

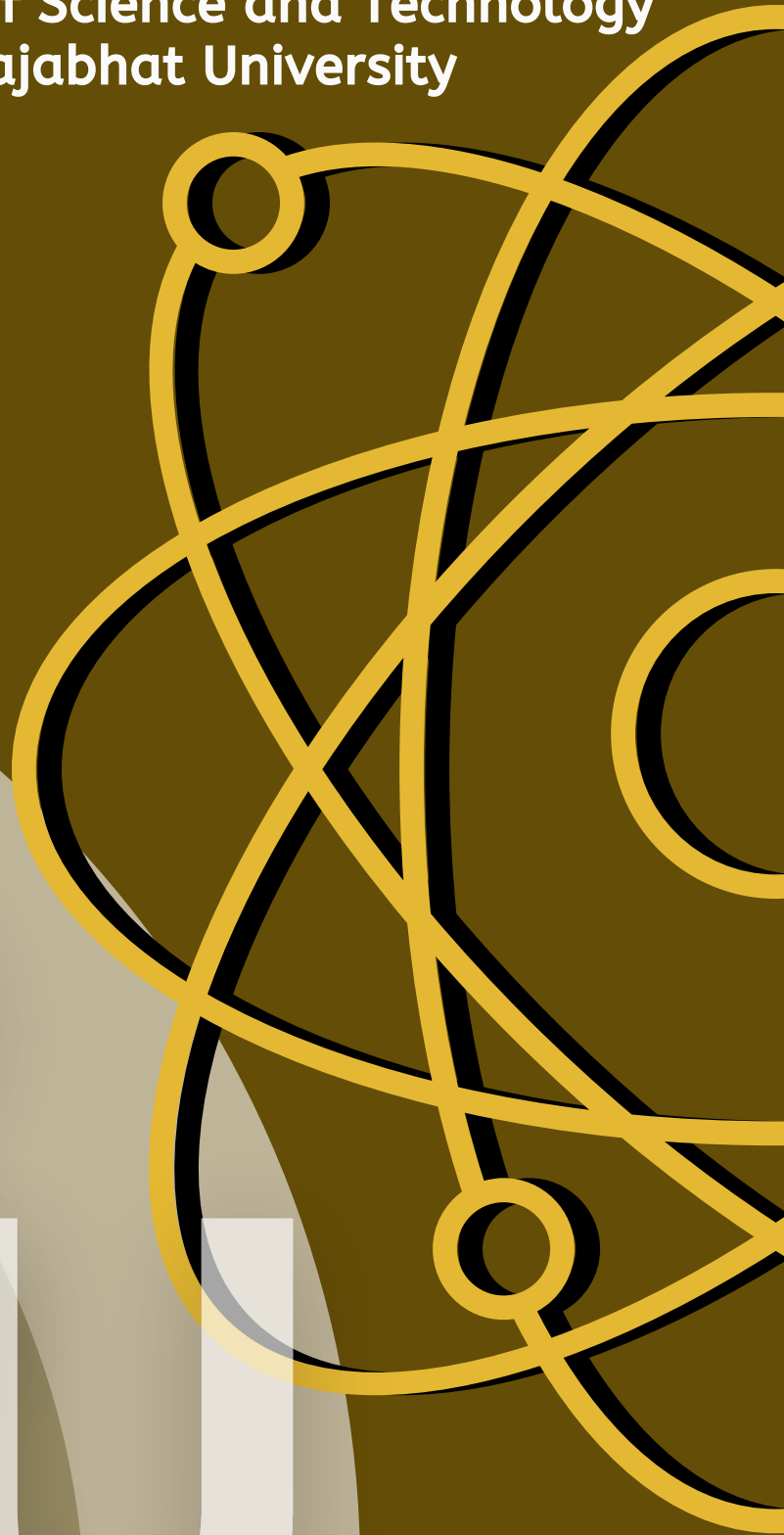


วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Academic Journal of Science and Technology
Dhonburi Rajabhat University

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1
(มกราคม - มิถุนายน 2566)

DRU



ISSN 2985-0681 (online)

