให้มีความปลอดภัยก่อนนำไปเก็บลงฐานข้อมูลและผลโหวตเหล่านั้นจะไม่สามารถถูกทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้

## ทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการพัฒนาเว็บไซต์ กระบวนการเข้ารหัสเทคโนโลยีบล็อกเชนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาเว็บไซต์เลือกตั้งโดยมีประเด็นการค้นคว้าดังต่อไปนี้

### ระบบเลือกตั้งคณะกรรมการส่งเสริมมาตรฐานผู้ฝึกสอนกีฬาด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน

งานวิจัยนี้ได้ศึกษากระบวนการขอรับใบอนุญาตผู้ฝึกสอนกีฬาและผู้ตัดสินกีฬา และพัฒนาแนวทางการออกใบอนุญาตแบบออนไลน์ รวมทั้งวิธีการเลือกตั้งคณะกรรมการส่งเสริมมาตรฐานผู้ฝึกสอนกีฬาและผู้ตัดสินกีฬาแบบระบบออนไลน์ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาและนำเทคโนโลยีบล็อกเชน (Blockchain) มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบเลือกตั้งออนไลน์ เนื่องจากเทคโนโลยี (Blockchain) มีโครงสร้างการเชื่อมต่อข้อมูลในแต่ละ Node แบบกระจาย (Decentralized) เมื่อข้อมูลถูกตรวจสอบและได้รับการยืนยันความถูกต้องแล้วจะถูกนำไปบนระบบบล็อกเชนหลังจากนั้นจะไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้ จึงเหมาะกับระบบการเลือกตั้งที่ต้องการความปลอดภัยของผลโหวตเพราะไม่ต้องการให้ผลโหวตสามารถเปลี่ยนแปลงได้หลังจากทำการโหวตเสร็จสิ้นแล้วสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ณัฐภูมิ ดาวทอง, 2565) ที่รายงานว่าระบบเลือกตั้งออนไลน์ต้องมีความปลอดภัย (อาณัติ ลิ้มคเดช, 2560)

### การพัฒนาาระบบเลือกตั้งออนไลน์นายกองค์การนิสิต

ระบบเลือกตั้งออนไลน์ของมหาวิทยาลัยพะเยา สามารถรองรับผู้ใช้งานที่มีสิทธิ์ได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 300 คน โดยที่ระบบจะต้องสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย โดยใช้เครื่องมือ Apache JMeter สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล และปกป้องผลการเลือกตั้ง โดยใช้เทคนิคการเข้ารหัสและถอดรหัส จากผลการวิจัยพบว่า ระบบสามารถให้บริการเลือกตั้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้รับความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน และมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยในด้านการใช้งานอยู่ที่ 3.91 (ณัฐภูมิ ดาวทอง, 2565)

### การพัฒนาาระบบการลงคะแนนเลือกตั้งออนไลน์ (e-Voting)

ระบบการลงคะแนนเลือกตั้งออนไลน์ (e-Voting) ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบตามกรอบและวิธีการของ SDLC และได้พัฒนาระบบการเลือกตั้งออกมาในรูปแบบของ Web Application ที่สามารถรองรับการใช้งานผ่าน Web Browser ได้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนักศึกษากลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ทดสอบระบบ จากแบบประเมินความพึงพอใจในด้านความปลอดภัยของข้อมูลผลโหวตอยู่ที่ 4.52 (กองเพชร สุนทรภักดิ์, 2564)



## การออกแบบและพัฒนาเว็บอินเทอร์เน็ตเฟสแบบ Real Time

ผู้วิจัยได้ทำโครงการงานสหกิจโดยใช้ HTML, PHP, SQL, CSS และ JavaScript เพื่อแสดงข้อมูลสถานะ CNC ผ่านเว็บอินเทอร์เน็ตเฟสแบบเรียลไทม์ การแสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์ คือ การที่ระบบสามารถให้การตอบสนอง คำนวณค่าข้อมูล อัปเดตข้อมูลและแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องทันที เมื่อทำการป้อนข้อมูลเข้าไปในระบบเว็บไซต์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บไซต์ให้มีระบบอินเทอร์เน็ตเฟสที่สามารถแสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์แล้วยังสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้อีกด้วย การศึกษางานวิจัยการออกแบบและพัฒนาเว็บอินเทอร์เน็ตเฟสแบบ Real Time นี้ทำให้ผู้วิจัยทราบถึงกระบวนการพัฒนาเว็บไซต์ที่สามารถแสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์ได้เป็นอย่างดี สามารถสร้างความเข้าใจและตระหนักถึงหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบของผู้วิจัยแต่ละท่านต่องานที่ได้รับมอบหมายโดยจะแบ่งหน้าที่ตามความถนัดของแต่ละบุคคลเป็นหลัก (ประเมษฐ์ อริยกุลพูลสิน, 2559)

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาเว็บไซต์เลือกตั้งประธานนักศึกษาออนไลน์ กรณีศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ โดยนำคุณสมบัติของเทคโนโลยีบล็อกเชนและการเข้ารหัสข้อมูลมาประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผลการเลือกตั้ง

## วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเว็บไซต์สำหรับการเลือกตั้งประธานนักศึกษาออนไลน์ของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ โดยการนำหลักการของเทคโนโลยีบล็อกเชนและการเข้ารหัสข้อมูลเข้ามาประยุกต์ใช้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานและการออกแบบประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

### การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาเว็บไซต์ด้วย JavaScript (JS) หลักการของเทคโนโลยีบล็อกเชน อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา นอกจากนี้ยังได้ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับระบบที่เกี่ยวข้องกับการเลือกตั้งออนไลน์ นำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาเว็บไซต์การเลือกตั้งออนไลน์ที่มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้นโดยนำหลักการของเทคโนโลยีบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้ และได้กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต การออกแบบ เครื่องมือ รวมถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในการดำเนินการทำวิจัย

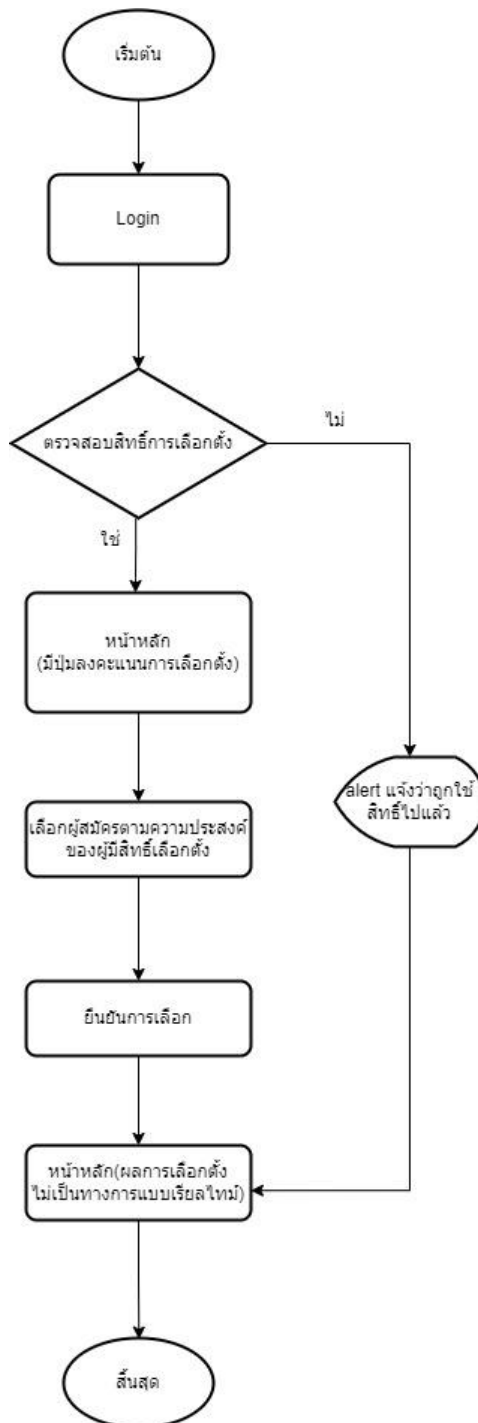
### ขอบเขตงานวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการพัฒนาเว็บไซต์การเลือกตั้งออนไลน์ ดังต่อไปนี้

1. สร้างความปลอดภัยต่อผลการเลือกตั้งโดยใช้การเข้ารหัสข้อมูลก่อนเก็บลงฐานข้อมูล
2. แสดงผลรวมการโหวตให้เห็นพร้อมกันทันทีแบบเรียลไทม์ผ่านหน้าเว็บไซต์หลังจากที่ผู้เลือกตั้งกดโหวตเสร็จสิ้นและผลการโหวตนั้นจะไม่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้โดยใช้หลักการของบล็อกเชน
3. ก่อนการเลือกตั้งต้องเข้าสู่ระบบเว็บไซต์ด้วยอีเมลสถาบันที่เป็น Microsoft เท่านั้น

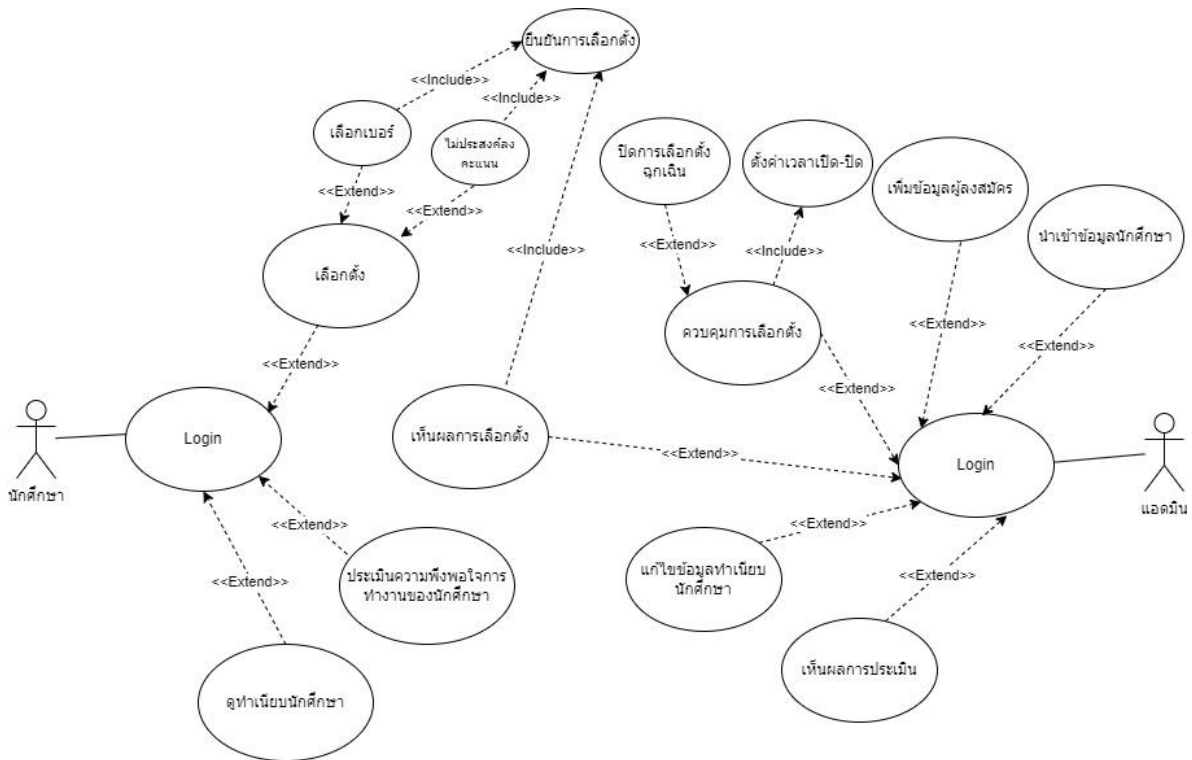
### การศึกษาและการวิเคราะห์ระบบ

ภาพรวมการทำงานของเว็บไซต์การเลือกตั้งออนไลน์ เริ่มต้นจากการที่แอดมินเปิดระบบให้นักศึกษาผู้มีสิทธิเลือกตั้งสามารถเข้าใช้งานหน้าเลือกตั้งได้ตามวันเวลาที่มีการจัดเลือกตั้งโดยขณะที่อยู่ในระยะเวลาเลือกตั้งจะมีการแสดงผลการเลือกตั้งแบบเรียลไทม์ ดังแสดงตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1: Flowchart แสดงขั้นตอนการทำงานของเว็บไซต์

การทำงานของฟังก์ชันต่าง ๆ ของเว็บไซต์ที่ถูกเรียกใช้งานจากนักศึกษาทั่วไปและแอดมินที่ดูแลระบบ โดยจะใช้การ Login เป็นการตรวจสอบ เฉพาะยูสเซอร์แอดมินเท่านั้นที่สามารถควบคุมและจัดการข้อมูลได้ ส่วนหน้าแสดงผลของยูสเซอร์นักศึกษาจะแสดงผลจากการจัดการของแอดมิน เช่น หน้าการเลือกตั้ง หน้าประเมินความพึงพอใจการทำงานนักศึกษา เป็นต้น ส่วนฟังก์ชันอื่น ๆ ที่นักศึกษาสามารถเรียกใช้งานได้ ผู้วิจัยได้อธิบายไว้ใน Use case diagram ดังแสดงตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2: Use case diagram ของเว็บไซต์

### การออกแบบและพัฒนาระบบ

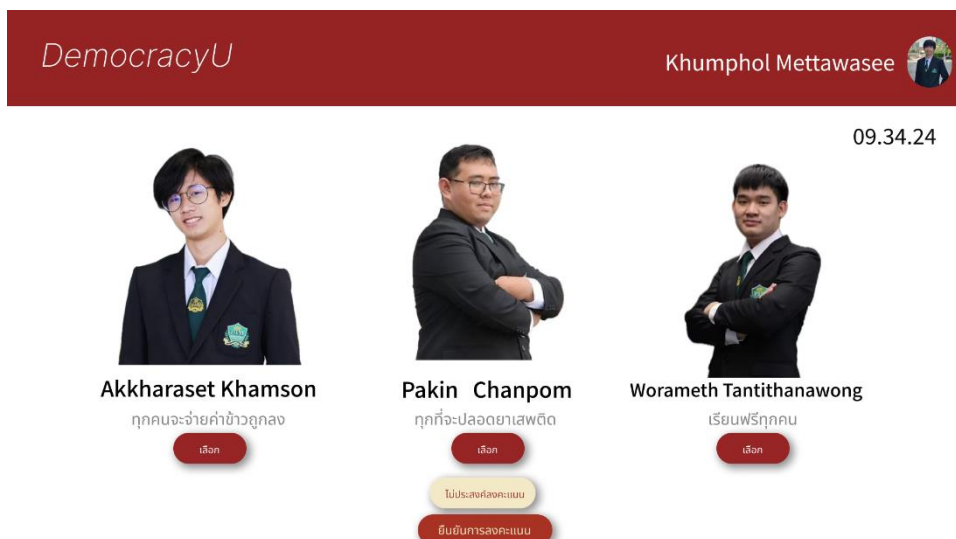
ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินงานออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ โดยเริ่มจากนำเข้าฐานข้อมูลนักศึกษาจากไฟล์ xlsx. ลงฐานข้อมูลด้วย Google cloud firebase database พัฒนาหน้า Front-end ทำการดีไซน์หน้าเว็บ UI interface ด้วย Figma เขียนโค้ดสำหรับ Front-end ด้วย Visual Studio Code ผู้วิจัยใช้ React Framework ในการพัฒนา Front-end ควบคู่กับภาษา HTML ในการสร้างโครงสร้างพร้อมทั้งใส่ข้อมูลของแต่ละหน้าและใช้ภาษา CSS ในการตกแต่งหน้า HTML ให้มีความสวยงาม เขียนโค้ดสำหรับ Back-end ด้วย Visual Studio Code และ Node.js ผู้วิจัยใช้ Node.js ที่เป็น Framework ของ JavaScript ในการทำ API เพื่อเชื่อมต่อกับ Database ทำคำสั่ง CRUD (Create, Read, Update, Delete) ตามที่เราต้องการพร้อมทั้งสั่งให้แสดงผลคะแนนแบบ Real time และทำการเช็คสถานะของข้อมูล/ตัวข้อมูลว่าแสดงผลถูกต้องหรือไม่

ด้วย Postman ทำการ Deploy Code ลง Server ด้วย Firebase เพื่อให้บริการเลือกตั้งแก่นักศึกษา เมื่อผู้ใช้งานทำการล็อกอินสำเร็จ หน้า Homepage ของเว็บไซต์จะปรากฏในหน้านี้ผู้ใช้งานต้องลงคะแนนเลือกตั้ง ดังแสดงตามภาพที่ 3



ภาพที่ 3: หน้า Homepage

หน้าลงคะแนนเลือกตั้ง ในหน้านี้ผู้ใช้งานต้องเลือกผู้สมัครลงเลือกตั้งที่ต้องการเพียงคนเดียวเพื่อทำการโหวต ดังแสดงตามภาพที่ 4



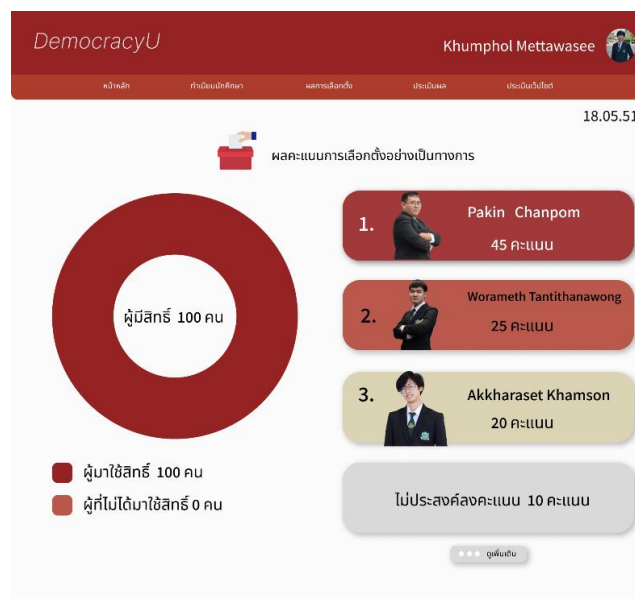
ภาพที่ 4: หน้าเลือกตั้ง

หลังจากทำการโหวตเสร็จสิ้น ระบบจะเปิดหน้าแสดงผลการเลือกตั้งแบบเรียลไทม์ (ยังไม่เป็นทางการ เนื่องจากยังไม่สิ้นสุดการเลือกตั้ง) ดังแสดงตามภาพที่ 5



ภาพที่ 5: หน้าแสดงผลการเลือกตั้งอย่างไม่เป็นทางการ

หลังจากการเลือกตั้งสิ้นสุดลง ระบบจะเปิดหน้าแสดงผลการเลือกตั้งอย่างเป็นทางการ ดังแสดงตามภาพที่ 6



ภาพที่ 6: หน้าแสดงผลการเลือกตั้งอย่างเป็นทางการ

หลังจากแสดงผลการเลือกตั้งอย่างเป็นทางการสำเร็จ ระบบจะทำการแสดงตำแหน่งของผู้สมัครที่ชนะการเลือกตั้งและคณะทำงานทั้งหมดในหน้าทำเนียบนักศึกษา ดังแสดงตามภาพที่ 7



ภาพที่ 7: หน้าทำเนียบนักศึกษา

### การวิเคราะห์และประเมินผล

ผู้วิจัยทำการทดสอบความสมบูรณ์ภาพรวมของระบบ โดยแบ่งการวิเคราะห์และประเมินผลดังนี้

1. การประเมินผลในส่วนของการออกแบบระบบ UI (User Interface) ของหน้าเว็บไซต์ จากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 และปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ จำนวน 100 คน

2. การประเมินผลในเรื่องการใช้งานของเว็บไซต์สำหรับการเลือกตั้งออนไลน์ จากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 และปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ จำนวน 100 คน

3. การประเมินผลประสิทธิภาพของระบบการเลือกตั้งแบบออนไลน์บนเว็บไซต์ของผู้วิจัยกับระบบการเลือกตั้งแบบออฟไลน์ จากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 และปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ จำนวน 100 คน

จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานประกอบด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ โดยแปรผลการประเมินด้วยค่าเฉลี่ยแล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับความพึงพอใจ ที่ค่าคะแนนอยู่ในช่วง 1.00 – 5.00 ใช้เกณฑ์ดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด



## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เว็บไซต์ที่ใช้งานสำหรับการเลือกตั้งประธานนักศึกษาออนไลน์ ใช้งานผ่าน Web browser ที่สามารถใช้งานได้ทั้งอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ Mobile phone หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ระดับผลการประเมินในส่วนของการออกแบบระบบ UI (User Interface) ของหน้าเว็บไซต์ คุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.36 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านข้อความที่แสดงมีความชัดเจนอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.9 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 ด้านการใช้สีของระบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 ด้านภาพและไอคอนที่แสดงสอดคล้องกับการทำงานอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.36 การแสดงผลในรูปแบบกราฟมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 และการออกแบบระบบให้ใช้งานและไม่ซับซ้อนอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.91 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.29 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ระดับผลการประเมินในส่วนของการออกแบบ UI (User Interface) ของหน้าเว็บไซต์

| รายการ                                     | ค่าเฉลี่ย | S.D. | แปรผล     |
|--|-----------|------|-----------|
| 1. ข้อความที่แสดงมีความชัดเจน              | 4.90      | 0.33 | มากที่สุด |
| 2. การใช้สีของระบบมีความเหมาะสม            | 4.82      | 0.41 | มากที่สุด |
| 3. ภาพและไอคอนที่แสดงสอดคล้องกับการทำงาน   | 4.88      | 0.36 | มากที่สุด |
| 4. การแสดงผลในรูปแบบกราฟมีความเหมาะสม      | 4.82      | 0.41 | มากที่สุด |
| 5. การออกแบบระบบให้ใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน | 4.91      | 0.29 | มากที่สุด |
| รวม  | 4.87      | 0.36 | มากที่สุด |

จากตารางที่ 1 พบว่า การออกแบบ UI (User Interface) ของหน้าเว็บไซต์ มีความสวยงาม น่าใช้งาน มีการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ของหน้าเว็บไซต์ที่น่าสนใจมีความสอดคล้องกัน ระบบใช้งานง่ายและขนาดตัวหนังสือที่แสดงรายละเอียดต่าง ๆ มีความเหมาะสม

2. ผลประเมินด้านการใช้งานเว็บไซต์สำหรับการเลือกตั้งประธานนักศึกษาออนไลน์ จากผลการประเมินจะเห็นได้ว่า เว็บไซต์สำหรับการเลือกตั้งออนไลน์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนามานี้ มีค่าคะแนนเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.37 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านระบบใช้งานง่ายไม่ซับซ้อนอยู่ในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านการเข้าถึงได้ง่ายและสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลาที่ต้องใช้อยู่ในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.77 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.42 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านการทำงานมีความรวดเร็วไม่ติดขัดอยู่ในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.34 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านการแสดงผลของข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำอยู่ในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.22 ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2:** ระดับผลการประเมินในส่วนของการใช้งานเว็บไซต์ สำหรับการเลือกตั้งออนไลน์

| รายการ   | ค่าเฉลี่ย   | S.D.        | แปรผล            |
|--|-------------|-------------|------------------|
| 1. ระบบใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน  | 4.72        | 0.47        | มากที่สุด        |
| 2. ระบบสามารถเข้าถึงได้ง่ายและสามารถเข้าถึงได้ทุกเวลาที่ต้องการใช้ | 4.77        | 0.42        | มากที่สุด        |
| 3. ระบบทำงานได้รวดเร็วไม่ติดขัด                                    | 4.87        | 0.34        | มากที่สุด        |
| 4. ความถูกต้องแม่นยำในการแสดงผล                                    | 4.95        | 0.22        | มากที่สุด        |
| <b>รวม</b>   | <b>4.83</b> | <b>0.36</b> | <b>มากที่สุด</b> |

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า เว็บไซต์สามารถใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน ทำงานได้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพ มีการแสดงผลที่ถูกต้องแม่นยำและสามารถเข้าถึงได้ทุกเวลาที่ต้องการใช้งาน

3. จากผลการประเมินโดยนักศึกษากลุ่มตัวอย่างในด้านประสิทธิภาพของการเลือกตั้งแบบออนไลน์ เมื่อเปรียบเทียบกับ การเลือกตั้งแบบออฟไลน์ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อระบบการเลือกตั้งออนไลน์ ผ่านเว็บไซต์ของผู้วิจัย โดยภาพรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.37 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการ พบว่า ประเด็นสูงสุด คือ ความปลอดภัยของผลโหวตมีระดับผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.33 และด้านระยะเวลาในการทราบผลการเลือกตั้งมีระดับผลการประเมินอยู่ในมากที่สุดเป็นลำดับที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38 ดังแสดงในตารางที่ 3

**ตารางที่ 3:** ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาต่อระบบการเลือกตั้งแบบออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ เมื่อเปรียบเทียบกับ การเลือกตั้งออฟไลน์

| รายการ                             | ค่าเฉลี่ย   | S.D.        | แปรผล            |
|------------------------------------|-------------|-------------|------------------|
| 1. การลงคะแนนเสียง                 | 4.83        | 0.36        | มากที่สุด        |
| 2. ความปลอดภัยของผลโหวต            | 4.88        | 0.33        | มากที่สุด        |
| 3. ระยะเวลาในการทราบผลการเลือกตั้ง | 4.86        | 0.38        | มากที่สุด        |
| 4. ข้อผิดพลาดในการนับคะแนน         | 4.85        | 0.39        | มากที่สุด        |
| <b>รวม</b>                         | <b>4.86</b> | <b>0.37</b> | <b>มากที่สุด</b> |

จากตารางที่ 3 ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาต่อระบบการเลือกตั้งแบบออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการเลือกตั้งแบบออฟไลน์ มีความพึงพอใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเลือกตั้งออนไลน์สามารถทำให้นักศึกษาสามารถลงคะแนนเสียงได้ทุกพื้นที่ ไม่จำเป็นต้องมาลงคะแนนเสียงที่สถาบัน ผลโหวตมีความปลอดภัย ลดระยะเวลาในการเลือกตั้งและการทราบผลการเลือกตั้ง



## สรุปผลการวิจัย

การพัฒนากระบวนการเลือกตั้งออนไลน์สร้างความพึงพอใจให้กับนักศึกษาได้เป็นอย่างดี เนื่องจากลดระยะเวลาที่ต้องเดินทางไปเลือกตั้ง สามารถทำการเลือกตั้งได้ทันทีทุกที่ทุกเวลาบนเว็บไซต์ของผู้วิจัย โดยที่ข้อมูลผลโหวตมีความปลอดภัยเพราะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ เนื่องจากผลการโหวตถูกเข้ารหัสและถูกปิดไม่ให้มีการแก้ไขผลโหวตได้ โดยผู้วิจัยใช้หลักการของบล็อกเชนเพื่อสร้างความปลอดภัยให้กับผลโหวต และแสดงคะแนนโหวตได้แบบเรียลไทม์ จากผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในด้านความปลอดภัยของข้อมูลผลโหวตมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.88 ซึ่งมากกว่าระบบการเลือกตั้ง (e-Voting) (กองเพชร สุนทรภักดี, 2564) ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.52

## ปัญหาและอุปสรรค

ในช่วงพัฒนาเว็บไซต์ ผู้วิจัยพบปัญหาเกี่ยวกับการแสดงผลโหวตแบบเรียลไทม์ให้มีการอัปเดตคะแนนอย่างถูกต้อง ปัญหานี้จำเป็นต้องทำการแก้ไขและเขียนโค้ดใหม่ ซึ่งก่อให้เกิดความล่าช้าในการพัฒนา

## ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

ผู้วิจัยจะพัฒนาระบบการเลือกตั้งให้มีความเป็นบล็อกเชนมากขึ้น โดยการสร้าง Smart Contract บนโปรแกรมบน Ethereum Virtual Machine (EVM) โดยที่ไม่ต้องมีคนกลางหรือ Admin คอยจัดการ เพื่อลดภาระหน้าที่ของคนที่ต้องมาเป็น Admin ของระบบและโปรแกรมจะไม่สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ภายหลัง

## เอกสารอ้างอิง

- กองเพชร สุนทรภักดี. (2564, 9 กุมภาพันธ์). *การพัฒนากระบวนการลงคะแนนเลือกตั้งออนไลน์ (e-Voting) กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (kmutnb). <https://senate.kmutnb.ac.th/file/ethics/20220209033238.pdf>
- ณัฐวุฒิ ดาวทอง. (2565). *การพัฒนากระบวนการเลือกตั้งออนไลน์ ผู้นำนิสิตมหาวิทยาลัยพะเยา ให้มีความมั่นคงปลอดภัย*. กองกิจการนิสิต มหาวิทยาลัยพะเยา. [https://dsa.up.ac.th/public/file\\_upload/news/ATTACHED\\_FILE/1661729469.pdf](https://dsa.up.ac.th/public/file_upload/news/ATTACHED_FILE/1661729469.pdf)
- ประเมศฐ์ อริยภูวพลสิน. (2559). *การออกแบบและพัฒนาเว็บอินเตอร์เฟสแบบ Real Time โดยใช้ JavaScript*. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น. <http://library.tni.ac.th/thesis/upload/files/CRT%20IT%202016/poramad%20CRT%20IT%202016.pdf>
- พิศุทธา อาริราษฎร์. (2551). *การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา*. อภิชาติการพิมพ์.
- อานันต์ ลีมคเดช. (2560). *ที่ปรึกษาศึกษาระบบออกใบอนุญาต และระบบเลือกตั้งคณะกรรมการส่งเสริมมาตรฐานผู้ฝึกสอนกีฬาและผู้ตัดสินกีฬาแบบอิเล็กทรอนิกส์*. สำนักงานศูนย์วิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. <https://repository.turac.tu.ac.th/handle/6626133120/519>

การพัฒนาาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากรในโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์  
DEVELOPMENT OF DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PERSONNEL ALLOCATION  
IN SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECT

พรศักดิ์ ปรีเลขา<sup>1\*</sup> กิตติธัช โจหิงค์<sup>2</sup> อาทิตย์ กิ่งช้อยกลาง<sup>3</sup>  
ศรายุทธ ปลัดทอง<sup>4</sup> และไพโรจน์ ภูทอง<sup>5</sup>  
Pornsak Preelakha<sup>1\*</sup>, Kittithat Johing<sup>2</sup>, Atid Kingkoiklang<sup>3</sup>,  
Sarayut Paludkong<sup>4</sup>, and Pairode Putong<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

<sup>1,2,3,4,5</sup>Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

\*Corresponding Author, E-mail: Pornsakpree@pim.ac.th

### บทคัดย่อ

การคัดเลือกบุคลากรที่มีทักษะที่สอดคล้องกับโครงการมีส่วนเพิ่มโอกาสความสำเร็จของโครงการ แต่ด้วยโครงการแต่ละโครงการนั้นต้องใช้ทักษะที่แตกต่างกันไป อีกทั้งบางทักษะของบุคลากรที่มีอาจยังไม่ได้ถูกใช้มาก่อน จึงต้องมีระบบที่จัดเก็บทักษะและประมวลผลข้อมูลดังกล่าว การวิจัยนี้เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจโดยการรวบรวมทักษะของบุคลากรทั้งหมดขององค์กร ประมวลผลและแสดงผลข้อมูลบุคลากรที่มีทักษะสอดคล้องกับโครงการ กลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยนี้ ได้แก่ ผู้จัดการโครงการและผู้มีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรมนุษย์ของโครงการ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.36 ซึ่งอยู่ในระดับมาก เพราะระบบช่วยในการจัดเก็บทักษะของบุคลากรและสามารถนำมาใช้งานได้ทันที ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้จัดการโครงการในการมอบหมายงานให้ตรงกับทักษะของบุคลากร และยังสามารถกระจายงานให้กับบุคลากรอย่างเหมาะสม

**คำสำคัญ:** ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ การจัดการโครงการ โครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ เว็บแอปพลิเคชัน

### ABSTRACT

Selecting personnel with skills that align with projects increases the likelihood of project success .However, each project requires different skills, and some personnel may possess unused skills .Thus, a system for storing and processing this skill data is necessary . This research aims to develop a decision support system by collecting skills data from all

personnel in an organization, processing it, and displaying personnel data aligned with project requirements .The target group includes project managers and stakeholders involved in project human resource management .Research results show that the user satisfaction with the system averages at 4.36, indicating a high level of satisfaction .The system aids in storing personnel skills and enables immediate utilization .It supports project managers in task allocation based on personnel skills and facilitates appropriate task distribution among personnel.

**Keywords:** decision support system, project management, software development project, web application

## บทนำ

บุคลากรขององค์กรเป็นสินทรัพย์ที่องค์กรต้องมีการจัดการ หนึ่งในส่วนสำคัญที่ต้องมีการจัดการ ได้แก่ ความรู้และทักษะของบุคลากรที่มีความหลากหลายโดยเฉพาะโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ต้องใช้ทักษะที่หลากหลายในการพัฒนา เช่น การเขียนโปรแกรม การออกแบบส่วนประสานผู้ใช้ การออกแบบกราฟิก การจัดทำฐานข้อมูล เป็นต้น ทักษะเหล่านี้ก็สามารถลงในรายละเอียดที่มีความซับซ้อน เช่น ภาษาในการเขียนโปรแกรม (Java, Python, C++) เครื่องมือที่ต้องใช้ เฟรมเวิร์ก เป็นต้น ซึ่งความต้องการและรายละเอียดของงานนั้นมีแตกต่างกันไปตามข้อกำหนดของเจ้าของงานหรือผู้ว่าจ้าง จึงทำให้บางครั้งยากต่อการจัดสรรบุคลากรที่เหมาะสมกับงาน บริษัทที่รับพัฒนาโปรแกรมอาจมีบุคลากรมากถึง 70 คน ซึ่งบุคลากรแต่ละคนล้วนมีทักษะแตกต่างกัน อีกทั้งบางทักษะที่บุคลากรมียังไม่มีการถูกใช้ เนื่องจากยังไม่มีโครงการที่ต้องใช้ทักษะนั้น ทำให้ต้องจัดหาบุคลากรเพิ่มโดยไม่จำเป็นและใช้เวลามากขึ้นในการเตรียมตัวในการทำโครงการ หรือเสี่ยงต่อการจัดสรรบุคลากรที่มีทักษะไม่สอดคล้องกับงานเข้าสู่โครงการและอาจส่งผลกระทบต่อความสำเร็จของโครงการได้ (วิชุดา สร้อยสุด และคณะ, 2564)

ปัจจุบันเทคโนโลยีเป็นส่วนสำคัญในการดำเนินธุรกิจและการจัดการองค์กร มีเครื่องมือที่ช่วยและสนับสนุนการวางแผนและดำเนินงานของโครงการ แต่ยังคงขาดเครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนการจัดสรรบุคลากรที่มีทักษะสอดคล้องกับโครงการ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบเพื่อจัดเก็บทักษะของบุคลากรและสนับสนุนการตัดสินใจในการคัดเลือกบุคลากรสำหรับโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน ด้วย React Framework โดยใช้ภาษา JavaScript syntax extension (JSX) พร้อมระบบสำหรับติดต่อกับฐานข้อมูล PostgreSQL โดยใช้ภาษา Java โดยระบบจะช่วยในการจัดสรรบุคลากรภายในองค์กรที่มีทักษะตรงตามความต้องการของโครงการผ่านข้อมูลการประเมิน เพื่อช่วยให้ผู้จัดการโครงการสามารถมอบหมายงานให้กับบุคลากรได้อย่างเหมาะสมและทำให้โครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ สามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## ทบทวนวรรณกรรม

### เกณฑ์การประเมินบุคลากรในสายอาชีพพัฒนาซอฟต์แวร์

การประเมินนักพัฒนาซอฟต์แวร์ เป็นการประเมินทักษะเพื่อจัดสรรบุคลากรด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยการประเมินบุคลากรจะมีหัวข้อการประเมิน ได้แก่

1. คุณภาพของการส่งมอบชิ้นงาน ได้แก่ ความถูกต้อง ความสม่ำเสมอ การติดตามผล การส่งงานตรงตามกำหนดเวลา การหาวิธีการทำงานอย่างชาญฉลาด
2. ทักษะในการทำงานเป็นทีม ได้แก่ การทำงานร่วมกับทีมภายในและภายนอกองค์กรในตำแหน่งต่าง ๆ การช่วยเหลือสมาชิกในทีม การตั้งเป้าหมายของทีมให้สูงกว่าความสำเร็จส่วนตัว การมีส่วนร่วมกิจกรรมทางสังคม
3. การประยุกต์นวัตกรรม ได้แก่ การนำเสนอและใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเปลี่ยนแปลงกระบวนการ การสร้างแนวคิดและการให้ข้อมูลที่ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น
4. ทักษะคติในการทำงาน ได้แก่ การสร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดี การยอมรับคำวิจารณ์ที่สร้างสรรค์ และการปฏิบัติตามมาตรฐาน
5. ทักษะความรู้ในการทำงาน ได้แก่ การสร้าง การบำรุงรักษา การตรวจสอบ และปรับปรุง เพื่อตอบสนองความต้องการของระบบ การอัปเดตความรู้การเขียนโปรแกรมรูปแบบใหม่อย่างต่อเนื่อง

จากบทความข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ทรัพยากรมนุษย์นั้นมีความจำเป็นต่อการเติบโตขององค์กร และเป็นหัวใจหลักขององค์กรในการนำองค์กรไปสู่เป้าหมาย โดยที่บุคลากรในองค์กรนั้นต้องให้ความร่วมมือ ทำหน้าที่ของตน แบ่งหน้าที่การทำงานและมีส่วนร่วมในงานต่าง ๆ ภายในองค์กรเพื่อให้งานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยถ้าขาดบุคคลหรือทรัพยากรส่วนนี้ไปอาจทำให้องค์กรนั้น ๆ ไม่สามารถดำเนินงานบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ (Nguyen, 2021)

### การจัดการฐานข้อมูล

การจัดการฐานข้อมูล คือ ระบบที่จะบริหารและจัดการด้วยชุดคำสั่ง โปรแกรม หรือ ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำหน้าที่จัดการงาน เช่น การรวบรวมข้อมูลในระบบ หรือ แสดงเนื้อหาที่ต้องการ ตลอดจนสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการทำงานร่วมกันเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (ศักดา ปินตาวงค์, 2563)

ระบบการจัดการฐานข้อมูล คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการดำเนินการจัดการฐานข้อมูลเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานในด้านการสร้าง การปรับปรุงแก้ไขการเข้าถึงข้อมูล และการจัดการระบบแฟ้มข้อมูล โดยหน้าที่หลักของระบบการจัดการฐานข้อมูลที่องค์กรนำไปใช้ในการทำงาน ได้แก่ การเก็บข้อมูลขององค์กร เช่น ข้อมูลทรัพยากรมนุษย์ ข้อมูลโครงการ ข้อมูลผู้ว่าจ้าง เป็นต้น และการดึงข้อมูลเหล่านั้นออกมาใช้เมื่อต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ณัฐนันท์ ศูนย์จันดา, 2560)

จากหัวข้อข้างต้นจะเห็นได้ว่า ระบบฐานข้อมูลมีความสำคัญในการทำงานอยู่เบื้องหลัง ซึ่งจะดำเนินการเก็บและแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ ตามที่ได้ระบุ โดยระบบจะช่วยให้การลดเวลาในการค้นหาข้อมูลและให้ข้อมูลที่ถูกต้องเพื่อให้การดำเนินงานขององค์กรเป็นไปอย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และปลอดภัยในการเก็บรักษาข้อมูล ปัจจุบันหลายหน่วยงานนั้นยังคงมีการใช้งานระบบฐานข้อมูลร่วมกับโปรแกรมอื่น ๆ เพื่อประยุกต์ใช้งานให้สอดคล้องกับการทำงานขององค์กร ตลอดจนการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับองค์กรภายนอกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงานร่วมกัน

### การพัฒนาเว็บไซต์แอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชัน คือ โปรแกรมประยุกต์ที่สามารถเข้าถึงได้ด้วยโปรแกรม Internet Browser จึงทำให้เหมาะสำหรับการทำงานหรือการใช้ข้อมูลแบบ Real Time โดยที่ผู้ใช้งานไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเสริมในการทำงาน การทำงานผ่านเว็บแอปพลิเคชันจึงช่วยประหยัดเวลาและสามารถทำงานได้ทุกที่ ตัวเว็บไซต์นั้นจะมีการทำงานเป็นวงกว้าง และสามารถทำงานได้ทั้งในแบบ Online หรือ Local (ภายในวง Lan) และ Global (การทำงานออกไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ต) โดยลักษณะการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันนั้น คือ การนำเอาชุดคำสั่งหรือรูปแบบของโครงสร้างข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล นำมาแสดงผลบนพื้นที่ส่วนหนึ่งในจอภาพ โดยที่เว็บแอปพลิเคชันจะนำข้อมูลที่รวบรวมไว้นำมาแสดงขึ้นบนจอ โดยขั้นตอนการทำงานมีขั้นตอนดังนี้

1. เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) เพื่อจัดการคำขอจาก Client (มือถือ คอมพิวเตอร์)
2. แอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ (Application Server) เพื่อจัดการคำสั่ง
3. ฐานข้อมูลสำหรับการจัดการข้อมูล (Database)
4. เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) เพื่อให้ฝั่งผู้ใช้งานเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันได้

จากข้อมูลแสดงให้เห็นได้ว่า เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) นั้น มีส่วนในการทำงานอยู่เบื้องหน้าโดยจะนำเอาฐานข้อมูลจากส่วนข้างหลังมาแสดงผลบนหน้าจอ โดยการทำงานสามารถเข้าถึงและแสดงผลได้ผ่านทางเว็บไซต์ ซึ่งข้อดีของการทำงานในรูปแบบนี้ คือ ผู้ใช้งานไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเสริม และยังมีการทำงานที่เข้าใจง่ายเมื่อเทียบกับการพัฒนาระบบขึ้นมา สิ่งที่ต้องคำนึงในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้แก่ ความเข้าใจง่าย การใช้งานที่ง่าย ลักษณะและขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน ตลอดจนความเร็วในการโอนถ่ายหรือเชื่อมต่อข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด (เอกชัย แนนอุดร และ วิชา ศิริธรรมจักร, 2552)