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Academic Journal of Science and Technology Dhonburi Rajabhat University

คณะกรรมการจัดทำวารสาร

ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยวลักษณ์

เวชวิทยาคลัง

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ

กอบัวแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิมา

เกตุแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์

ภูสมมา

อาจารย์ ดร.เสาวนีย์

ปรัชญาเกรียงไกร

บรรณาธิการบริหาร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หฤทศ

อภิรัตน์

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ

โควินท์ทวีวัฒน์

รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรรค์

แย้มพินิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.อาวีวรรณ

ปัญญาโกเมศ

รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช

อินตะ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลีตา

บรมพิชัยชาติกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นธรรักษ์

ถกลภักดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สถิตย์พงษ์

มันหล้า

อาจารย์ ดร.รัตนนุช

จันทร์เพ็ญ

อาจารย์ ดร.นวลระหง

เทพวิวัฒน์จิต

อาจารย์ ดร.จุฑามาส

ศิริอังกรวาณิช

คณะกรรมการดำเนินงาน

| | |
|---------------------------|------------|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์จันวิภา | สุปะกิ้ง |
| อาจารย์ ดร.ไกรรัช | เทศมี |
| อาจารย์ ดร.วิชชุตตา | ประสาทแก้ว |
| อาจารย์เมธาวี | อุตตสุรดี |
| อาจารย์ธนากร | เมียงอารมณ |

ฝ่ายออกแบบและจัดพิมพ์รูปเล่ม

| | |
|-------------|-----------|
| นายกิมพัฒน์ | พลอยวิสัย |
|-------------|-----------|

ฝ่ายเผยแพร่ทางอิเล็กทรอนิกส์และประชาสัมพันธ์

| | |
|---------------------------|-------------|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิวัฒน์ | จุฑราหะวงศ์ |
| นางสาววรรณวิสาข์ | สุกปลั่ง |

ฝ่ายประสานงาน

| | |
|-------------|------------|
| นางสาวปราณี | แซ่เจ็ง |
| นางสาววันดี | ศรีสำอางค์ |
| นางวราภรณ์ | เหมวิเชียร |

ฝ่ายการเงินและงานพัสดุ

| | |
|---------------|---------|
| นางสาวอิสริย์ | ชั้นทอง |
| นางสาวสวีนา | ศรีแสง |

คำนิยามจากคณบดี

โอกาสที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ได้จัดทำวารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี เผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการ ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เป็นฉบับปฐมฤกษ์ โดยวารสารฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ด้านวิชาการและงานวิจัย ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีเนื้อหาครอบคลุมในสาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ให้กับนักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และผู้ที่สนใจ ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

กระผมขอแสดงความยินดี และขอขอบคุณผู้ส่งบทความวิจัยทุกท่านที่ให้ความสนใจในการส่งบทความเข้าร่วมตีพิมพ์ รวมทั้งขอขอบคุณบรรณาธิการ กองบรรณาธิการ และคณะกรรมการดำเนินงานทุกท่าน ที่ให้เกียรติเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของวารสารฉบับนี้ ตลอดจนคัดกรองบทความ การพิจารณาเพื่อตีพิมพ์บทความ และการตรวจสอบความถูกต้องของบทความ กระผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความที่ได้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีฉบับนี้ เป็นประโยชน์สูงสุดต่อผู้อ่าน และนักวิจัยทุกท่าน



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ กอบัวแก้ว

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ฉบับนี้เป็นฉบับปฐมฤกษ์ โดยมีกำหนดการเผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม - เดือนมิถุนายน และฉบับที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม - เดือนธันวาคม การตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยและวิชาการ มีจุดประสงค์ที่จะเผยแพร่องค์ความรู้ กระบวนการทางความคิด และการพัฒนาต่อยอดวิจัยต่าง ๆ อันได้จากการศึกษา ค้นคว้าวิจัย ตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่า บทความวิจัย ได้เผยแพร่ในวารสารฉบับนี้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านวิชาการ สังคม และชุมชนต่อไป