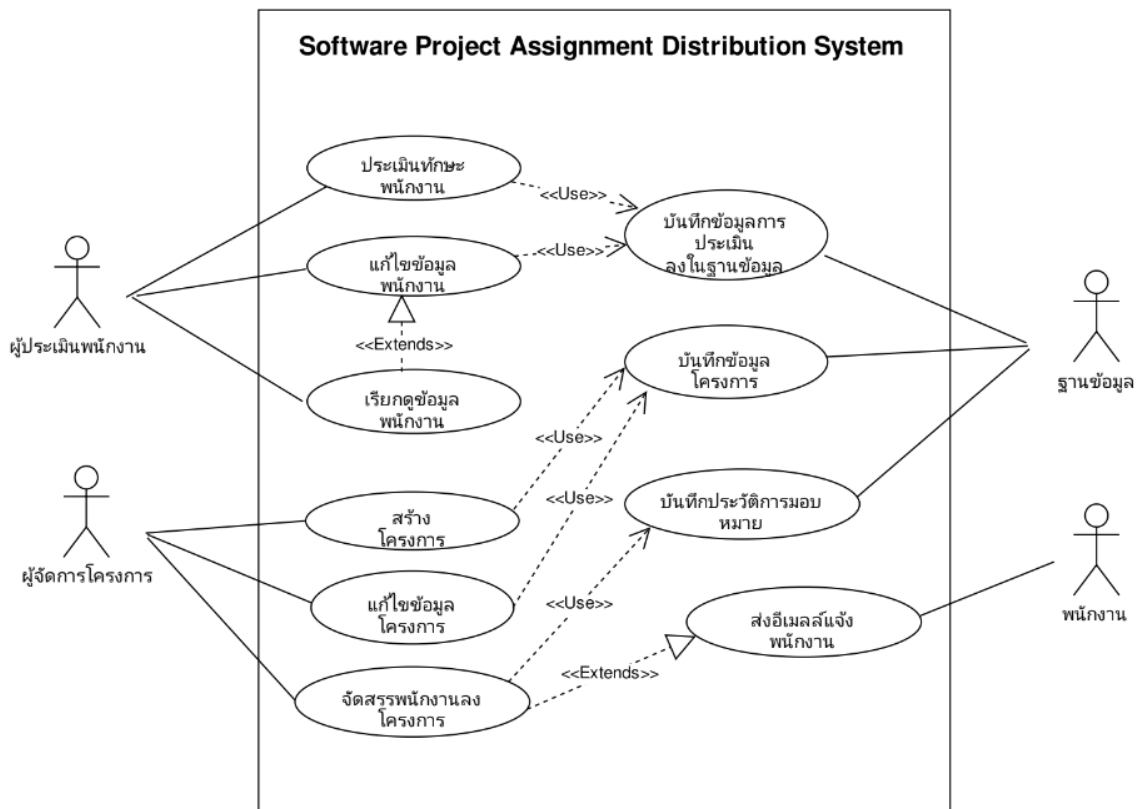
### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากรในโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์
2. เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บและจัดการข้อมูลบุคลากรและโครงการสำหรับองค์กร

## วิธีการดำเนินการ

### 1. ศึกษาและวิเคราะห์ระบบ

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากรในโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เริ่มจากการวิเคราะห์ที่ผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ผู้ประเมินซึ่งสามารถจัดการข้อมูลบุคลากร ทักษะ และประเมินทักษะความสามารถของบุคลากรได้ เมื่อได้ทำการประเมินหรือแก้ไขระบบจะดำเนินการบันทึกข้อมูลไปยังฐานข้อมูล และผู้จัดการโครงการซึ่งสามารถจัดการข้อมูลบุคลากร ทักษะ ประเมินผลทักษะ รวมถึงสามารถสร้างโครงการและจัดสรรบุคลากรลงในโครงการ เมื่อทำการมอบหมายสำเร็จบุคลากรลงในโครงการสำเร็จ ระบบจะทำการบันทึกลงในฐานข้อมูล และส่งอีเมลแจ้งรายละเอียดของโครงการไปยังบุคลากรที่เกี่ยวข้อง กรณีการใช้งานระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากรแสดงในภาพที่ 1

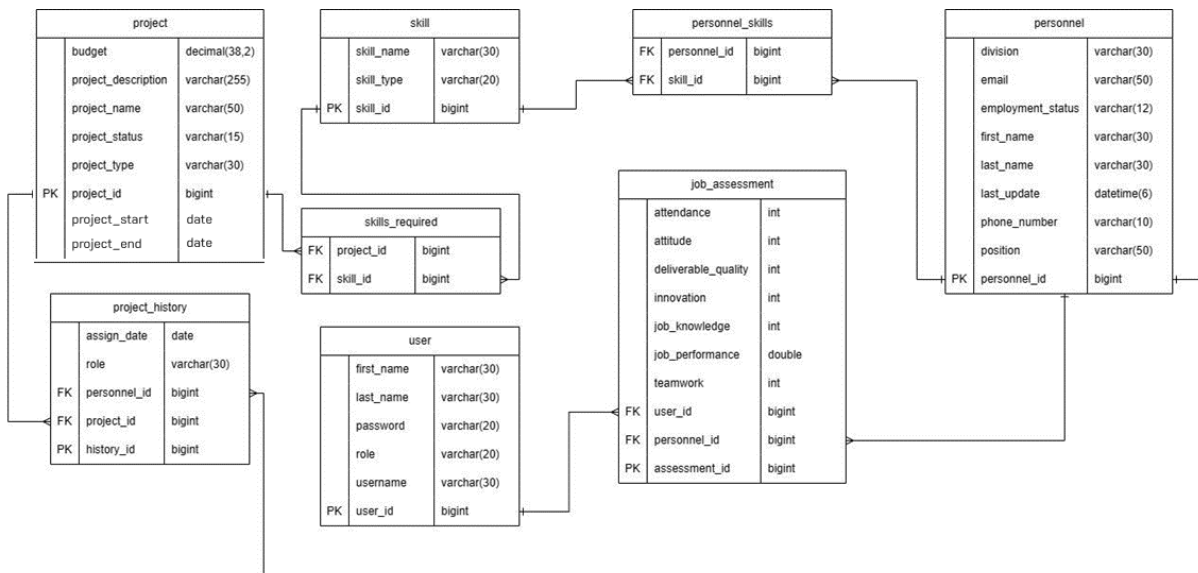


ภาพที่ 1: บทบาทของผู้ใช้งานในระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากร

## 2. ออกแบบการทำงานของระบบ

### 2.1 การออกแบบโครงสร้างการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

การออกแบบโครงสร้างการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย การเลือกเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบ ได้แก่ ระบบฐานข้อมูล เฟรมเวิร์ก การติดตั้งเครื่องมือสำหรับการพัฒนา การกำหนดรูปแบบวิธีการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลกับผู้ใช้ เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการพัฒนาระบบและตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้ หลังจากการวิเคราะห์การทำงานของผู้ใช้และกระบวนการทำงานของระบบแล้ว จึงดำเนินการออกแบบฐานข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ในรูปแบบของ Entity Relationship Diagram (ERD) เพื่อใช้อธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูล และกำหนดรูปแบบของข้อมูลที่จะใช้ในการจัดการบุคลากร ทักษะ โครงการ และคะแนนที่ผู้ใช้ประเมินบุคลากร ดังแสดงตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2: Entity Relationship Diagram ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากร

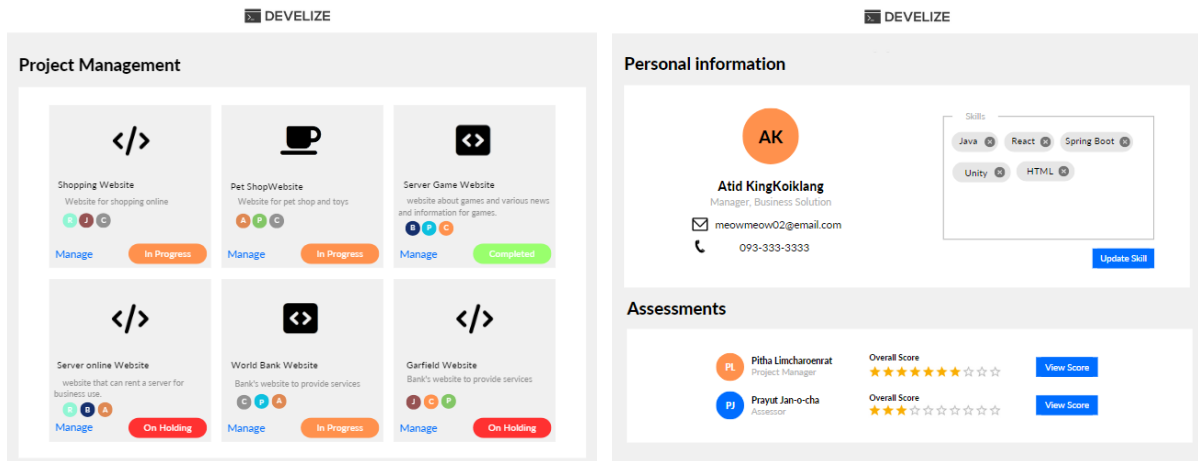
### 2.2 การออกแบบส่วนติดต่อกับฐานข้อมูล

การออกแบบส่วนที่ทำการติดต่อกับฐานข้อมูล ประกอบด้วย การกำหนดรูปแบบที่จะใช้ในการรับส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล เพื่อให้เว็บไซต์สามารถติดต่อกับฐานข้อมูลผ่าน Application Programming Interface (API) ในการประมวลผลข้อมูลก่อนนำไปบันทึก การกำหนดคลาสและกระบวนการที่ใช้ เพื่อให้มีมาตรฐานในการพัฒนา และจัดการกับข้อมูลก่อนดำเนินการจัดเก็บในฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

### 2.3 การออกแบบหน้าแสดงผลส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

การออกแบบหน้าเว็บไซต์ที่เป็นส่วนแสดงผลและติดต่อไปยังผู้ใช้งานระบบ โดยจะทำการวางโครงร่างและส่วนประกอบที่ใช้ในการแสดงผลเว็บไซต์ ดังแสดงตามภาพที่ 3

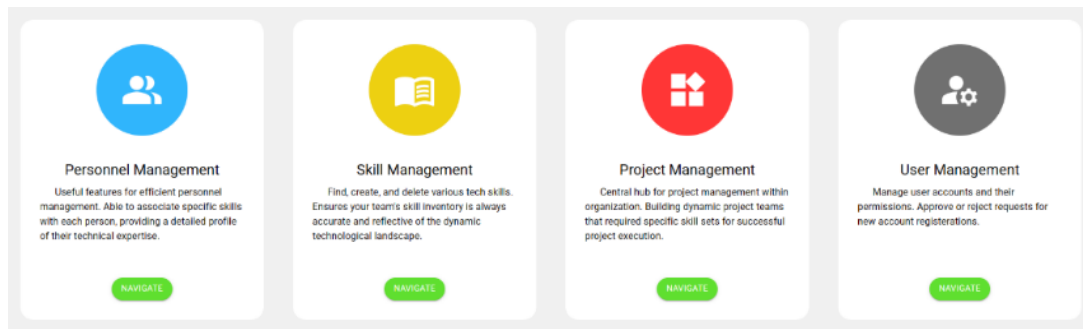




ภาพที่ 3: โครงร่างระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากร

## 2.4 การพัฒนาระบบ

ขั้นตอนนี้คือการดำเนินการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตามลักษณะที่ได้ออกแบบไว้ โดยการนำ React Framework มาใช้ในการพัฒนาส่วนของ User Interface ที่ทำการติดต่อกับผู้ใช้ และจัดทำ API โดยใช้ Spring Framework ด้วยภาษา Java สำหรับการรับ Request จากเว็บไซต์เพื่อดำเนินการเรียกดู หรือแก้ไขข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล โดยเมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว จะแสดงหน้าหลักของเว็บไซต์ ซึ่งจะประกอบด้วยเมนูในการจัดการบุคลากร ทักษะ โครงการ ตามบทบาทที่ได้รับมอบหมาย ดังแสดงตามภาพที่ 4



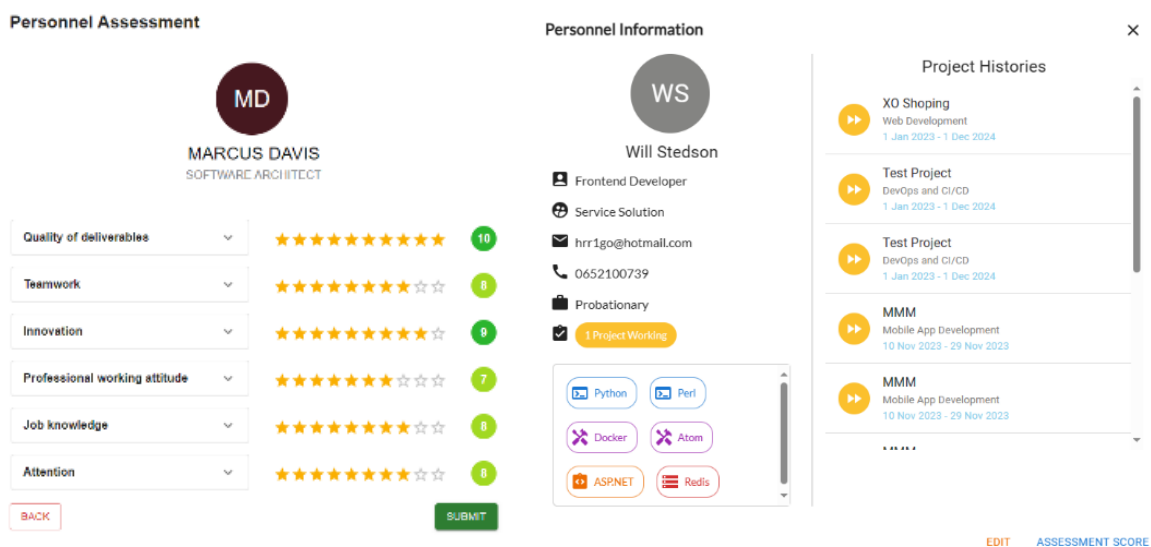
ภาพที่ 4: หน้าหลักของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากร

ในส่วนการจัดการบุคลากร ผู้ใช้สามารถค้นหาและเรียกดูข้อมูลของบุคลากรโดยสามารถเข้าถึงหน้าสร้างข้อมูลบุคลากร หน้าประเมิน และหน้าแก้ไขรายละเอียด ผู้ใช้งานสามารถดูรายละเอียดของบุคลากรนั้น ๆ โดยเข้าไปที่รายชื่อบุคลากร ระบบจะดำเนินการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและดำเนินการแสดงหน้าต่างที่มีข้อมูลรายละเอียดของบุคลากรนั้น ทักษะและคะแนนประเมินในรูปแบบของกราฟไทม์แมงมุม (Radar Chart) ดังแสดงตามภาพที่ 5



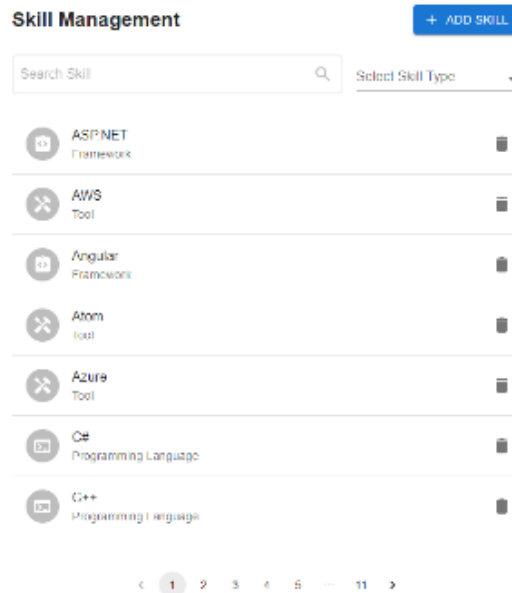
ภาพที่ 5: หน้าต่างแสดงรายละเอียดข้อมูลบุคลากร

ผู้ใช้สามารถประเมินบุคลากรได้โดยการให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ระบุไว้และสามารถดูรายละเอียดของเกณฑ์ได้ โดยคลิกที่หัวข้อเกณฑ์การประเมินเพื่อดูคำอธิบายเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้ที่ประเมินมีความเข้าใจในการประเมินเกณฑ์นั้น ๆ เนื่องจากผู้ประเมินอาจมีมากกว่าหนึ่งคน ความเข้าใจของผู้ประเมินในหัวข้อเกณฑ์การประเมินจึงมีความสำคัญเพื่อให้การประเมินไปในทิศทางเดียวกัน ดังแสดงตามภาพที่ 6



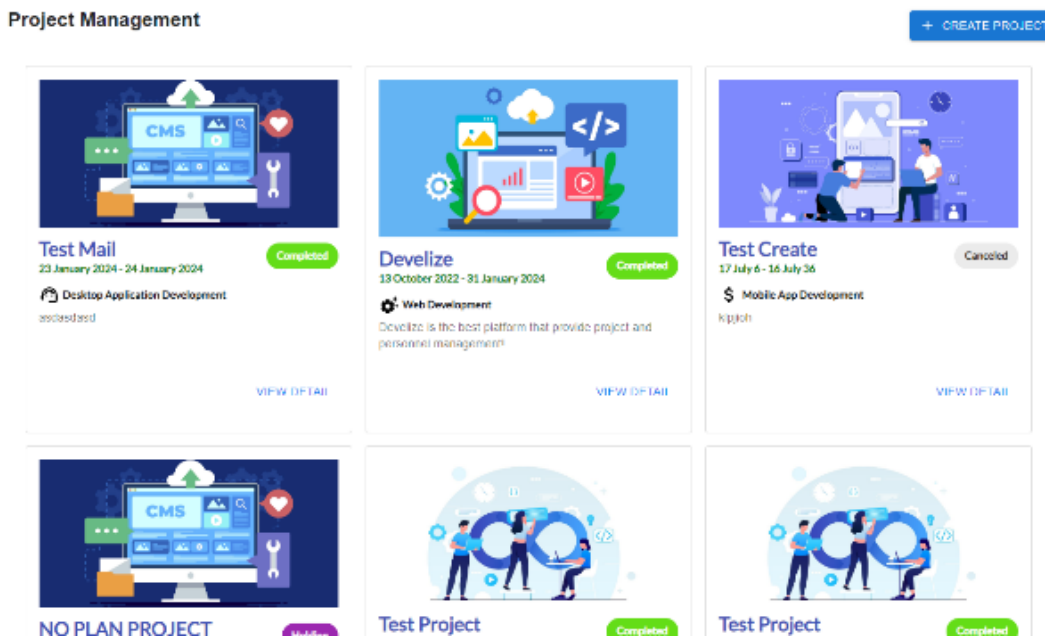
ภาพที่ 6: หน้าประเมินบุคลากร

ในส่วนของการจัดการทักษะ ระบบรองรับการปรับเพิ่มเกณฑ์การประเมินสำหรับโครงการหรือทักษะใหม่ที่มีความจำเป็นในโครงการ โดยผู้ใช้สามารถจัดการข้อมูลทักษะทางเทคนิคที่ใช้ในการจัดการโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ สามารถค้นหา เพิ่มข้อมูล และลบข้อมูลทักษะ ดังแสดงตามภาพที่ 7



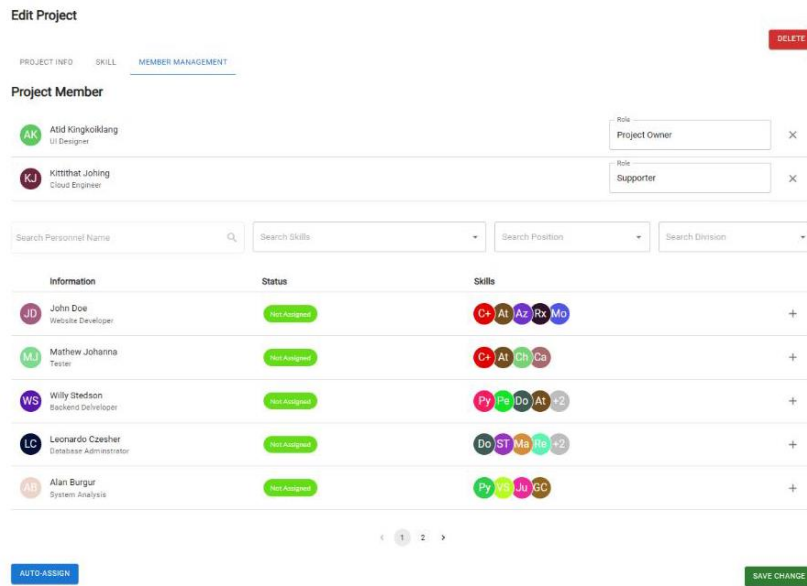
ภาพที่ 7: หน้าการจัดการทักษะ

ในหน้าจัดการโครงการ ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลโครงการที่กำลังดำเนินการหรือเสร็จสิ้นแล้ว เช่น ข้อมูลสถานะของโครงการ ทักษะที่ต้องการในโครงการ รวมถึงบุคลากรที่เป็นสมาชิกในโครงการนั้น นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถสร้างข้อมูลโครงการใหม่ จัดสรรทักษะที่ต้องใช้ในโครงการ ตลอดจนสมาชิกที่มีทักษะสอดคล้องกับโครงการ และสามารถแก้ไขข้อมูลโครงการ ดังแสดงตามภาพที่ 8

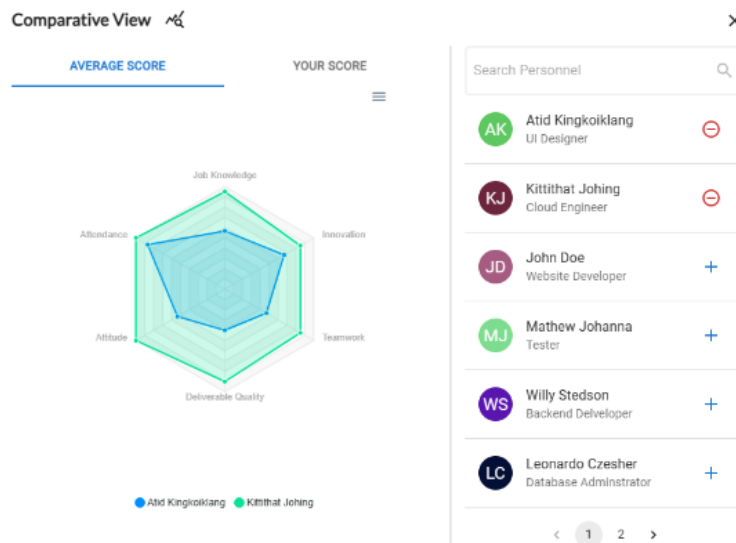


ภาพที่ 8: หน้าจัดการโครงการ

ในการสร้างโครงการใหม่ ผู้ใช้งานหรือผู้จัดการโครงการสามารถทำการเลือกบุคลากรที่มีทักษะสอดคล้องกับงานได้ โดยระบบจะประมวลผลจากข้อมูลที่ได้ใส่ไว้ตอนสร้างโครงการใหม่ โดยแสดงรายชื่อบุคลากรและทักษะ ดังแสดงตามภาพที่ 9 ผู้จัดการโครงการสามารถปรับแต่งผลการแสดงโดยพิจารณาจากโครงการเก่าที่เข้าร่วมประสบการณ์ หรือโครงการที่รับผิดชอบในปัจจุบันว่าสามารถรับโครงการเพิ่มได้หรือไม่ ผู้ใช้งานสามารถใช้ฟังก์ชันการจัดบุคลากรแบบอัตโนมัติ โดยระบบจะทำการพิจารณาข้อมูลของโครงการและจัดบุคลากรที่มีทักษะสอดคล้องกับโครงการและข้อกำหนดอื่น ๆ ให้โดยอัตโนมัติและนำเสนอผลให้กับผู้จัดการโครงการเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจ ระบบสามารถแสดงผลเปรียบเทียบข้อมูลของบุคลากรเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้จัดการโครงการในการมอบหมายงานดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 9: หน้าจัดการบุคลากรสำหรับโครงการ



ภาพที่ 10: หน้าแสดงการเปรียบเทียบทักษะของบุคลากร

### การทดลองใช้งานระบบ

ต้นแบบของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากรได้นำไปให้องค์กรที่พัฒนาซอฟต์แวร์ทดลองใช้และประเมินทั้งสิ้น 12 คน ประกอบด้วยผู้จัดการโครงการจำนวน 9 คน ที่เป็นผู้รับผิดชอบโครงการวางแผนงานและคัดเลือกบุคลากรที่ต้องใช้ในโครงการนั้น ๆ และแผนกทรัพยากรมนุษย์จำนวน 3 คน ที่เป็นผู้จัดสรรจัดหาทรัพยากรให้กับโครงการตลอดจนรวบรวมข้อมูลบุคลากรและทักษะที่จำเป็นต่องาน

## สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

หลังจากการทดสอบและประเมินการทำงานของระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ข้อมูลจะถูกนำมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ โดยวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ศึกษา โดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจ ที่ค่าคะแนนอยู่ในช่วง 1.00 – 5.00 ใช้เกณฑ์ดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ต้นแบบของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากรได้นำไปให้องค์กรที่พัฒนาซอฟต์แวร์ทดลองใช้และประเมิน โดยมีหัวข้อการประเมินหลัก 3 หัวข้อ ได้แก่ การออกแบบ การใช้งาน และประโยชน์ ผู้ประเมินเป็นผู้จัดการโครงการจำนวน 9 คน และแผนกทรัพยากรมนุษย์จำนวน 3 คน ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1:** ผลการประเมินระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากรสำหรับโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์

| หัวข้อการประเมิน  | ระดับความพึงพอใจ |      |       |
|---|------------------|------|-------|
|   | ค่าเฉลี่ย        | S.D. | แปลผล |
| ด้านการออกแบบ   |                  |      |       |
| 1. ข้อความที่แสดงมีความชัดเจน                           | 4.18             | 0.87 | มาก   |
| 2. การใช้สีของระบบมีความเหมาะสม                         | 3.91             | 0.70 | มาก   |
| 3. ภาพและไอคอนที่แสดงสอดคล้องกับการทำงาน                | 4.09             | 0.83 | มาก   |
| 4. การแสดงผลในรูปแบบ กราฟ หรือ อินโฟกราฟิกมีความเหมาะสม | 4.36             | 0.67 | มาก   |
| 5. การออกแบบระบบเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน                   | 3.91             | 0.83 | มาก   |
| รวม   | 4.09             | 0.78 | มาก   |

| หัวข้อการประเมิน   | ระดับความพึงพอใจ |             |            |
|--|------------------|-------------|------------|
|  | ค่าเฉลี่ย        | S.D.        | แปรผล      |
| <b>ด้านการใช้งานระบบ</b>   |                  |             |            |
| 1. ระบบใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน                                      | 3.73             | 0.79        | มาก        |
| 2. ระบบสามารถเข้าถึงได้ง่าย และสามารถเข้าถึงได้ทุกเวลาที่ต้องใช้ | 4.70             | 0.48        | มากที่สุด  |
| 3. สามารถสร้างและจัดการข้อมูลบุคลากรได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง    | 4.27             | 0.47        | มาก        |
| 4. สามารถสร้างและจัดการข้อมูลโครงการได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง    | 4.64             | 0.50        | มากที่สุด  |
| 5. ข้อมูลในฐานข้อมูลมีความถูกต้องและสามารถใช้งานได้ทันที         | 4.73             | 0.47        | มากที่สุด  |
| 6. ระบบสามารถให้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการตัดสินใจเลือกบุคลากร        | 4.82             | 0.40        | มากที่สุด  |
| รวม  | 4.48             | 0.52        | มาก        |
| <b>ด้านประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน</b>                                  |                  |             |            |
| 1. ลดเวลาการทำงานเมื่อเทียบกับการทำงานแบบเดิม                    | 4.45             | 0.52        | มาก        |
| 2. ลดเวลาในการตัดสินใจคัดเลือกบุคลากรสำหรับโครงการ               | 4.64             | 0.50        | มากที่สุด  |
| 3. สนับสนุนให้ตัดสินใจในการคัดเลือกบุคลากรมีประสิทธิภาพมากขึ้น   | 4.64             | 0.50        | มากที่สุด  |
| 4. ระบบทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้                           | 4.36             | 0.50        | มาก        |
| รวม  | 4.52             | 0.51        | มากที่สุด  |
| <b>รวมทุกด้าน</b>  | <b>4.36</b>      | <b>0.60</b> | <b>มาก</b> |

จากผลการประเมิน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.36 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านประโยชน์ต่อผู้ใช้งานซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.52 เหตุผลของผู้ประเมินเห็นพ้องว่า ระบบต้นแบบสามารถช่วยในการจัดเก็บทักษะของพนักงานที่สามารถนำมาเรียกใช้เมื่อต้องการได้ทันที อีกทั้งระบบสนับสนุนการตัดสินใจมีส่วนอย่างมากในการมอบหมายงานให้ตรงกับทักษะของบุคลากรนั้น ๆ และยังสามารถรองรับปริมาณงานที่แต่ละคนรับผิดชอบเพื่อใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจของผู้จัดการโครงการได้อีกด้วย โดยคะแนนที่สูงที่สุดมีค่าเฉลี่ยที่ 4.64 ได้แก่ ลดเวลาในการตัดสินใจคัดเลือกบุคลากรสำหรับโครงการ และสนับสนุนให้ตัดสินใจในการคัดเลือกบุคลากรมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลการประเมินรองลงมาเป็น ด้านการใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.48 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 4.82 คือ ระบบสามารถให้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการตัดสินใจเลือกบุคลากร ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบช่วยให้ผู้ใช้พิจารณาและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุดอยู่ที่ 3.73 ได้แก่ ระบบใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน ผู้ประเมินเห็นว่าเป็นระบบเฉพาะทางที่ต้องใช้การเรียนรู้จึงจะสามารถใช้งานระบบได้อีก ทั้งต้องมีการสร้างข้อมูลทักษะจึงอาจใช้เวลาในช่วงแรกในการเตรียมการ

สุดท้ายผลการประเมินด้านการออกแบบระบบ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.09 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 4.36 ได้แก่ การแสดงผลในรูปแบบ กราฟ หรือ อินโฟกราฟิกมีความเหมาะสม การแสดงผลในรูปแบบอินโฟกราฟิกช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถประมวลผลข้อมูลที่ระบบนำเสนอได้ดีขึ้น เช่น การเปรียบเทียบข้อมูลทักษะของพนักงานที่สามารถประเมินได้สูงสุด 10 คน ส่วนค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 3.91 ได้แก่ การใช้สีของระบบมีความ



เหมาะสม และการออกแบบระบบเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน แม้ว่าจะมีการใช้สีและอินโฟกราฟิก แต่ด้วยพื้นหลังเป็นสีขาว ทำให้หลายหน้าจอที่แสดงผล ไม่น่าดึงดูดใจ และเนื่องจากเป็นระบบเฉพาะทางจึงควรมีคู่มือหรือคำอธิบายในบางส่วนของกระบวนการเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทำความเข้าใจได้ดีขึ้น

## สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดสรรบุคลากรสำหรับโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายผ่านเบราว์เซอร์ เว็บไซต์สามารถรองรับการใช้งานด้านการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลบุคลากร ทักษะ และโครงการ การจัดการผู้ใช้งานในระบบ รวมไปถึงการประเมินบุคลากรและเลือกบุคลากรที่ตรงกับความต้องการแบบอัตโนมัติ การแสดงคะแนนการประเมินในรูปแบบกราฟเพื่อนำมาเปรียบเทียบและช่วยตัดสินใจในการมอบหมายโครงการให้แก่บุคลากรได้สะดวกมากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลบุคลากรให้กับองค์กร ระบบช่วยลดเวลาในการทำงาน ในขณะที่เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการบุคลากรสู่โครงการให้ดีขึ้นตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

## ปัญหาและอุปสรรค

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำเป็นต้องมีการวางแผนและกำหนดขอบเขตโครงการที่ชัดเจน รวมถึงต้องศึกษาเกี่ยวกับภาษาและเฟรมเวิร์กที่ใช้ในการพัฒนา ในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาจึงพบเจอปัญหาเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในขอบเขตของโครงการ ที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการพัฒนา เช่น ปัญหาการเชื่อมความสัมพันธ์ในฐานข้อมูล การออกแบบที่ขาดรายละเอียด การนำโทเคนมาใช้ในการติดต่อกับระบบหลังบ้านเพื่อความปลอดภัย เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้ต้องมีการแก้ไขและออกแบบระบบใหม่ ซึ่งก่อให้เกิดความล่าช้าในการพัฒนา

## ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

การนำระบบจัดสรรบุคลากรสำหรับโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์มาใช้ในการจัดการโครงการจำเป็นต้องอัปเดตข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ อีกทั้งการมอบหมายโครงการจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยภายนอกต่าง ๆ เช่น ประสบการณ์การทำงาน ข้อเสนอแนะจากผู้ร่วมงาน และอื่น ๆ ในการตัดสินใจและวางแผนโครงการ อีกทั้งงานวิจัยนี้ควรมีการต่อยอดพัฒนาระบบให้มีความใช้งานง่าย ควรเพิ่มการอธิบายวิธีการใช้งานระบบให้กับผู้ใช้ และสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามลักษณะการจัดการโครงการของแต่ละองค์กร

## เอกสารอ้างอิง

- ณัฐนันท์ ศูนย์จันดา. (2560). *การพัฒนาระบบฐานข้อมูลศิษย์เก่า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี* [วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต]. DSpace JSPUI. <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1162/1/58902305.pdf>
- พิสุทธา อารีราษฎร์. (2551). *การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา*. อภิชาติการพิมพ์.
- วิชุดา สร้อยสุด, เมธินี อินทร์บัว, จีรภา มิ่งเชื้อ, ยุวดี เคน้ำอ่าง, และ โชติ บดีรัฐ. (2564). การจัดการทรัพยากรมนุษย์ หัวใจสำคัญของการขับเคลื่อนองค์กรยุคปัจจุบัน. *Journal of Modern Learning Development*, 6(5), 341-350.
- ศักดิ์ดา ปินตาวงค์. (2563). การพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลงานวิจัยผ่านเว็บแอปพลิเคชันของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ. *วารสารแม่โจ้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 6(2), 55-70.
- เอกชัย แน่นอุดร และ วิชา ศิริธรรมจักร. (2552). *การเขียนโปรแกรมบนอินเทอร์เน็ต*. อภิชาติการพิมพ์.
- Nguyen, H. P. (2021). *Software Engineer Job Performance Review Criteria*. Grove HR. <https://blog.grovehr.com/resource/software-engineerperformance-review-template>

## การพัฒนาแอนิเมชันสามมิติเพื่อส่งเสริมการออม “ฝันครั้งนี้ต้องสำเร็จ”

### DEVELOPING THREE-DIMENSIONAL ANIMATION TO PROMOTE PEOPLE'S SAVINGS

#### “THIS DREAM MUST COME TRUE”

दनयलेस तलयरतनलकषु<sup>1</sup> वरुणवलकषु वरुवलसकु<sup>2\*</sup>

वलकषु वरुवलसकु<sup>3</sup> कषुनलननु नलसुर<sup>4</sup> ललषकषु डलनकषु<sup>5</sup>

Danailert Tiyarattanachai<sup>1</sup>, Wanvipa Wongvilaisaku<sup>2\*</sup>,

Wiphawee Sringer<sup>3</sup>, Chananan Nason<sup>4</sup>, and Phichaya Phankong<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

<sup>1,2,3,4,5</sup>Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

\*Corresponding Author, E-mail: wanvipawon@pim.ac.th

#### บทคัดย่อ

การกระตุ้นให้ประชาชนมีการออมตั้งแต่วัยทำงานถือเป็นความท้าทายและเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มระดับการออมของคนในประเทศให้สูงขึ้นได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอนิเมชันสามมิติส่งเสริมการออม “ฝันครั้งนี้ต้องสำเร็จ” รวมถึงเพื่อประเมินคุณภาพและความพึงพอใจต่อแอนิเมชัน โดยนำแนวคิด ADDIE Model มาเป็นแนวทางในการดำเนินวิจัย ประกอบด้วย การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การทดลองใช้ และการประเมินผล

ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมคิดเป็น 3.79 (ระดับมาก) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็น 0.59 ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจของแอนิเมชันโดยผู้ชมทั่วไป พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมคิดเป็น 4.26 (ระดับมาก) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็น 0.81 ทั้งนี้ ข้อเสนอแนะที่สำคัญได้แก่ ควรปรับปรุงการเคลื่อนไหวของตัวละครให้เสมือนจริงมากขึ้น

**คำสำคัญ:** แอนิเมชัน แอนิเมชันสามมิติ การออม

#### ABSTRACT

Having encouraged people to start saving since they were in their working age is challenging and can be considered as an essential way to boost the level of domestic savings. This research aimed to develop the three-dimensional animation called “This Dream Must Come True” to promote people’s savings and evaluate the quality and the satisfaction

of the animation by employing ADDIE Model as a research instrument. The model consists of processes in analysis, design, development, implementation, and evaluation. Regarding the quality evaluated by experts, it was revealed that the overall mean was in a high level at 3.79, and the standard deviation was 0.59. Regarding the satisfaction of the animation by general audience, it was found that the overall mean was in a high level at 4.26, and the standard deviation was 0.81. For the improvement, the audience suggested that the characters' movement be developed more realistically.

**Keywords:** Animation, Three-dimensional Animation, Saving

## บทนำ

ในปี พ.ศ. 2567 ประเทศไทยก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) อย่างเต็มรูปแบบ จากข้อมูลกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ในปี 2566 พบว่า ประเทศไทยมีประชากรผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป คิดเป็น 1 ใน 5 ของจำนวนประชากรทั้งประเทศ หรือประมาณ 13 ล้านคน (ไทยพีบีเอส, 2567) ส่งผลให้จำนวนประชากรวัยทำงานลดลง ทั้งนี้ เมื่อถึงช่วงวัยที่ต้องเกษียณอาจทำให้ไม่สามารถหารายได้เทียบเท่ากับช่วงที่ยังทำงานอยู่ โดยรายได้หลังการเกษียณส่วนใหญ่มาจากเงินเดือนผู้สูงอายุและรายได้จากเงินที่เก็บออมไว้ ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการใช้จ่าย บุคคลใดที่ไม่มีเงินออมในปริมาณที่เพียงพออาจเกิดปัญหาในการดำรงชีวิตได้ ดังนั้น หากประชาชนที่ต้องการลดการพึ่งพาลูกหลานในวัยเกษียณ สามารถทำได้โดยการวางแผนการออมในขณะที่ยังสามารถหารายได้เป็นของตนเองเพื่อนำไปใช้ดูแลตนเองยามแก่เฒ่า

จากข้อมูลสำนักงานสถิติแห่งชาติ ระบุว่า สถิติการออมเงินของคนไทย หลังพ้นสถานการณ์โควิด-19 ปรับตัวลดลงต่อเนื่อง หากเทียบก่อนเกิดการระบาดของโควิด 19 โดยสัดส่วนการออมของคนไทย คิดเป็น 74.1% ของจำนวนประชากรทั้งหมด และครัวเรือนที่ไม่มีออม คิดเป็น 25.9% ทั้งนี้ ในปัจจุบันระดับครัวเรือนที่ไม่มีออมมีแนวโน้มที่สูงขึ้น เนื่องจากมีรายได้ไม่พอกับรายจ่าย ทำให้ต้องนำเงินออมออกมาเพื่อชำระหนี้ และบางรายยกเลิกการออมเนื่องจากขาดแรงจูงใจในการออม ส่งผลให้กลุ่มรายได้ปานกลางลดการออมลง หรือหยุดการออมลง (เดลินิวส์ออนไลน์, 2565)

จากสถิติข้างต้น การกระตุ้นให้ประชาชนมีการออมตั้งแต่วัยทำงานถือเป็นความท้าทายและเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มระดับการออมของคนในประเทศให้สูงขึ้นได้ ซึ่งปัจจัยด้านการรับรู้ข่าวสารถือเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการออมของผู้สูงอายุวัยใกล้เกษียณ ดังนั้น การเปิดโลกทัศน์ในการรับรู้ข่าวสารที่เกี่ยวกับการออมเงินในรูปแบบต่าง ๆ จะช่วยให้สามารถเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การออมเงินของตนเอง (สุมาลี แก้วเขียว, 2566)

ทั้งนี้ การยกระดับระดับการออมให้สูงขึ้น สามารถทำได้โดยการจัดทำสื่อที่ให้ความรู้ถึงการออม ในรูปแบบต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น การฝากธนาคาร การลงทุนในหุ้น ตราสารหนี้ และกองทุนรวม เป็นต้น

ตลอดจนชี้ให้เห็นข้อดีของรูปแบบการออมแต่ละประเภทเพื่อให้เหมาะสมกับความสนใจ เช่น ข้อดีของกองทุนรวม คือ ให้ดอกเบี้ยที่สูงกว่าการฝากสะสมทรัพย์และมีผู้ช่วยที่ชำนาญในการนำเงินไปลงทุนเพื่อลดความเสี่ยงให้กับผู้ลงทุน เป็นต้น

คณะผู้วิจัย จึงได้พัฒนาแอนิเมชันสามมิติเพื่อส่งเสริมการออม “ฝันครั้งนี้ต้องสำเร็จ” เพื่อเป็นสื่อที่กระตุ้นให้ผู้ชมวัยก่อนทำงานสนใจการออมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากแอนิเมชันมีจุดเด่น คือ เฟลิดเฟลีน เข้าใจง่าย และไม่ยาวจนเกินไป ทำให้ได้รับความนิยมในการนำมาเป็นสื่อรณรงค์เพื่อให้ความรู้แก่ประชาชน

## ทบทวนวรรณกรรม

### ความหมายของแอนิเมชัน

คำว่า แอนิเมชัน (Animation) รวมทั้งคำว่า animate และ animator มาจากรากศัพท์ละติน "animare" หมายถึง การทำให้มีชีวิต หรือ การทำให้ลายเส้นและรูปทรงเคลื่อนไหวหรือมีชีวิตขึ้นมาได้ (Wells, 1998)

คอมพิวเตอร์แอนิเมชัน (Computer Animation) หมายถึง การสร้างลายเส้นหรือรูปทรงต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ด้วยคอมพิวเตอร์ให้สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างต่อเนื่องในเวลาอันรวดเร็ว สามารถถ่ายทอดเนื้อหาที่สวยงามให้เข้าใจง่ายและมีความน่าสนใจ (วรรณวิภา วงศ์วิไลสกุล และ ดนัยเลิศ ตี ยะรัตนาชัย, 2561)

แอนิเมชันสามมิติ (3D Animation) หมายถึง การสร้างภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบสามมิติ ทำให้ผู้ชมสามารถเห็นสัดส่วน เงามืด แสงสะท้อนบนโมเดลครบทุกด้าน โดยใช้โปรแกรมกราฟิกประเภทสามมิติ (Three Dimensions) ในการสร้างโมเดลและสร้างการเคลื่อนไหวของโมเดล ผ่านการคำนวณของโปรแกรมจนเกิดเป็นภาพเคลื่อนไหว (จุฑามาศ จิระสังข์, 2550)

จากนิยามข้างต้น แอนิเมชันเป็นสื่อที่ถูกพัฒนาขึ้นเป็นผลงานที่มีการเคลื่อนไหวอย่างสวยงาม โดยสามารถนำไปใช้ถ่ายทอดเนื้อหาให้เข้าใจง่าย สามารถเข้าถึงได้ทุกชาติทุกภาษา และนำไปประยุกต์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