กองบรรณาธิการ

สารบัญ

| บทความวิจัย | หน้า |
|--|------|
| 1. ถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว วงจันทร์ นุ่นคง และกัญญารัตน์ เมฆแก้ว | 1 |
| 2. การพัฒนาเกม 3 มิติ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของโรงเรียนอนุบาล ประชารัฐสามัคคี ปรเมษฐ์ มีเพียร และอุษานาฏ เอื้ออภิสิทธิ์วงศ์ | 13 |
| 3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มลูกเต๋อยเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ พรทิพย์ ธนรติกุล และต้นหยง บุญยะพัชร | 27 |
| 4. การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม วีระเดช นพสมบุรณ์ สุวพัฒน์ เสาวรส ปริญญารัตน์ บำรุงกิจ และชุตินันท์ เต็มสิริสุขสิน | 39 |
| 5. แพลตฟอร์มการขายหน้าร้านสำหรับผู้ประกอบการธุรกิจค้าปลีกขนาดกลาง และขนาดย่อม ภิมภักดิ์ ภูไทกัมปนาทภิญญา และชานนท์ เดชสุภา | 51 |
| 6. การออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่าน ระบบคลาวด์ เรืองทิพย์ เย็นจะบก เมธีณีย์ พรหมศรี ศิริลักษณ์ ห่วงเอี่ยม และวันเพ็ญ ผลิศร | 61 |
| 7. การพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้าโดยใช้สถาปัตยกรรม RESTful API พรนภัส เขียวอิม และอภิสิทธิ์ แสงใส | 77 |
| 8. การวิเคราะห์ความเสี่ยงที่จะเสียชีวิตในเส้นทางการเดินทางจากอุบัติเหตุจากรถ ทางบกโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล ภัณฉิรา มาติยา ภูมรัตน์ อยู่สุข และสุพาพร บรรดาศักดิ์ | 89 |

ถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว Charcoal Briquettes from Coconut Coir

วงจันทร์ นุ่นคง^{1*} และกัญญารัตน์ เมฆแก้ว²
Wongjun Nunkong^{1*} and Kanyarat Mekkaew²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการนำเปลือกมะพร้าวที่เป็นของเหลือทิ้งจากการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งและใช้แบริ่งมันสำปะหลังเป็นวัสดุประสาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว ประกอบด้วยเปลือกมะพร้าวต่อแบริ่งมันสำปะหลัง 5 อัตราส่วน ดังนี้ 1) 40:50 2) 45:50 3) 50:50 4) 55:50 และ 5) 60:50 โดยนำหลักวิธีดำเนินการวิจัยทำการเตรียมเผาเปลือกมะพร้าว ทดสอบการขึ้นรูปถ่านอัดแท่งโดยใช้แบริ่งมันสำปะหลังเป็นวัสดุประสาน และทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง ผลการศึกษาพบว่า สามารถขึ้นรูปได้ 3 อัตราส่วน คือ อัตราส่วนที่ 2 3 และ 4 โดยอัตราส่วนที่ 4 เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาเป็นถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว มีลักษณะภายนอกผิวเรียบ มีสีดำสนิท มีค่าเฉลี่ยความชื้นคิดเป็นร้อยละ 4 เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของประเทศไทย ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น 0.16 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยดัชนีการแตก่วน 0.79 และระยะเวลาการติดไฟได้นาน 210 นาที ซึ่งสามารถติดไฟได้นานที่สุด ดังนั้นถ่านอัดแท่งนี้จึงสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้จริง และสะดวกในการเคลื่อนย้าย