### องค์ประกอบของแอนิเมชัน

1. การทำโมเดลตัวละครหรือฉาก (Modeling)
2. การใส่พื้นผิววัตถุ (Surface Texture)
3. การจัดแสง (Lighting)
4. การจัดมุมมองกล้อง (Camera)
5. การทำให้ตัวละครหรือโมเดลในฉากเคลื่อนไหว (Animating)
6. การประมวลผล (Rendering)

## ขั้นตอนการพัฒนาแอนิเมชัน

1. การเตรียมงาน (Pre-production) เป็นขั้นตอนการกำหนดเรื่องราวให้เกิดความสนุกสนาน รวมถึงระบุลักษณะนิสัยของตัวละคร และแนวทางในการทำงานทั้งหมด ได้แก่ กำหนดเนื้อเรื่องหรือบท (Story) การออกแบบภาพ (Visual design) การออกแบบบทภาพ (Storyboard) การกำหนดเสียงพากย์ (Voice) และการจัดทำบอร์ดภาพเคลื่อนไหว (Animatic)

2. การลงมือผลิตงาน (Production) เป็นขั้นตอนการนำเนื้อหาที่ออกแบบไว้มาสร้างเป็นตัวละคร และฉากหลัง พร้อมกำหนดการเคลื่อนไหวที่ต้องการ ได้แก่ การสร้างวัตถุ (Modeling Object) การออกแบบพื้นผิว (Material Design) การใส่กระดูก (Rigging) การจัดแสงและมุมกล้อง (Light and Camera) การเคลื่อนไหว (Animation) และการประมวลผลภาพเคลื่อนไหว หรือการเรนเดอร์ (Render)

3. การตรวจเก็บงาน (Post-production) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการเก็บงานแอนิเมชันให้มีความสมบูรณ์และเกิดเป็นผลงานตามที่ต้องการ ได้แก่ การประกอบผลงาน (Compositing) การใส่ดนตรีประกอบ (Music and Sound Effect) และการตัดต่อ (Editing)

## วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอนิเมชันสามมิติส่งเสริมการออม “ฝันครั้งนี้ต้องสำเร็จ”
2. เพื่อประเมินคุณภาพและความพึงพอใจต่อแอนิเมชันสามมิติ

## วิธีการดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้นำแนวคิด ADDIE Model มาเป็นแนวทางในการดำเนินวิจัย ดังนี้

### 1. การวิเคราะห์ (Analysis)

1.1 การวิเคราะห์เรื่องและบท (Story) โดยผู้วิจัยกำหนดให้แอนิเมชันที่พัฒนาขึ้นอยู่ภายใต้แนวคิด “ช่วยพ่อแม่วางแผนเกษียณ” เพื่อถ่ายทอดเรื่องราวของครอบครัวหนึ่งที่อาจจะแตกต่างจากครอบครัวอื่น นั่นคือ แนวคิดในการวางแผนเรื่องการเงินภายในบ้านโดยทั่วไปจะเป็นภาระหน้าที่ของพ่อแม่ หรือผู้ปกครองเป็นหลัก แต่ในความจริงแล้วไม่ว่าใครก็สามารถมีส่วนร่วมในการวางแผนชีวิตร่วมกันได้ หรือแม้แต่จะเป็นลูกหลานที่ยังขาดประสบการณ์ แต่หากมีความสนใจเรียนรู้และศึกษาข้อมูลอย่างจริงจังก็สามารถช่วยสนับสนุนครอบครัวในการวางแผนเรื่องต่าง ๆ ได้เช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการออมเงินซึ่งเป็นเรื่องสำคัญและเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวสำหรับทุกคน

1.2 การวิเคราะห์ตัวละครโดยแอนิเมชันเรื่องนี้เป็นการเล่าถึงครอบครัวหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ที่มีฐานะปานกลาง ตัวละครหลักเป็นลูกชายที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่มีความสนใจและศึกษาด้านเศรษฐกิจ การค้า และการลงทุนมาตั้งแต่เด็ก ตลอดจนวางแผนเข้าศึกษาต่อมหาวิทยาลัยในคณะเศรษฐศาสตร์ เขาจึงขยันทำงานพิเศษเพื่อหารายได้ระหว่างเรียน นอกจากนี้ ยังมีตัวละครสำคัญอีก 2 ตัว

ละคร คือ พ่อและแม่ ที่ทำงานอย่างหนักในการหาเงินจุนเจือครอบครัว จนลืมเรื่องสำคัญในการวางแผนเกษียณเมื่ออายุมากขึ้น และเห็นว่าลูกยังเป็นเด็กอยู่เสมอ ทำให้การพูดคุยเรื่องการออมเงินระหว่างสามคนพ่อแม่ลูกจึงเป็นเรื่องยาก

## 2. การออกแบบ (Design)

2.1 การออกแบบตัวละคร เป็นการออกแบบรูปลักษณ์ของตัวละครในแอนิเมชันให้มีความโดดเด่นและสอดคล้องกับเนื้อเรื่องที่กำหนดไว้



|  |  |  |
|--|--|--|
| ชื่อตัวละคร<br>อุปนิสัย ใจดี ช่างสงสัย<br>ลักษณะเด่น เพศหญิง<br>ผมยาว ใส่กระโปรง | ชื่อตัวละคร<br>อุปนิสัยมุ่งมั่น ขยัน มีความรับผิดชอบ<br>ลักษณะเด่น เพศชาย<br>ผมสั้นสีน้ำตาล ใส่ชุดนักเรียน | ชื่อตัวละคร<br>อุปนิสัย จริงจังกับงาน<br>ลักษณะเด่น เพศชาย ผมสั้นสีน้ำตาล<br>ตาสีเขียว ใส่เสื้อเชิ้ต |
|--|--|--|

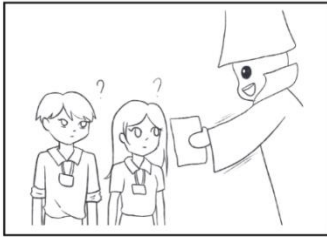
ภาพที่ 1: การออกแบบตัวละครหลักที่ใช้ในแอนิเมชัน

2.2 การออกแบบสตอรี่บอร์ด เป็นการขยายความจากเนื้อเรื่องโดยมีภาพและบทอธิบายรูปภาพเป็นข้อๆ เพื่อให้มองเห็นเนื้อเรื่องทั้งหมด ทำให้สามารถเข้าใจในแต่ละฉากและจำแนกมุมมองต่าง ๆ โดยการร่างภาพลายเส้นที่แสดงถึงการดำเนินเรื่องพร้อมคำบรรยายเบื้องต้น ซึ่งถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญ

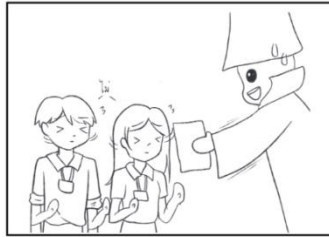


Production Name:

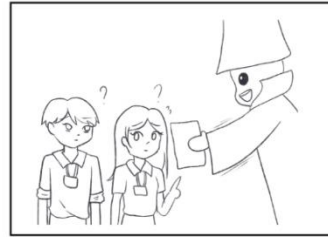
Page No:



Short: อยู่ดูวันหนึ่งมาตลอดคิดว่ามันเกินอายุเข้าไปปอวี่ใจ  
Action: มาตลอดเข้าไปปอวี่ใจ  
Sound/Time: \_\_\_\_\_



Short: โดยที่ปอวี่ใจไปแล้วแต่ยังอยากทราบว่าทำไมเขาต้องเข้าไปปอวี่ใจ  
Action: ทำท่าทางปอวี่ใจ  
Sound/Time: \_\_\_\_\_



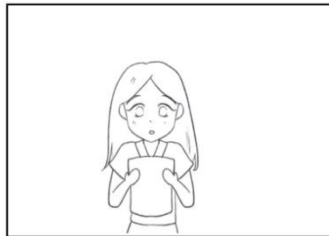
Short: โดยที่ปอวี่ใจไปแล้วแต่ยังอยากทราบว่าทำไมเขาต้องเข้าไปปอวี่ใจ  
Action: เข้าไปปอวี่ใจ  
Sound/Time: \_\_\_\_\_

Production Name:

Page No:



Short: แล้วพอถึงวันหนึ่งเขากลับมาเจอคนที่เกิดขึ้นในทุกๆวัน  
Action: ทำท่าทางเข้าไปปอวี่ใจในวินาทีต่อมา  
Sound/Time: \*จากซ้ายแต่เปลี่ยนสีเสื้อ\*



Short: จนเกิดความสงสัยจึงเข้าไปปอวี่ใจที่โรงเรียน  
Action: เข้าไปปอวี่ใจที่โรงเรียน  
Sound/Time: \_\_\_\_\_



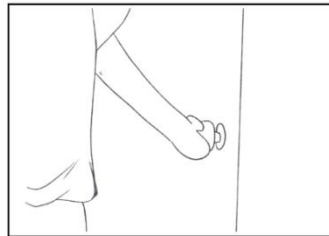
Short: เมื่ออ่านแล้วก็สนใจจึงนึกถึงคำพูดของผู้อื่นก่อนเขาว่า  
Action: ทำท่าทางสนใจ และเริ่มใช้หนังสือ  
Sound/Time: \_\_\_\_\_

Production Name:

Page No:



Short: เมื่ออ่านแล้วก็สนใจจึงนึกถึงคำพูดของผู้อื่นก่อนเขาว่า  
Action: พูดคุยกันเรื่องการลองทำ  
Sound/Time: \_\_\_\_\_



Short: จึงนำเรื่องนี้ไปคุยกับคนอื่นแล้วทั้งสองจึงตัดสินใจลองทำ  
Action: เปิดประตู  
Sound/Time: \*เสียงเปิดประตูดังแกรก\*

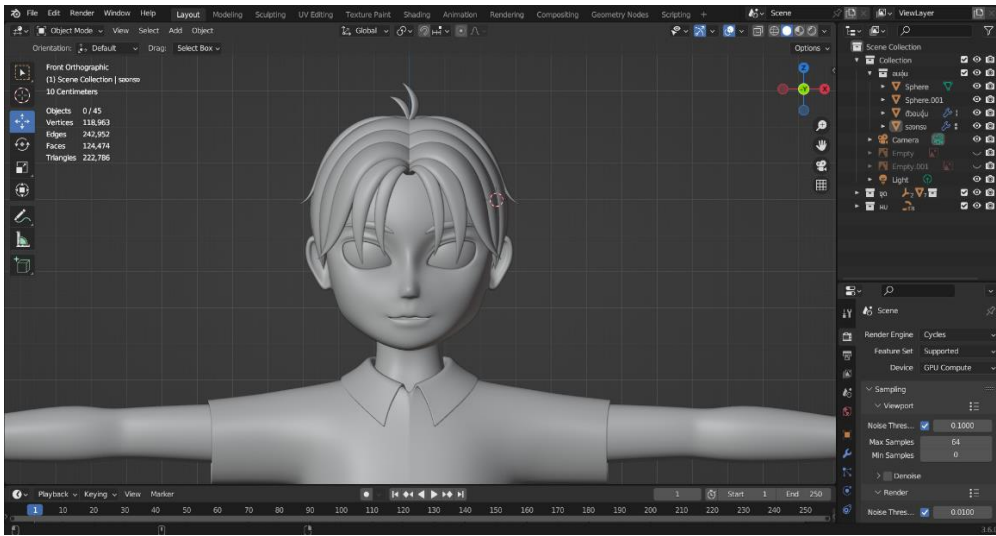


Short: จึงนำเรื่องนี้ไปคุยกับคนอื่นแล้วทั้งสองจึงตัดสินใจลองทำ  
Action: เรียกหาคนอื่น  
Sound/Time: \_\_\_\_\_

## ภาพที่ 2: ตัวอย่างการออกแบบสตอรี่บอร์ดที่ใช้ในแอนิเมชัน

### 3. การพัฒนา (Development)

3.1 การปั้นตัวละคร (Modeling) เป็นการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการสร้างโมเดลตัวละคร  
สีหน้า ท่าทาง ฉาก และวัตถุที่ออกแบบไว้ให้เป็นไปตามที่กำหนด



ภาพที่ 3: ตัวอย่างขั้นตอนการปั้นตัวละคร

3.2 การใส่พื้นผิววัตถุ (Surface Texture) เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นหลังจากการปั้นตัวละครและวัตถุเสร็จแล้ว โดยนำมากำหนดพื้นผิวและลวดลายต่าง ๆ รวมทั้งลักษณะความเงาและความด้านให้กับโมเดล เพื่อให้เกิดความสวยงามและสอดคล้องกับเรื่องราวในแอนิเมชัน



ภาพที่ 4: ตัวอย่างขั้นตอนการใส่พื้นผิวของวัตถุ

3.3 การใส่กระดูก (Rigging) เป็นการสร้างกระดูกและควบคุมกระดูก เพื่อให้ตัวละครสามารถเคลื่อนไหวได้ ซึ่งขั้นตอนนี้มีความยากและใช้เทคนิคที่ค่อนข้างซับซ้อน



ภาพที่ 5: ตัวอย่างขั้นตอนการใส่กระดูกให้โมเดล

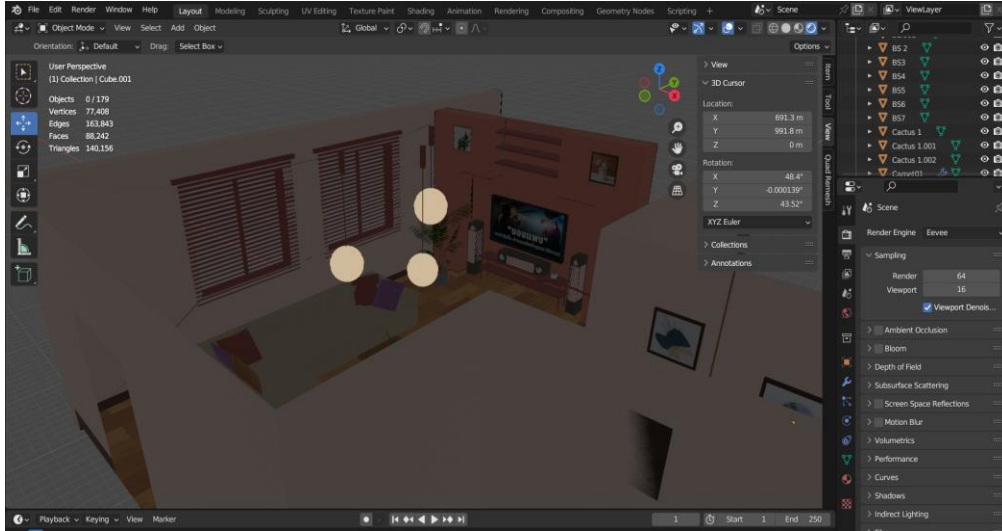
3.4 การทำภาพเคลื่อนไหว (Animating) เป็นขั้นตอนหลังจากทำการใส่กระดูกต่าง ๆ ของตัวละครหรือวัตถุที่ต้องการแล้ว โดยการทำให้ตัวละครหรือวัตถุที่ต้องการเกิดการเคลื่อนไหวตามสตอรี่บอร์ดและเก็บรายละเอียดต่าง ๆ ให้มีความเหมือนจริงมากยิ่งขึ้น



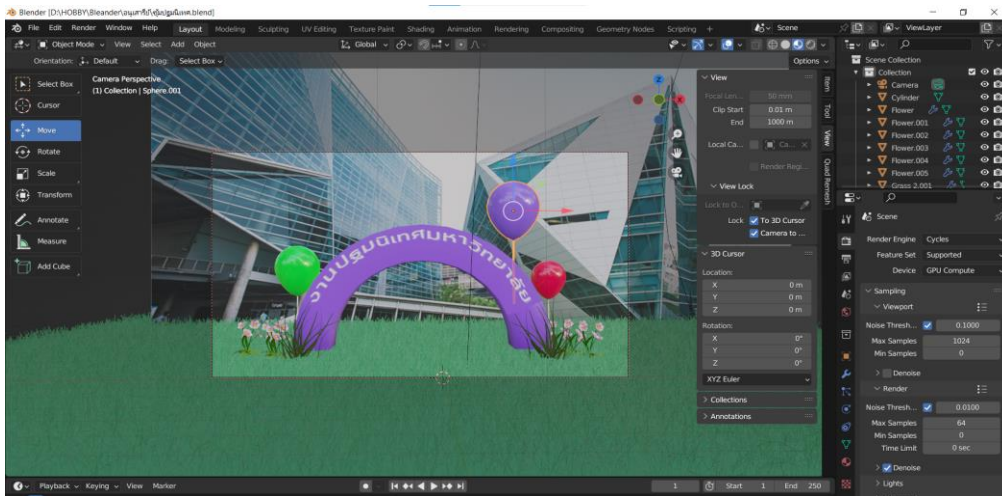
ภาพที่ 6: ตัวอย่างขั้นตอนการทำภาพเคลื่อนไหว

3.5 การจัดแสงและมุมกล้อง (Light and Camera) เป็นขั้นตอนกำหนดแสงและมุมกล้องให้กับโมเดล ซึ่งการใส่แสงจะช่วยให้กำหนดทิศทางเงาและลักษณะของแสงที่ตกกระทบวัตถุได้ เพื่อให้ได้บรรยากาศตลอดจนให้ได้องค์ประกอบที่ใกล้เคียงกับสตอรี่บอร์ดมากที่สุด โดยคำนึงถึงมุมกล้อง ตำแหน่งของตัวละคร

หรือระยะเวลาของฉากนั้น ๆ ทั้งนี้ แสงและเงาจะเป็นตัวช่วยในการสร้างมิติและอารมณ์ให้กับแอนิเมชัน อีกทั้งยังเพิ่มความเสมือนจริงให้กับแอนิเมชันอีกด้วย



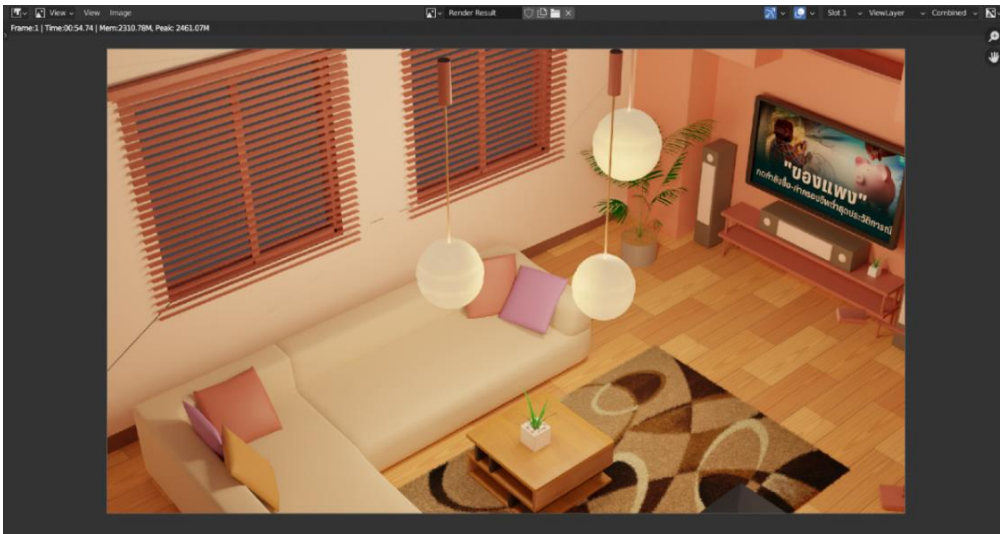
ภาพที่ 7: ตัวอย่างขั้นตอนการจัดแสง



ภาพที่ 8: ตัวอย่างขั้นตอนการจัดมุมกล้อง

3.6 การประมวลผลภาพเคลื่อนไหวหรือการเรนเดอร์ (Rendering) เป็นการประมวลผลการเคลื่อนไหวของโมเดลตามที่กำหนดไว้ออกมาเป็นภาพนิ่ง เปรียบเสมือนการถ่ายรูปทีละเฟรมเพื่อนำมาร้อยเรียงกันเป็นเรื่องราว ซึ่งขั้นตอนนี้จะมีการตั้งค่าต่าง ๆ ทำให้คอมพิวเตอร์ทำงานอย่างหนัก และใช้เวลานาน





ภาพที่ 9: ตัวอย่างขั้นตอนการเรนเดอร์

3.7 การประกอบผลงาน (Compositing) เป็นการนำตัวละครและฉากหลังมารวมเป็นภาพเดียวกัน เพื่อปรับแสงและสีของภาพให้กลมกลืนกัน ทำให้แอนิเมชันมีความสมบูรณ์มากขึ้น

3.8 การใส่ดนตรีประกอบ (Music and Sound Effect) คือ การเลือกเพลงหรือเสียงประกอบให้ สอดคล้องกับการดำเนินเรื่อง หรือ การใช้เสียงพากย์เพื่อสื่อสารกับผู้ชมให้เข้าใจได้มากที่สุด

3.9 การตัดต่อ (Editing) เป็นการใช้ซอฟต์แวร์เพิ่มลดความยาวของแอนิเมชันให้ได้ตามที่กำหนดไว้ แล้วจึงประมวลผลออกมาเป็นชิ้นงานตามต้องการ

3.10 การใส่ลูกเล่น (Composite Effect) เป็นส่วนเสริมในการสร้างแอนิเมชันให้มีความน่าสนใจ มากยิ่งขึ้น เช่น การใส่ควัน เนื่องจากบางครั้งการตกแต่งที่จัดทำไว้ก่อนการเรนเดอร์อาจยังไม่สามารถสื่อสาร ได้ดีพอ

#### 4. การนำไปใช้ (Implement)

เป็นการนำผลงานแอนิเมชันที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้ชมทั่วไปที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษา ระดับปริญญาตรี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ได้รับชมผลงาน



ภาพที่ 10: ผลงานแอนิเมชัน “ฝันครั้งนั้นต้องสำเร็จ”

## 5. การประเมินผล (Evaluation)

เป็นขั้นตอนการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ และการประเมินความพึงพอใจในการรับชมจากผู้รับชมทั่วไป โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ซึ่งมีระดับมาตราส่วน 5 ระดับ เป็นเครื่องมือในการประเมินผล และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ทั้งนี้ ระดับของเกณฑ์ประเมินคุณภาพและความพึงพอใจ ได้แก่

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

แอนิเมชันสามมิติส่งเสริมการออม “ฝันครั้งนี้ต้องสำเร็จ” ได้รับการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน และการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ชมทั่วไป ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบบังเอิญตามสะดวก (Convenience Sampling) จำนวน 52 คน ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 1 - 3

ตารางที่ 1: ผลวิเคราะห์ประเมินคุณภาพของแอนิเมชันโดยผู้เชี่ยวชาญ (n = 3)

| รายการประเมิน                                | $\bar{x}$   | S.D.        | คุณภาพ     |
|--|-------------|-------------|------------|
| 1. ความสอดคล้องของเนื้อเรื่องกับวัตถุประสงค์ | 3.67        | 0.58        | มาก        |
| 2. ความรู้ด้านการออมที่ได้รับ                | 4.00        | 1.00        | มาก        |
| 3. การลำดับเนื้อเรื่องมีความน่าสนใจ          | 3.67        | 0.58        | มาก        |
| 4. โมเดลมีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง          | 4.00        | 0.00        | มาก        |
| 5. พื้นผิวของวัตถุมีความเหมาะสม              | 3.67        | 0.58        | มาก        |
| 6. แสงมีความเหมาะสม                          | 3.67        | 0.58        | มาก        |
| 7. มุมกล้องมีความเหมาะสม                     | 4.00        | 0.00        | มาก        |
| 8. การเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม                | 3.33        | 0.58        | ปานกลาง    |
| 9. เสียงพากย์มีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง     | 4.00        | 1.00        | มาก        |
| 10. เสียงดนตรีมีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง    | 3.67        | 0.58        | มาก        |
| 11. เสียงประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง   | 4.00        | 1.00        | มาก        |
| <b>ค่าเฉลี่ยโดยรวม</b>                       | <b>3.79</b> | <b>0.59</b> | <b>มาก</b> |

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของแอนิเมชันโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่า รายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ความรู้การออมที่ได้รับ โมเดลมีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง มุมกล้องมีความเหมาะสม เสียงพากย์มีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง และเสียงประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับมาก ส่วนรายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ การเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.33 อยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยโดยรวมของการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.79 อยู่ในระดับมาก และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คิดเป็น 0.59 ทั้งนี้ ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ควรปรับปรุงการเคลื่อนไหวด้านการพูดและลักษณะท่าทางของตัวละครให้ดูมีชีวิตหรือมีความเสมือนจริงมากขึ้น



ตารางที่ 2: ผลวิเคราะห์ประเมินความพึงพอใจของแอนิเมชันโดยผู้ชมทั่วไป (n = 52)

| รายการประเมิน                             | $\bar{x}$   | S.D.        | ความพึงพอใจ |
|---|-------------|-------------|-------------|
| 1. ความรู้การออมและการลงทุนที่ได้รับ      | 4.29        | 0.75        | มาก         |
| 2. การลำดับเนื้อเรื่องมีความน่าสนใจ       | 4.29        | 0.75        | มาก         |
| 3. ออกแบบตัวละครมีความน่าสนใจ             | 4.21        | 0.85        | มาก         |
| 4. สีและแสงของแอนิเมชันมีความเหมาะสม      | 4.29        | 0.85        | มาก         |
| 5. องค์ประกอบของมุกตลกมีความเหมาะสม       | 4.23        | 0.85        | มาก         |
| 6. การเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม             | 4.06        | 0.92        | มาก         |
| 7. เสียงพากย์มีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง  | 4.23        | 0.92        | มาก         |
| 8. เสียงดนตรีมีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง  | 4.37        | 0.74        | มาก         |
| 9. เสียงประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง | 4.42        | 0.70        | มาก         |
| <b>ค่าเฉลี่ยโดยรวม</b>                    | <b>4.26</b> | <b>0.81</b> | <b>มาก</b>  |

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของแอนิเมชันโดยผู้ชมทั่วไป 52 ท่าน พบว่า รายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ เสียงประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.42 อยู่ในระดับมาก ส่วนรายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ การเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.06 อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยโดยรวมของการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ชมทั่วไป คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.26 อยู่ในระดับมาก และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คิดเป็น 0.81 ทั้งนี้ ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากกลุ่มผู้ชมทั่วไป ได้แก่ ตัวละครน่ารัก เนื้อเรื่องให้ความรู้ได้ตรงจุด แต่ควรปรับแอนิเมชันบางฉากให้ดูเป็นธรรมชาติมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 3: ผลวิเคราะห์ความสนใจแอนิเมชันต่อการออมโดยผู้ชมทั่วไป (n = 52)

| ระดับความสนใจแอนิเมชัน | มาก   | ปานกลาง | น้อย | ไม่สนใจ |
|------------------------|-------|---------|------|---------|
| จำนวน                  | 24    | 27      | -    | 1       |
| ร้อยละ                 | 46.15 | 51.92   | -    | 1.92    |

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสนใจแอนิเมชันต่อการออมโดยผู้ชมทั่วไป จำนวน 52 คน พบว่า ผู้ชมที่มีความสนใจมาก คิดเป็นร้อยละ 46.15 สนใจปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.92 และไม่สนใจ คิดเป็นร้อยละ 1.92

## สรุปผลการวิจัย

แอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อส่งเสริมการออม “ฝันครั้งนี้ต้องสำเร็จ” ได้นำแนวคิด ADDIE Model มาเป็นแนวทางในการดำเนินวิจัย ประกอบด้วย การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation)

จากผลการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมของการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.79 อยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความพึงพอใจของแอนิเมชัน โดยผู้ชมทั่วไป คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.26 อยู่ในระดับมาก โดยรายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและผู้ชมทั่วไป คือ เสียงดนตรีมีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณัตตยา เอี่ยมคง และ ศิริศักดิ์ จำนงค์ศาสตร์ (2563) เรื่อง การใช้การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติเพื่อการประชาสัมพันธ์กรณีศึกษา เรื่อง พาทัวร์แนวการศึกษาต่อสาขาวิชาธุรกิจดิจิทัลหลักสูตรบริหารธุรกิจ ที่มีผลประเมินด้านเสียงอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งช่วยให้เกิดความเพลิดเพลินสำหรับผู้ชม ส่วนรายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ การเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลงานวิจัยของกานต์ คุมภัย และคณะ (2565) เรื่อง การออกแบบและพัฒนาแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง เชิงศิลป์ ส่งเสริมการรับรู้ศิลปะแม่ไม้มวยไทย ของนักเรียนโรงเรียนกระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ” ที่มีความพึงพอใจในการออกแบบและการเคลื่อนไหวตัวละครอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากได้มีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการเคลื่อนไหวตัวละครในการทำท่ามวยไทยจากผู้เชี่ยวชาญด้านมวยไทยโดยตรง จากสื่อโทรทัศน์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้การเคลื่อนไหวของตัวละครในแอนิเมชัน 3 มิติ มีการเคลื่อนไหวร่างกายที่ถูกต้องตามตำราแม่ไม้มวยไทย

คณะผู้วิจัยได้ค้นพบว่า การเขียนบทถือเป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาแอนิเมชันและใช้เวลาค่อนข้างมากในการสร้างจุดสนใจของเรื่องราวของแอนิเมชันผ่านบทที่เขียนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ อนัน วาโษะ (2563) จากงานวิจัย เรื่อง การออกแบบแอนิเมชัน 3 มิติเพื่อส่งเสริมความรู้และตระหนักถึงปัญหาความรุนแรงต่อเด็ก ที่เห็นว่าการเขียนบทถือเป็นหัวใจสำคัญของการทำแอนิเมชันเพื่อให้ผู้ชมได้เข้าใจเรื่องราวได้ง่ายขึ้น

## ข้อเสนอแนะ

1. ควรพัฒนาและจัดวางท่าทางของตัวละครให้ดูเป็นธรรมชาติมากขึ้น
2. ควรใช้เทคนิคการตัดต่อเพื่อช่วยให้แอนิเมชันมีความเสมือนจริงมากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

กานต์ คุมภัย, ธนัท แสงกิ่ง, ปณิตดา ใจบุญลือ, และ ธนิตชากร ปตาระโพธิ์. (2565). การออกแบบและพัฒนาแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง เชิงศิลป์ ส่งเสริมการรับรู้ศิลปะแม่ไม้มวยไทยของนักเรียนโรงเรียนกระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ”. ใน *วิจัยสร้าง Innovation and Technology เพื่อรองรับสังคมไทยยุค Digital World. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม* (น. 624-635).

- จุฑามาศ จิระสังข์. (2550). *3Ds Max 9 ฉบับสมบูรณ์*. ชัคเชส มีเดีย จำกัด.
- เดลินิวส์ออนไลน์. (2565, 22 สิงหาคม). *เปิดสถิติเงินฝากคนไทย ออมเงินมาก-น้อยแค่ไหน 'กูรู' แนะนำวางแผนสู่ความมั่งคั่ง*. <https://www.dailynews.co.th/news/1388335>
- ไทยพีบีเอส. (2567, 8 มกราคม). *Aging Society ไทยเข้าสู่สังคม"แก่เต็มขั้น" สวนทางเด็กเกิดน้อย*. <https://www.thaipbs.or.th/news/content/335743>
- ณัตตยา เอี่ยมคง และ ชีรศักดิ์ จำนงค์ศาสตร์. (2563). *การใช้การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติเพื่อการประชาสัมพันธ์กรณีศึกษา เรื่อง พาทัวร์แนวการศึกษาต่อสาขาวิชาธุรกิจดิจิทัลหลักสูตรบริหารธุรกิจ. วารสารวิจัยและพัฒนาวิจัยของกรมในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 15(2), 91-104. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/241514>*
- วรรณวิภา วงศ์วิไลสกุล และ ดนัยเลิศ ตียะรัตนาชัย. (2561). *การประยุกต์ใช้แอนิเมชันสำหรับเด็ก. วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน, 24(2), 306-316. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/CUTJ/article/view/240673>*
- สุมาลี แก้วเขียว. (2566). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการออมของผู้สูงอายุวัยใกล้เกษียณในจังหวัดภูเก็ต. Journal of Roi Kaensarn Academi, 8(8), 528-542. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JRKSA/article/view/261385>*
- อนัน วาโษะ. (2563). *การออกแบบแอนิเมชัน 3 มิติเพื่อส่งเสริมความรู้และตระหนักถึงปัญหาความรุนแรง ต่อเด็ก [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยรังสิต. Rangsit University Intellectual Repository (RSUIR). [https://rsuir-library.rsu.ac.th/bitstream/123456789/908/1/Anan% 20Vasoh.pdf](https://rsuir-library.rsu.ac.th/bitstream/123456789/908/1/Anan%20Vasoh.pdf)*
- Wells, P. (1998). *Understanding Animation*. Taylor & Francis.

การออกแบบและพัฒนาต้นแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท  
DESIGNING AND DEVELOPING OF E-COMMERCE WEBSITE PROTOTYPE  
CASE STUDY PIM SMART SHOP

วรรณวิภา วงศ์วิไลสกุล<sup>1\*</sup> ชม กิมปาน<sup>2</sup>  
ธีรเมธ กันธิมา<sup>3</sup> และไพบุณย์ แก้วมงคล<sup>4</sup>  
Wanvipa Wongvilaisakul<sup>1\*</sup>, Chom Kimpan<sup>2</sup>,  
Teeremet Kantima<sup>3</sup>, and Paiboon Kaewmongkol<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

<sup>1,2,3,4</sup>Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

\*Corresponding Author, E-mail: wanvipawon@pim.ac.th

### บทคัดย่อ

เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ช่วยสนับสนุนธุรกิจให้ขายสินค้าหรือบริการได้ตลอดเวลา ส่งผลให้มียอดขายที่เพิ่มขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท รวมถึงเพื่อประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของต้นแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์ จากการประเมินประสิทธิภาพของเว็บไซต์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 4.22 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็น 0.43 อยู่ในระดับดี ทั้งนี้ ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ทั่วไป จำนวน 61 คน มีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็น 0.75 อยู่ในระดับดี โดยข้อเสนอแนะ ที่สำคัญ ได้แก่ ควรนำแนวคิดในการออกแบบ UX/UI มาใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์ให้มีความน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น

**คำสำคัญ:** พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ระบบขายสินค้าออนไลน์

### ABSTRACT

E-commerce websites support businesses to sell products or services anytime, which helps to increase sales. This research aims to develop a prototype online sales website. The case study will be from the PIM Smart Shop to evaluate the efficiency and satisfaction of the prototype online sales website. From the evaluation of the website's efficiency by three experts, it was found that the mean was 4.22, and the standard deviation was 0.43, which is at a satisfactory level. The satisfaction evaluation results of 61 general users had an average

of 4.30, and the standard deviation was 0.75, which is at a satisfactory level. The key suggestions include the concepts that should be applied in UX/UI and responsive web design.

**Keywords:** E-commerce, E-commerce Website, Online Shopping System

## บทนำ

เทคโนโลยีมีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนารูปแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ หรือการซื้อขายสินค้าออนไลน์ที่ส่งผลให้พฤติกรรมของผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยลูกค้าสามารถค้นหาหรือสินค้าที่ต้องการ ตลอดจนสามารถสั่งซื้อสินค้าหรือบริการได้เพียงปลายนิ้ว ทั้งนี้ ปัจจุบันการซื้อขายสินค้าออนไลน์มีแพลตฟอร์มที่หลากหลายในการรองรับความต้องการของผู้บริโภค อาทิ เว็บไซต์ สื่อออนไลน์ และแอปพลิเคชัน เป็นต้น (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง, 2561)

จากสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2019 เป็นต้นมา ทำให้ผู้บริโภคส่วนใหญ่หันมาใช้รูปแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น เพื่อทดแทนการเดินทาง ออกนอกที่อยู่อาศัยและเป็นการเว้นระยะห่างทางสังคม ดังนั้น ผู้ประกอบการบางส่วนที่ยังใช้รูปแบบเดิม ต่างพากันปรับตัวเป็นรูปแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภค ส่งผลให้มูลค่าของพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เติบโตขึ้นแบบก้าวกระโดด (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2564)

Gen Z จัดเป็นกลุ่มที่มีพฤติกรรมโดดเด่นในช่องทางโซเชียลคอมเมอร์ซด้วยสัดส่วนการซื้อสินค้า ผ่านโซเชียลคอมเมอร์ซมากถึง 40.6% ของช่องทางซื้อสินค้าออนไลน์ทั้งหมด โดยนิยมชำระเงินค่าสินค้า หรือบริการด้วยวิธีโอนเงิน ผ่านเลขบัญชี พร้อมเพย์ และ QR Code มาเป็นอันดับหนึ่ง เก็บเงินปลายทาง เป็นอันดับสอง (มาร์เก็ตเธียร์ออนไลน์, 2567)

พีไอเอ็ม สมาร์ท หรือ “กองทุนเพื่อชีวิตแห่งการเรียนรู้” เป็นหน่วยงานภายในสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ที่ให้การสนับสนุนค่าครองชีพและช่วยเหลือนักศึกษาที่ประสบปัญหาด้านค่าใช้จ่าย โดยมี ช่องทางการหารายได้หลักจากร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท ใน 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) PIM SMART SHOP เป็นร้านสำหรับขายสินค้าทั่วไปที่ได้รับการสนับสนุนจากบริษัทในเครือเจริญโภคภัณฑ์ ตลอดจนได้รับการบริจาคสินค้าจากบริษัทภายนอก อาทิ อุปกรณ์การเรียน เสื้อผ้ามือสอง รองเท้า ครีมอาบน้ำ สบู่ และ ขนม เป็นต้น และ 2) PIM Souvenir Shop เป็นร้านค้าสำหรับจำหน่ายชุดเครื่องแบบและอุปกรณ์เครื่องแต่งกายสำหรับนักศึกษา รวมถึงของที่ระลึกต่าง ๆ อาทิ เสื้อโปโล ตุ๊กตา กระเป๋า และ หมวก เป็นต้น ทั้งนี้ รายได้ที่เกิดขึ้นจากการจำหน่ายสินค้าของร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท จะถูกนำมาจัดสรรเป็นกองทุนสำหรับนักศึกษาที่มีความประสงค์ขอรับความช่วยเหลือในด้านการเงิน

คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการเพิ่มโอกาสในการสร้างยอดขายของร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท เพื่อระดมทุนมาสนับสนุนนักศึกษาที่ประสบปัญหาด้านการเงิน จึงได้พัฒนาต้นแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์สำหรับร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท

## ทบทวนวรรณกรรม

### ความหมายของพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) คือ การซื้อขายสินค้าหรือบริการ หรือ การทำธุรกรรมข้อมูล หรือเงินทุนผ่านเครือข่ายอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอินเทอร์เน็ต โดยธุรกรรมเชิงพาณิชย์เหล่านี้เกิดขึ้น ในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ ธุรกิจกับผู้บริโภค (B2C) ธุรกิจกับธุรกิจ (B2B) ผู้บริโภคกับธุรกิจ (C2B) หรือผู้บริโภคร่วมกับผู้บริโภค (C2C) ทั้งนี้ บางครั้งมีการใช้คำว่า E-tail ในการกล่าวถึงกระบวนการของธุรกรรมซื้อปึ่งออนไลน์ ซึ่งมีการใช้เว็บไซต์ที่มีฟังก์ชันในการดำเนินการผ่านธุรกรรมเชิงพาณิชย์บนเว็บ (Abeer et al., 2020)

### การพัฒนาเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

Pathagama and Ravindra (2021) อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการพัฒนาเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบัน คือ เพื่อให้ผู้บริโภคมีแพลตฟอร์มที่สามารถค้นคืนข้อมูลสารสนเทศในการซื้อขายสินค้า และสามารถดำเนินการต่าง ๆ เช่น การหยิบสินค้าลงตะกร้า การบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในภายหลัง การชำระเงิน การติดตามข้อมูลการสั่งซื้อ และอื่น ๆ เป็นต้น

### ข้อดีและข้อเสียของเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

Shruti et al. (2023) อธิบายถึงข้อดีและข้อเสียของพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

#### ข้อดี

1. สามารถเข้าถึงได้ทั่วโลก (Global Reach) : เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์มีศักยภาพในการเข้าถึงลูกค้าทั่วโลก ทำลายอุปสรรคทางภูมิศาสตร์ และขยายฐานลูกค้านอกเหนือจากตลาดท้องถิ่นได้
2. สามารถเพิ่มยอดขายให้สูงขึ้น (Increased Sales) : เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เปิดโอกาสให้ขายสินค้าหรือบริการได้ตลอด 24 ชั่วโมงทุกวัน ซึ่งอาจนำไปสู่ยอดขายที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับร้านค้าที่มีหน้าร้านจริงซึ่งถูกจำกัดด้วยเวลาทำการ
3. ความคุ้มค่าด้านต้นทุน (Cost-Effectiveness) : เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สามารถสร้างความคุ้มค่าได้มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับร้านค้าที่มีหน้าร้าน เนื่องจากเว็บไซต์เหล่านี้มีต้นทุนค่าโฆษณาที่ต่ำกว่า โดยไม่จำเป็นต้องจัดเก็บสินค้าคงคลัง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน
4. ความสะดวกสบาย (Convenience) : เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์มอบความสะดวกสบายให้แก่ลูกค้า เนื่องจากพวกเขาสามารถซื้อสินค้าจากที่บ้านหรือระหว่างเดินทางโดยใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ ซึ่งช่วยประหยัดเวลาได้มาก
5. สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบเฉพาะบุคคล (Personalization) : เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ช่วยทำการตลาดและให้ข้อเสนอเฉพาะบุคคลได้ตามความต้องการและพฤติกรรมของลูกค้า ซึ่งนำไปสู่การมีส่วนร่วมและเพิ่มความจงรักภักดีของลูกค้า

6. ช่วยขับเคลื่อนธุรกิจด้วยผลวิเคราะห์การข้อมูลเชิงลึก (Data-driven Insights) : เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สามารถสร้างข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของลูกค้า ความชอบ และรูปแบบการซื้อ เพื่อนำมาเพิ่มประสิทธิภาพของเว็บไซต์และกลยุทธ์การตลาด

#### ข้อเสีย

1. ข้อกังวลด้านความปลอดภัย (Security Concerns) : เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์มีความเสี่ยงต่อภัยคุกคามด้านความปลอดภัย เช่น การละเมิดข้อมูล การฉ้อโกงออนไลน์ และการขโมยข้อมูลการระบุตัวตน ซึ่งอาจส่งผลให้ลูกค้าสูญเสียความไว้วางใจ และอาจเกิดความเสียหายทางการเงิน

2. การแข่งขัน (Competition) : พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์มีการแข่งขันสูง โดยมีเว็บไซต์จำนวนมากแข่งขันกันเพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้าและต้องการแย่งส่วนแบ่งการตลาด ดังนั้น การสร้างความโดดเด่นจากคู่แข่งและการได้รับความไว้วางใจจากลูกค้าจึงเป็นเรื่องที่ท้าทาย

3. ความท้าทายทางเทคนิค (Technical Challenges) : เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ต้องการความเชี่ยวชาญด้านเทคนิคในการพัฒนาเว็บไซต์ การประมวลผลการชำระเงินออนไลน์ และความปลอดภัยทางไซเบอร์ ซึ่งอาจมีความซับซ้อนและใช้เวลานานในการจัดการ

4. ประสบการณ์ของลูกค้า (Customer Experience) : เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์อาจไม่ตอบสนองประสบการณ์ทางประสาทสัมผัส เมื่อเปรียบเทียบกับร้านค้าทางกายภาพ เช่น สัมผัส กลิ่น และความรู้สึกของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจและความจงรักภักดีของลูกค้า

5. โลจิสติกส์และบริการคลังสินค้า (Logistics and Fulfillment) : การจัดการโลจิสติกส์ การปฏิบัติตามคำสั่งซื้อ การจัดส่ง และการคืนสินค้าอาจซับซ้อนและมีค่าใช้จ่ายสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กหรือยังไม่มีประสบการณ์

6. การพึ่งพาเทคโนโลยี (Dependence on Technology) : เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องพึ่งพาโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก อาทิ โฮสต์ของเว็บไซต์ เกตเวย์ของการชำระเงิน และบริการอื่น ๆ ของหน่วยงานที่สาม ซึ่งอาจเกิดความล้มเหลวและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเว็บไซต์และประสบการณ์ของลูกค้า

#### **องค์ประกอบของเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์**

Amandeep et al. (2022) อธิบายถึงองค์ประกอบของเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ มีดังนี้

1. การเขียนโค้ด (Coding) คือ กระบวนการสร้างเว็บไซต์ที่สามารถนำมาใช้ประมวลผลคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยสามารถรองรับคำขอหลายรายการพร้อมกันเพื่อให้ผู้ขายสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1) HTML (Hyper Text Markup Language) ใช้ในการพัฒนาโครงสร้างของเว็บไซต์

2) CSS (Cascading Style Sheets) ใช้ในการกำหนดคุณลักษณะและปรับปรุงการจัดวางของเว็บไซต์



3) JavaScript ใช้ในการจัดการแบ็กเอนด์และฟรอนต์เอนด์ของเว็บไซต์ เพื่อให้มีฟังก์ชันการทำงานที่มากขึ้น และทำให้เว็บไซต์มีความไดนามิกมากขึ้น ซึ่งไม่สามารถรองรับได้ด้วย HTML หรือ CSS เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ จะใช้การเขียน API ในการเชื่อมต่อแบ็กเอนด์กับฟรอนต์เอนด์

4) Node.JS เป็นเฟรมเวิร์กของแบ็กเอนด์ที่เขียนด้วย JavaScript ซึ่งใช้รองรับคำขอหลายรายการพร้อมกัน

5) ฐานข้อมูล (Database) เว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดใหญ่จะส่งผลให้ข้อมูลมีปริมาณมากเช่นกัน อาทิ รายการสินค้า ข้อมูลลูกค้า และที่อยู่สำหรับจัดส่ง เป็นต้น จึงจำเป็นต้องจัดเก็บข้อมูลเหล่านั้นไว้ในฐานข้อมูล โดยทั่วไปจะมี 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทแรก คือ SQL Databases ซึ่งจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบตาราง เช่น SQLite และ MySQL และประเภทที่สอง คือ NoSQL Databases ซึ่งเป็นการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบการจับคู่ key-value เช่น MongoDB

2. ลูกค้า (Customer) โดยลูกค้าถือเป็นเป้าหมายสูงสุดของธุรกิจ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งในเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ คือ การมีส่วนร่วมของลูกค้า โดยจะส่งผลให้มีจำนวนลูกค้าที่ซื้อสินค้าจากเว็บไซต์นั้นมากขึ้น และพวกเขาจะช่วยโปรโมทผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อบริษัท ทั้งนี้ การมีส่วนร่วมที่ดีของลูกค้าจะสามารถเพิ่มยอดขายของเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ได้มากถึง 24 เปอร์เซ็นต์

3. การส่งมอบ (Delivery) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งลูกค้าส่วนใหญ่จะเลือกใช้บริการจัดส่งถึงบ้าน โดยคำนึงถึงความสะดวกในการจัดส่งจากร้านค้าถึงบ้าน บางครั้งธุรกิจและลูกค้าอาจต้องเผชิญปัญหาด้านต้นทุนและเวลาในการจัดส่ง เนื่องจากคนส่วนใหญ่ไปทำงานในช่วงวันธรรมดา ระหว่างวัน ดังนั้น การจัดส่งจึงเป็นงานที่มีความต้องการอย่างกว้างขวางและเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุด ทั้งนี้ เนื่องจากธุรกิจต้องอาศัยการสนับสนุนด้านเครือข่ายโลจิสติกส์และกำลังคนที่ครอบคลุม จึงมีความจำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยี เพื่อติดตามและสนับสนุนกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

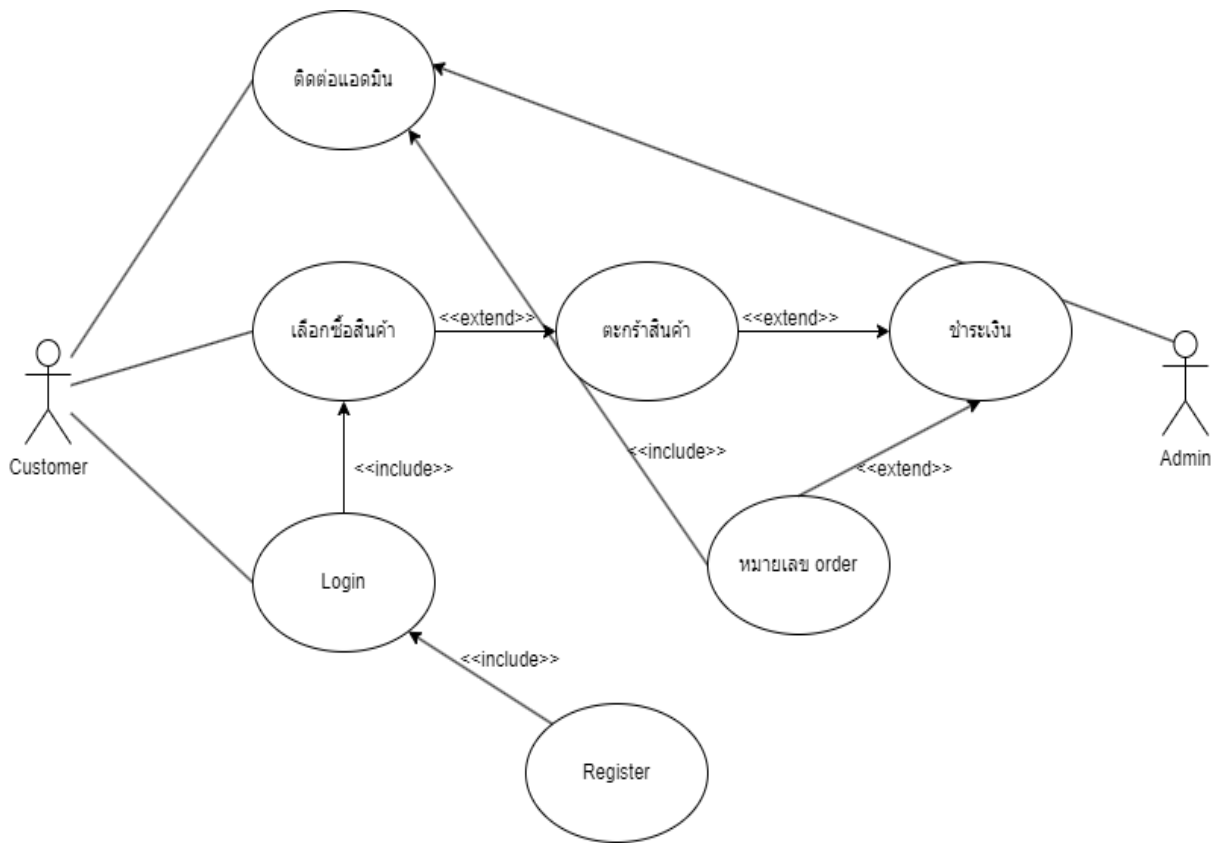
## วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาต้นแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของต้นแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์

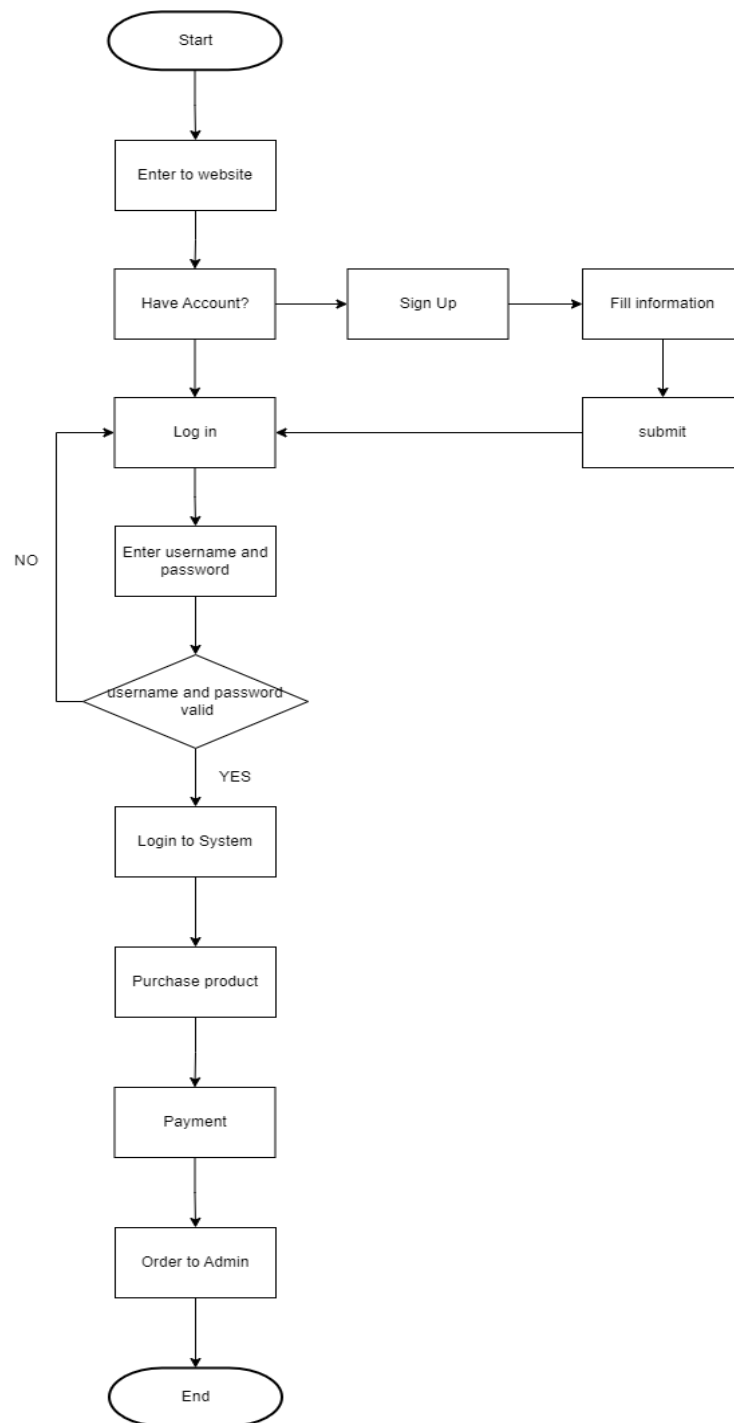
## วิธีการดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์และออกแบบ (Analysis and Design) โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ความต้องการของผู้ใช้งานร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ และลูกค้า จากนั้นดำเนินการออกแบบ Use Case Diagram ดังภาพที่ 1 และออกแบบ Flowchart ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1: Use Case Diagram ของต้นแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท



ภาพที่ 2: Flowchart ของต้นแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท

## 2. การพัฒนา (Development)

คณะผู้วิจัยได้ออกแบบโดยใช้ Figma และพัฒนาเว็บไซต์โดยใช้ Visual studio code, JavaScript, HTML, CSS, Github และ MongoDB ในการเชื่อมต่อฐานข้อมูลออนไลน์ เพื่อให้เว็บไซต์สามารถทำงานได้

### 3. การทดสอบ (Testing)

คณะผู้วิจัยได้ใช้ SonarCloud ในการตรวจสอบข้อผิดพลาด ความปลอดภัยของโค้ด และ การจัดรูปแบบของโค้ด รวมถึงใช้ GitHub Actions ในการสร้างโค้ดบน Pipelines เพื่อให้มั่นใจว่าโค้ดสามารถทำงานได้บนระบบคลาวด์ จากนั้นทดสอบการทำงานในแต่ละฟังก์ชัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางทดสอบการทำงาน

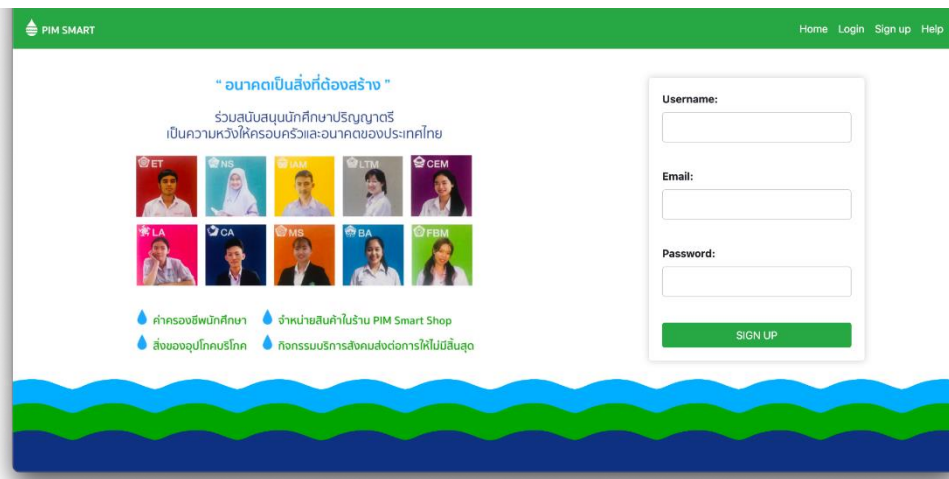
| Test case No. | Expected result  | Test result  | Status |
|---------------|--|--|--------|
| PIM01         | - มีหน้าเว็บ PIM Smart แสดงขึ้นมา<br>- เริ่มที่หน้า Get Started  | - สามารถเปิดเว็บไซต์บน Browser ได้   | ผ่าน   |
| PIM02         | - มี Dialog แจ้งเตือนการลงทะเบียนสำเร็จ  | - สามารถลงทะเบียนในเว็บไซต์ PIM Smart ได้สำเร็จ  | ผ่าน   |
| PIM03         | - มี Dialog แจ้งเตือนการลงทะเบียนสำเร็จ<br>- เว็บไซต์จะนำทางไปยังหน้า Home Page  | - สามารถ Log in ได้สำเร็จ<br>- ถูกนำทางไปยังหน้า Home Page เพื่อเลือกร้านค้าที่ต้องการ | ผ่าน   |
| PIM04         | - สามารถเลือกร้านค้า PIM Smart Shop ได้<br>- เมื่ออยู่ในหน้าร้านค้า PIM Smart Shop สามารถกดกลับมายังหน้า Home Page ได้<br>- สามารถเลือกร้านค้า PIM Souvenir Shop ได้<br>- เมื่ออยู่ในหน้าร้านค้า PIM Souvenir Shop สามารถกดกลับมายังหน้า Home Page ได้ | - สามารถเลือกร้านค้าที่ต้องการได้<br>- สามารถกลับมายังหน้าหลักได้                      | ผ่าน   |
| PIM05         | - สามารถ Log out ได้สำเร็จ<br>- เว็บไซต์ต้องนำทางกลับไปยังหน้า Login   | - สามารถ Log out ได้สำเร็จ<br>- มีการนำทางกลับมายังหน้า Login                          | ผ่าน   |
| PIM06         | - ต้องนำทางกลับมายังหน้า Login   | - ไม่สามารถเปิดหน้าเว็บ Homepage ได้<br>- เมื่อเปิด URL จะนำทางกลับมายังหน้า Login     | ผ่าน   |
| PIM07         | - สินค้าควรถูกเพิ่มไปยังรถเข็น   | - สามารถกดเพิ่มสินค้าได้สำเร็จ   | ผ่าน   |
| PIM08         | - ควรมีแจ้งเตือน "สินค้าไม่พอจำหน่าย"<br>- สินค้าไม่ควรถูกเพิ่มเข้ารถเข็น  | - ไม่สามารถกดเพิ่มสินค้าได้  | ผ่าน   |
| PIM09         | - บนไอคอนรถเข็น ควรมีตัวเลขตามจำนวน  | - บนไอคอนรถเข็น แสดงตัวเลขตรงตามจำนวนสินค้าที่เพิ่มไว้                                 | ผ่าน   |
| PIM10         | - ในหน้า Check out ควรแสดงรายชื่อสินค้า<br>- ยอดรวม (Total) ต้องเท่ากับที่เพิ่มไว้   | - จำนวนสินค้าตรงกับที่ได้เพิ่มไว้<br>- ยอดรวมสินค้าตรงตามจริง                          | ผ่าน   |
| PIM11         | - ไม่สามารถกดปุ่ม ยืนยันการชำระเงินได้<br>- มีแจ้งเตือน โปรดกรอกเบอร์โทร   | - ไม่สามารถกดปุ่มยืนยันการชำระเงินได้  | ผ่าน   |

#### 4. การนำไปใช้ (Implement)

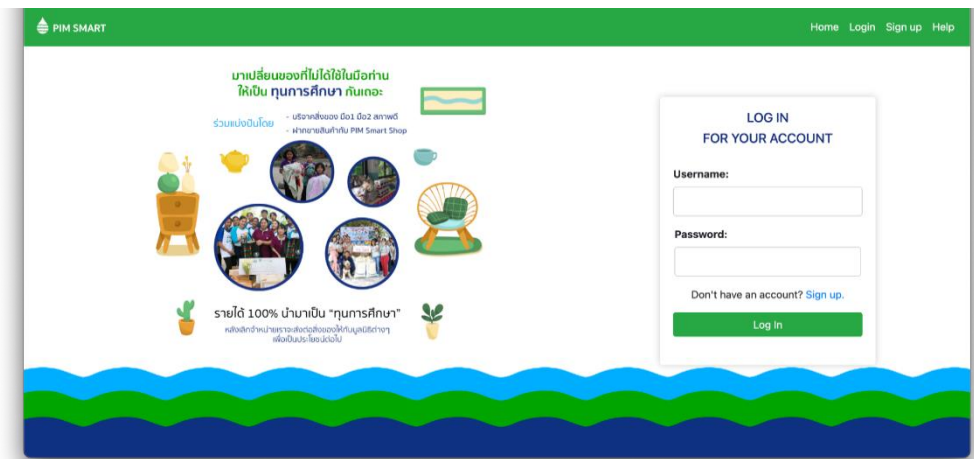
หลังจากพัฒนาต้นแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์ ร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท เรียบร้อยแล้ว คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 61 คน โดยมีหน้าจอกการใช้งาน แสดงดัง ภาพที่ 3 – 13



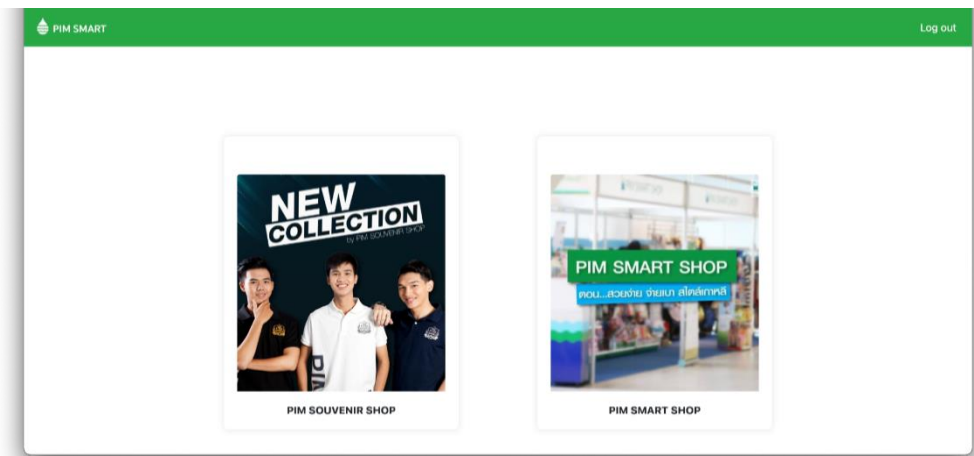
ภาพที่ 3: หน้าจอ Welcome แสดงก่อนการเข้าใช้งานเว็บไซต์เพื่อแสดงรายละเอียดของ PIM SMART



ภาพที่ 4: หน้าจอ Sign up สำหรับสมัครเข้าใช้งานเว็บไซต์



ภาพที่ 5: หน้าจอ Login สำหรับกรอก Username และ Password เพื่อเข้าใช้งานเว็บไซต์

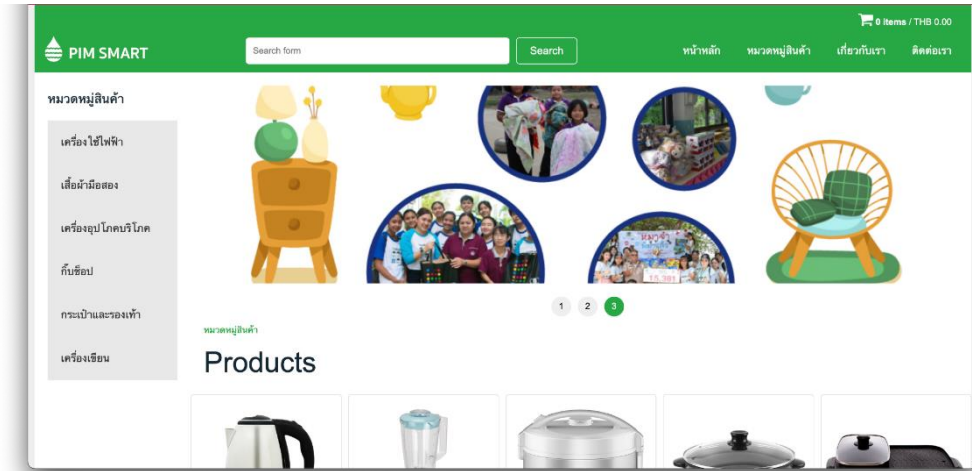


ภาพที่ 6: หน้าจอเลือกร้านค้า โดยมี 2 ร้านคือ PIM SMART SHOP และ PIM SOUVENIR SHOP



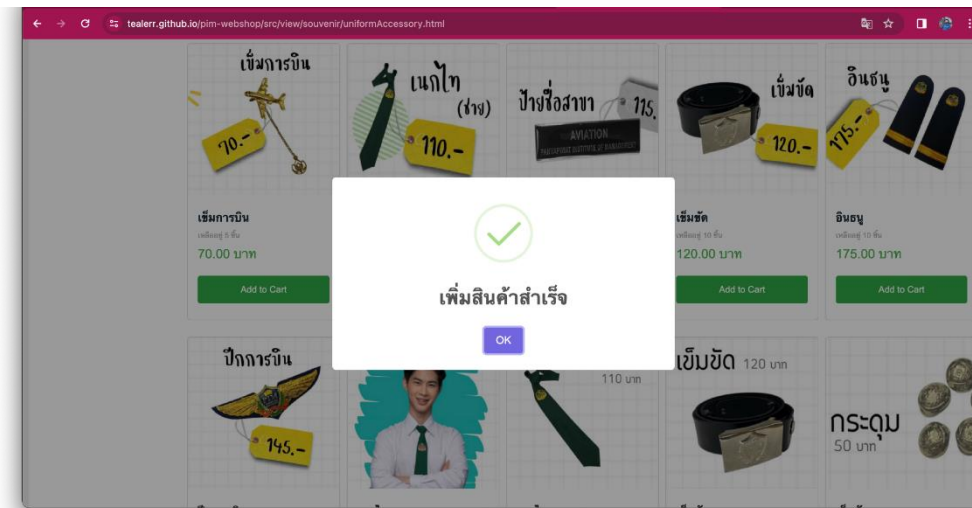
ภาพที่ 7: หน้าจอร้าน PIM SOUVENIR SHOP

โดยมีการจำแนกหมวดหมู่สินค้าและรายการสินค้า พร้อมระบุราคาและรายละเอียดสินค้า



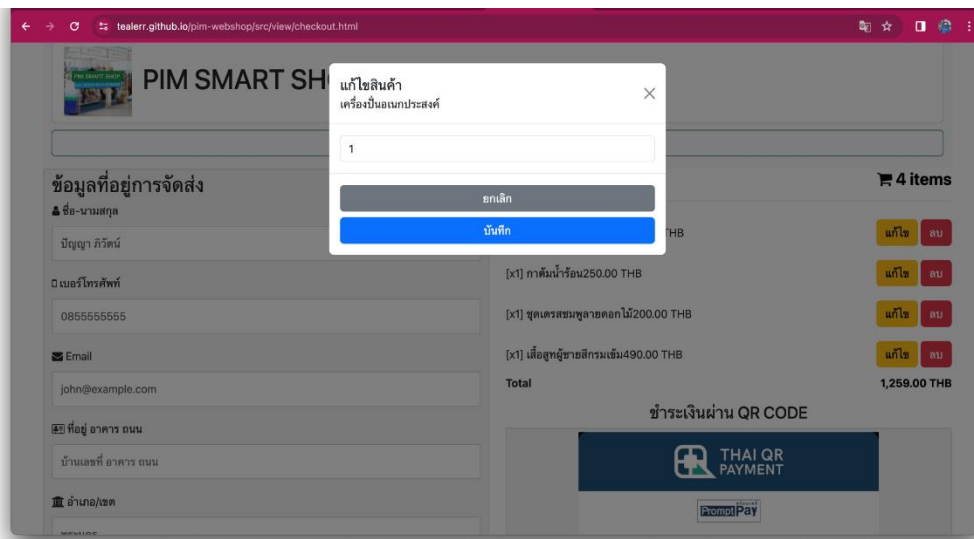
ภาพที่ 8: หน้าจอร้าน PIM SMART SHOP

โดยมีการจำแนกหมวดหมู่สินค้าและรายการสินค้า พร้อมระบุราคาและรายละเอียดสินค้า



ภาพที่ 9: หน้าจอแสดงการกดเพิ่มสินค้า





ภาพที่ 10: หน้าจอแสดงการแก้ไขจำนวนสินค้า

**ข้อมูลที่อยู่การจัดส่ง**

**👤 ชื่อ-นามสกุล**  
ปริญญากวิวัฒน์

**☎ เบอร์โทรศัพท์**  
0855555555

**✉ Email**  
john@example.com

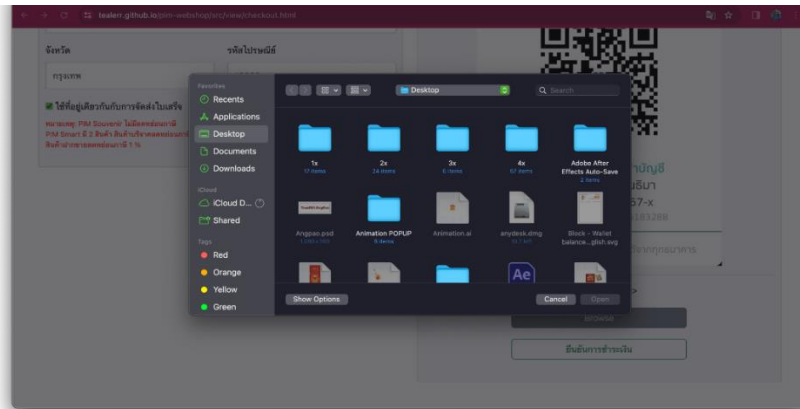
**🏠 ที่อยู่ อาคาร ถนน**  
บ้านเลขที่ อาคาร ถนน

**🏡 อำเภอ/เขต**  
พระนคร

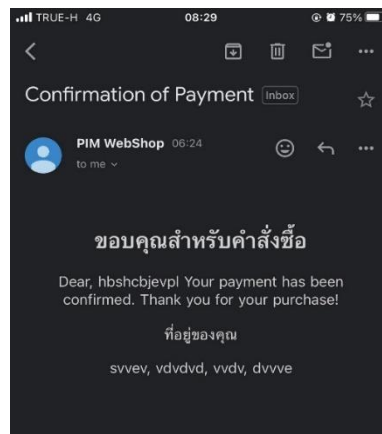
**จังหวัด** กรุงเทพมหานคร **รหัสไปรษณีย์** 10000

ใช้ที่อยู่เดียวกันกับการจัดส่งไม่เสร็จ

ภาพที่ 11: หน้าจอแสดงการกรอกที่อยู่เพื่อจัดส่งสินค้าและออกไปกำกับภาษี



ภาพที่ 12: หน้าจอแสดงการอัปโหลดสลิปโอนเงิน



ภาพที่ 13: หน้าจอแสดงอีเมลยืนยันการสั่งซื้อ

## 5. การประเมินผล (Evaluation)

เป็นขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ และการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานจากผู้ทั่วไป โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ซึ่งมีระดับมาตราส่วน 5 ระดับ เป็นเครื่องมือในการประเมินผล และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทั้งนี้ ระดับของเกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจ ได้แก่

- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายถึง ดีมาก
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายถึง ดี
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายถึง พอใช้
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.50 หมายถึง ปรับปรุง

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การออกแบบและพัฒนาต้นแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท ได้รับการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ทั่วไป ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบบังเอิญตามสะดวก จำนวน 61 คน ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 2 - 3

ตารางที่ 2: ผลวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพของเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์โดยผู้เชี่ยวชาญ (n = 3)

| รายการประเมิน                                  | $\bar{x}$   | S.D.        | ประสิทธิภาพ |
|--|-------------|-------------|-------------|
| <b>1. เว็บไซต์สามารถทำงานได้ครบฟังก์ชัน</b>    |             |             |             |
| 1.1 สามารถ Log in และ Sign up ใช้งานได้        | 4.00        | 0.00        | ดี          |
| 1.2 สามารถกดเลือกร้านค้าที่ต้องการได้          | 4.00        | 0.00        | ดี          |
| 1.3 สามารถใช้งานไอคอนฟังก์ชันของเว็บได้        | 4.33        | 0.58        | ดี          |
| 1.4 สามารถกดดูและเพิ่มสินค้าได้                | 4.67        | 0.58        | ดีมาก       |
| 1.5 สามารถชำระเงินได้                          | 4.33        | 0.58        | ดี          |
| 1.6 สามารถอัปโหลดสลิปเพื่อยืนยันการชำระเงินได้ | 4.33        | 0.58        | ดี          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                               | <b>4.28</b> | <b>0.38</b> | <b>ดี</b>   |
| <b>2. ด้านความสวยงาม</b>                       |             |             |             |
| 2.1 สีของเว็บไซต์เหมาะสมและน่าสนใจ             | 4.33        | 0.58        | ดี          |
| 2.2 ไอคอนและแพทเทิร์นของเว็บน่าสนใจ            | 3.67        | 0.58        | ดี          |
| 2.3 ฟอนต์ ขนาด สี เหมาะสมและน่าสนใจ            | 3.67        | 0.58        | ดี          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                               | <b>3.89</b> | <b>0.58</b> | <b>ดี</b>   |
| <b>3. ด้านภาพรวม</b>                           |             |             |             |
| 3.1 องค์กรรวมเว็บไซต์มีการจัดวางที่เหมาะสม     | 4.67        | 0.58        | ดีมาก       |
| 3.2 เว็บไซต์ใช้งานง่าย                         | 4.67        | 0.58        | ดีมาก       |
| 3.3 สามารถนำไปใช้งานได้จริง                    | 4.00        | 0.00        | ดี          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                               | <b>4.44</b> | <b>0.38</b> | <b>ดี</b>   |
| <b>ค่าเฉลี่ยโดยรวม</b>                         | <b>4.22</b> | <b>0.43</b> | <b>ดี</b>   |

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า ด้านที่มีผลประเมินประสิทธิภาพมากที่สุด คือ ด้านภาพรวม โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 4.44 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็น 0.38 อยู่ในระดับดี ส่วนด้านที่มีผลประเมินประสิทธิภาพน้อยที่สุด คือ ด้านความสวยงาม โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 3.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็น 0.58 อยู่ในระดับดี

ทั้งนี้ หากพิจารณารายข้อ พบว่า ข้อที่มีผลประเมินประสิทธิภาพมากที่สุด ได้แก่ สามารถกดดู และเพิ่มสินค้าได้ องค์กรรวมเว็บไซต์มีการจัดวางที่เหมาะสม และเว็บไซต์ใช้งานง่าย โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 4.67 อยู่

ในระดับดีมาก ส่วนข้อที่มีผลประเมินประสิทธิภาพน้อยที่สุด ได้แก่ ไอคอนและแพทเทิร์นของเว็บนำเสนอใจ และฟอนต์ ขนาด สี เหมาะสมและนำเสนอใจ โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 3.67 อยู่ในระดับดี

**ตารางที่ 3:** ผลวิเคราะห์ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ทั่วไป (n = 61)

| รายการประเมิน                                  | $\bar{x}$   | S.D.        | ความพึงพอใจ |
|--|-------------|-------------|-------------|
| <b>1. เว็บไซต์สามารถทำงานได้ครบฟังก์ชัน</b>    |             |             |             |
| 1.1 สามารถ Log in และ Sign up ใช้งานได้        | 4.13        | 0.96        | ดี          |
| 1.2 สามารถกดเลือกร้านค้าที่ต้องการได้          | 4.43        | 0.64        | ดี          |
| 1.3 สามารถใช้งานไอคอนฟังก์ชันของเว็บได้        | 4.38        | 0.66        | ดี          |
| 1.4 สามารถกดดูและเพิ่มสินค้าได้                | 4.30        | 0.78        | ดี          |
| 1.5 สามารถชำระเงินได้                          | 4.33        | 0.70        | ดี          |
| 1.6 สามารถอัปโหลดสลิปเพื่อยืนยันการชำระเงินได้ | 4.20        | 0.70        | ดี          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                               | <b>4.29</b> | <b>0.74</b> | <b>ดี</b>   |
| <b>2. ด้านความสวยงาม</b>                       |             |             |             |
| 2.1 สีของเว็บไซต์เหมาะสมและนำเสนอใจ            | 4.33        | 0.75        | ดี          |
| 2.2 ไอคอนและแพทเทิร์นของเว็บนำเสนอใจ           | 4.25        | 0.77        | ดี          |
| 2.3 ฟอนต์ ขนาด สี เหมาะสมและนำเสนอใจ           | 4.31        | 0.67        | ดี          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                               | <b>4.30</b> | <b>0.73</b> | <b>ดี</b>   |
| <b>3. ด้านภาพรวม</b>                           |             |             |             |
| 3.1 องค์กรรวมเว็บไซต์มีการจัดวางที่เหมาะสม     | 4.38        | 0.73        | ดี          |
| 3.2 เว็บไซต์ใช้งานง่าย                         | 4.28        | 0.80        | ดี          |
| 3.3 สามารถนำไปใช้งานได้จริง                    | 4.26        | 0.77        | ดี          |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>                               | <b>4.31</b> | <b>0.77</b> | <b>ดี</b>   |
| <b>ค่าเฉลี่ยโดยรวม</b>                         | <b>4.30</b> | <b>0.75</b> | <b>ดี</b>   |

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ทั่วไป จำนวน 61 คน พบว่า ด้านที่มี ผลประเมินความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านภาพรวม โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 4.31 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็น 0.77 อยู่ในระดับดี ส่วนด้านที่มีผลประเมินความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ เว็บไซต์สามารถทำงานได้ ครบฟังก์ชัน โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 4.29 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็น 0.74 อยู่ในระดับดี

ทั้งนี้ หากพิจารณารายข้อ พบว่า ข้อที่มีผลประเมินความพึงพอใจมากที่สุด ได้แก่ สามารถกดเลือกร้านค้าที่ต้องการได้ โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 4.43 อยู่ในระดับดี ส่วนข้อที่มีผลประเมินความพึงพอใจน้อยที่สุด ได้แก่ สามารถ Log in และ Sign up ใช้งานได้ โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 4.13 อยู่ในระดับดี

## สรุปผลการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาต้นแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้ การวิเคราะห์และออกแบบ การพัฒนา การทดสอบ การนำไปใช้ และการประเมินผล จากการประเมินประสิทธิภาพของเว็บไซต์โดยผู้เชี่ยวชาญและการประเมินความพึงพอใจ ของผู้ใช้ทั่วไป พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับดี

งานวิจัยครั้งนี้ ใช้แนวคิด WIN – WIN – WIN (3 WINS) ในการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ประกอบด้วย WIN ลำดับที่ 1 คือ ผู้ใช้งาน โดยคณะผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญต่อความต้องการของผู้ใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความพึงพอใจจากการใช้งานเว็บไซต์ ส่วน WIN ลำดับที่ 2 คือ ร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ทำ ความเข้าใจต่อความคาดหวังของร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท และหาแนวทางพัฒนาต้นแบบเว็บไซต์ที่สามารถส่งมอบคุณค่าตามที่คาดหวังได้ และ WIN ลำดับที่ 3 คือ ผู้ออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ โดยคณะผู้วิจัยได้ พิจารณาส่งเสริมให้ผู้ใช้งานและร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท เป็นการทำให้การจัดจุดอ่อนในการออกแบบและ พัฒนาเว็บไซต์ให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้น หากผู้ใช้งาน WIN ร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท WIN ทางผู้ออกแบบและ พัฒนาเว็บไซต์ย่อมจะต้อง WIN ตามด้วยเช่นกัน

ทั้งนี้ ในการออกแบบเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์สำหรับร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท ได้มีการจัดวางเมนู หมวดหมู่ของสินค้าไว้ 2 ตำแหน่ง ได้แก่ ด้านบน และด้านซ้ายมือของผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็น เมนูได้อย่างชัดเจน มีการเรียงชื่อหมวดหมู่สินค้าตามอันดับขายดีเพื่อกระตุ้นความสนใจในการเลือกสินค้า ตลอดจนจัดวางตำแหน่งรายการสินค้าที่ขายดีให้โดดเด่น ซึ่งเป็นไปตามหลักการจิตวิทยา The Paradox of Choice เพื่อไม่ให้ผู้ใช้งานรับข้อมูลเยอะเกินไป

คณะผู้วิจัยค้นพบว่า หากเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์ของร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท มีการออกแบบที่ดี จะช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้ขายและผู้ซื้อด้วยเช่นกัน ตลอดจนเพิ่มโอกาสในการทำการตลาดที่ง่าย และประหยัดเวลาได้ในอนาคต นอกจากนี้ ยังช่วยเพิ่มความท้าทายให้แก่ธุรกิจในการมองหาวิธีใหม่เพื่อดึงดูด ลูกค้า ซึ่งการใส่ใจในคุณภาพของเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันได้อีก ทางหนึ่ง ดังนั้น ธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องอาศัยการออกแบบเว็บไซต์ (UI) ที่ทันสมัยและนำดึงดูด และเน้นการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มประสบการณ์ให้แก่ผู้ใช้ (UX) จึงจะทำให้การตลาดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abeer et al. (2020), Renata & Hana (2021), Lee (2020) และ Reena & Mohan (2020)

ทั้งนี้ ในการพัฒนาเว็บไซต์ขายสินค้าออนไลน์ของร้านค้าพีไอเอ็ม สมาร์ท ให้สามารถสนับสนุน ผู้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น ควรพัฒนาเว็บไซต์ให้เป็นเว็บเรสพอนด์ซีฟ (Responsive Web) เพื่อรองรับการใช้งาน บนสมาร์ทโฟนและอุปกรณ์เคลื่อนที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตนา ลีรุ่งนาวรัตน์ (2562) การพัฒนา ระบบจำหน่ายสินค้าออนไลน์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันแบบเรสพอนด์ซีฟ กรณีศึกษา ร้านขายเสื้อผ้า

## ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำแนวคิดในการออกแบบ UX/UI มาใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์
2. ควรศึกษาแนวคิดการออกแบบเว็บไซต์โดยใช้จิตวิทยา (The Psychology of Web Design)
3. ควรประยุกต์ใช้แนวคิดการออกแบบเว็บเรสพอนด์ซีฟ (Responsive Web Design)

## เอกสารอ้างอิง

- มาร์เก็ตเธียร์ออนไลน์. (2567, 30 มกราคม). *ทำความเข้าใจกับนักช้อปออนไลน์ พร้อมแนวคิดเข้าถึงลูกค้ายุค 2024*. <https://marketeeronline.co/archives/339937>
- รัตนา ลีรุ่งนาวารัตน์. (2562). การพัฒนาระบบจำหน่ายสินค้าออนไลน์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันแบบเรสพอนด์ซีฟ กรณีศึกษา ร้านขายเสื้อผ้า. *วารสารแม่โจ้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยแม่โจ้*, 5(1), 1-14. <https://mitij.mju.ac.th/ARTICLE/R62001.pdf>
- วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง. (2561). *คู่มือพลเมืองดิจิทัล*. สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.
- สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. (2564, 10 มิถุนายน). *e-Commerce ไทย ยุคหลัง COVID-19*. ETDA. <https://www.etcha.or.th/th/Useful-Resource/Knowledge-Sharing/Perspective-on-Future-of-e-Commerce.aspx>
- Abeer, S.A., Zainab, W.A., Noor, A.A., Heba, W.A., Ibrahim, A., Muneerah, A., Daniah, A., & Mutasem, K.A. (2020). Designing and Developing of E-Commerce Website for Unused New Goods Shopping. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology (IJSRST)*, 7(2), 215 – 225. <https://doi.org/10.32628/IJSRST207233>
- Amandeep, Ashwini, V., Satyam, C., & Vikram, T. (2022). A Review & Development of E-Commerce Website. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 9(4), 2423-2427. <https://www.irjet.net/archives/V9/i4/IRJET-V9I4269.pdf>
- Lee, Y. F. (2020). *Developing an E-Commerce Website for Enhancing Customer Sales* [Bachelor's dissertation]. UTAR Institutional Repository. [http://eprints.utar.edu.my/3954/1/17ACB05787\\_FYP.pdf](http://eprints.utar.edu.my/3954/1/17ACB05787_FYP.pdf)
- Pathagama, K. T., & Ravindra, K. (2021). Usability of E-commerce Websites: State of the Art and Future Directions. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 3(2), 314-319. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4529411>
- Reena, B., & Mohan, A. (2020). *E-commerce Website Development for Electronics Store* [Master's thesis]. <https://www.theseus.fi/handle/10024/344266>



Renata, B., & Hana, K. (2021). Enhancing e-commerce by website quality. *International Journal of Systems Applications, Engineering & Development*, 15(14), 99-106. <https://doi.org/10.46300/91015.2021.15.14>

Shruti, K., Pratiksha, D., Dhanashree, S., Sudhir, G., & Khandare, S. N. (2023). Design and Development of Ecommerce Website. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT)*, 3(6), 42-47. <https://doi.org/10.48175/IJARSCT-9368>