คำสำคัญ : เปลือกมะพร้าว ถ่านอัดแท่ง แบริ่งมันสำปะหลัง

^{1,2} สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

* ผู้ประสานงานหลัก

ABSTRACT

This research investigated the utilization of coconut coir waste from agriculture residues to produce charcoal briquettes from the coconut coir. Starch paste was used as binder agent. The purposes were to study the suitable ratio and the properties of the coconut coir to form briquettes. The proportions of coconut coir and starch paste of 5 ratios were as follows; 1) 40:50 2) 45:50 3) 50:50 4) 55:50 and 5) 60:50 by weight. In the research methods, the charcoal burning coconut coir was prepared, then the charcoal briquettes from coconut coir using starch paste as a binder agent were fabricated. The properties of the charcoal briquettes were tested. The results showed that only 3 of all ratios were able to form; 2nd, 3rd and 4th. The 4th proportion was the most appropriate for developing as charcoal briquettes from the coconut coir. The physical appearances of the charcoal briquettes from coconut coir were smooth and black. The average moisture content of 4% was compliant with standard criteria of Thai Community Product Standard. The average of density was 0.16 g/cm³. The shatter index was 0.79. The briquette combustion time was 210 minutes, which was the longest combustion time. The charcoal briquettes could be practically used and were convenient for carrying.

Keywords : coconut coir, charcoal briquettes, starch paste

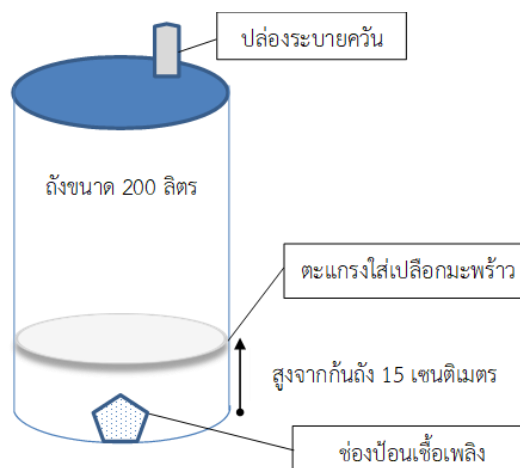
บทนำ

ประเทศไทยในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จัดเป็นกลุ่มประเทศที่มีสัดส่วนการผลิตมะพร้าวมากที่สุดของโลก รวมถึงประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, ม.ป.ป.) มะพร้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่มีการส่งออกและบริโภคภายในประเทศเป็นจำนวนมาก จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ.2565 พบว่า มีพื้นที่ในการเพาะปลูกมะพร้าวภายในประเทศประมาณ 861,554 ไร่ สามารถผลิตมะพร้าวได้มากถึง 652,084,186 ตัน โดยมีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และจังหวัดชุมพร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ซึ่งมะพร้าวเป็นพืชที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดทั้งปี จึงมีเศษวัสดุเหลือทิ้งจำนวนมากทั้งจากการปอกส่วนของเปลือกมะพร้าวทั้ง กะลามะพร้าว

และส่วนอื่นๆ จากการนำผลผลิตจากมะพร้าวไปใช้แล้ว เศษวัสดุทางการเกษตรเหล่านี้มักมีชิ้นใหญ่ และใช้เวลาในการย่อยสลายนาน ส่วนใหญ่จะนำไปกำจัดทิ้งโดยการนำไปเทกองทิ้งไว้บริเวณสวนมะพร้าว หรือเผาทิ้งเพื่อลดปริมาณ และบางส่วนนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร แต่การใช้ประโยชน์จากกระบวนการเหล่านี้ยังไม่เพียงพอต่อการจัดการเปลือกมะพร้าวที่มีปริมาณมาก ประกอบกับกากมะพร้าวมีคุณสมบัติที่แข็งแรง คงทน สามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงได้ดี และติดไฟได้ง่าย ประกอบกับการรับประทานอาหารจากการปิ้งย่างยังได้รับความนิยม เนื่องจากความหอมของอาหารที่ผ่านกระบวนการเผาไหม้ การใช้ถ่านไม้เพื่อปรุงอาหาร หรือการประกอบกิจกรรมต่างๆ ยังมีความต้องการใช้ไม้พืชรธรรมชาติ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเปลือกมะพร้าวมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง และเลือกใช้วัสดุประสานจากแป้งมันสำปะหลังที่หาได้ง่ายราคาไม่แพง โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว และคุณสมบัติบางประการของถ่านอัดแท่งนี้ ซึ่งจะสามารถช่วยลดปริมาณขยะจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ลดการใช้ทรัพยากรการใช้ไม้ในการทำฟืน ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเปลือกมะพร้าว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ผลิตถ่านอัดแท่งที่สร้างรายได้ให้กับชุมชนได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมเตาเผา ในงานวิจัยนี้ใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร มาดัดแปลงทำเป็นเตาเผาถ่าน ทำการเจาะช่องด้านล่างของถังสำหรับใส่เชื้อเพลิง และใส่ตะแกรงไว้ใ้ในถังให้มีความสูงจากก้นถังประมาณ 15 เซนติเมตร สำหรับรองรับถ่านที่ได้จากการเผา และด้านบนเจาะปล่องระบายอากาศ ห่างจากขอบถังประมาณ 10 เซนติเมตร ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเตรียมเตาเผา

การเตรียมเปลือกมะพร้าว ในการวิจัยนี้จะใช้ส่วนของเปลือกชั้นนอกของผลมะพร้าว โดยนำเปลือกมะพร้าวมากำจัดสิ่งเจือปนออก จากนั้นนำมาตากแดดเพื่อลดความชื้นขั้นต้น จะทำให้เมื่อนำไปเผาจะทำให้ความร้อนสม่ำเสมอทั่วกัน

การเผาเปลือกมะพร้าว นำเปลือกมะพร้าวมาเรียงใส่เตาเผา (สำหรับการเผาก่อน) วางเรียงเปลือกมะพร้าวให้เป็นชั้นจนเต็ม ดังรูปที่ 2 (ก) จะใช้ต้นเชื้อเพลิงเป็นกาบมะพร้าวจูดไฟและเศษยางเล็กน้อย ทำการจุดไฟในช่องป้อนเชื้อเพลิงด้านล่าง เพื่อให้เริ่มเผาไหม้เปลือกมะพร้าวในเตาเผาจนกลายเป็นถ่าน สังเกตลักษณะของการเผาไหม้ช่วงแรกของการเผาไหม้ คิว้นที่ออกมาจากปล่องจะมีสีขาวปนเทา เมื่อคิว้นจะเริ่มพุ่งออกมาจากปล่องมากจนเห็นได้ชัด แสดงว่าเปลือกมะพร้าวเริ่มทำการเผาไหม้ ให้สังเกตจากปริมาณคิว้นเริ่มน้อยลงแสดงว่ากาบมะพร้าวเผาไหม้จนหมดแล้ว จากนั้นทำการปิดปล่องด้านล่างไม่ให้อากาศเข้าไป และรอให้ถ่านจากเปลือกมะพร้าวเย็นตัวลง จะได้เปลือกมะพร้าวเผาพร้อมนำไปบด ดังรูปที่ 2 (ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 2 การเผาเปลือกมะพร้าว

(ก) เปลือกมะพร้าวเรียงในถังสำหรับเผา (ข) เปลือกมะพร้าวที่ผ่านการเผา

การเตรียมขึ้นรูปถ่านอัดแท่ง นำเปลือกมะพร้าวที่ผ่านการเผาเสร็จเรียบร้อยแล้วมาบดจนเป็นผงละเอียด และร่อนผ่านตระแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และเตรียมตัวประสานในอัตราส่วนที่คงที่ต่อถ่านอัดแท่งหนึ่งก้อน ซึ่งแป้งมันสำปะหลัง 50 กรัม และน้ำ 100 มิลลิลิตร กวนให้ความร้อนจนกระทั่งได้เป็นกาวที่มีลักษณะสีขาวขุ่น

จากนั้นขึ้นรูปถ่านอัดแท่งทั้งหมด 5 อัตราส่วน ดังตารางที่ 1 โดยงานวิจัยนี้จะใช้ “เปลือกมะพร้าว” หมายถึง เปลือกมะพร้าวที่ผ่านการเผาและบดแล้ว จากนั้นนำแต่ละอัตราส่วนที่เตรียมไว้

ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันระหว่างวัสดุประสาน นำไปใส่แม่พิมพ์ผลิตถ่านอัดแท่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร และความสูงประมาณ 8 เซนติเมตร อัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแรงมือด้วยแรงอัดคงที่ นำถ่านที่ได้จากการขึ้นรูปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 อัตราส่วนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว

| อัตราส่วนที่ | เปลือกมะพร้าว (กรัม) | แป้งมันสำปะหลัง (กรัม) | น้ำ (มิลลิลิตร) |
|--------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | 40 | 50 | 100 |
| 2 | 45 | 50 | 100 |
| 3 | 50 | 50 | 100 |
| 4 | 55 | 50 | 100 |
| 5 | 60 | 50 | 100 |

ทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าวที่สามารถขึ้นรูปได้ จำนวน 3 ซ้ำ ด้วยวิธีทดสอบ (ชลลดา ไร่ขาม, ยุทธพันธ์ คำวัน, ปภากร จันทะวงศ์ฤทธิ และศิริทรัพย์ แก้วม่วง, 2560; กนกวรรณ สุกรนันท์ และนิพนธ์ ต้นไพบูลย์กุล, 2562) ดังนี้ ค่าความชื้นทดสอบ ค่าความชื้น ค่าความหนาแน่น ค่าดัชนีการแตกร่วน การทดสอบประสิทธิภาพการติดไฟ และวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ยและร้อยละ สูตรคำนวณค่าการทดสอบต่างๆ รายละเอียด ดังสมการที่ 1-3 และทดสอบประสิทธิภาพการติดไฟ

$$M = \frac{(W1-W2) \times 100}{W1} \quad (1)$$

เมื่อ M คือ ปริมาณความชื้นของถ่าน (ร้อยละ)
 w_1 คือ น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)
 w_2 คือ น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของถ่าน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
 m คือ น้ำหนักของถ่านหลังอบ (กรัม)
 v คือ ปริมาตรของถ่าน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

$$R = \frac{w_f}{w_i} \quad (3)$$

เมื่อ R คือ ดัชนีการแตกร่วน

w_f คือ น้ำหนักของถ่านที่เหลือหลังทดสอบ (กรัม)

w_i คือ น้ำหนักของถ่านก่อนทดสอบ (กรัม)

ในการทดสอบระยะเวลาการติดไฟ และการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากกากมะพร้าว เพื่อดูประสิทธิภาพของการติดไฟ (ดัดแปลงจาก นิพนธ์ ตันไพบูลย์กุล และธรรพร บุศย์น้ำเพชร, 2559) มีวิธีการดังนี้ นำถ่านอัดแท่ง จำนวน 2 ก้อน ใส่ในเตาอั้งโล่ขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 13 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3 จุดไฟ และบันทึกข้อมูล และสังเกตลักษณะการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่ง ได้แก่ การแตกประทุ ลักษณะของควัน และระยะเวลาในการเผาไหม้ตั้งแต่เริ่มต้นจนไฟมอดดับ ในสภาพอากาศถ่ายเท และไม่มีลมพัด



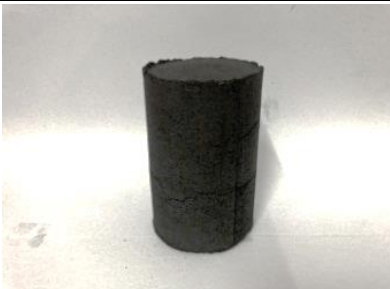
รูปที่ 3 เตาอั้งโล่ขนาดเล็กสำหรับใส่ถ่านอัดแท่ง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษารูปร่างถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว จากการศึกษาการขึ้นรูปถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าวต่อแป้งมันสำปะหลังเป็นวัสดุประสานทั้งหมด 5 อัตราส่วน โดยน้ำหนัก ได้แก่ 1) 40:50 2) 45:50 3) 50:50 4) 55:50 5) 60:50 พบว่า สามารถขึ้นรูปได้เพียง 3 ส่วน คือ อัตราส่วนที่ 2 อัตราส่วนที่ 3 และอัตราส่วนที่ 4 โดยสามารถขึ้นรูปได้ดี และนำออกจากแม่พิมพ์ได้ไม่แตกหัก

มีผิวเรียบ มีสีดำสม่ำเสมอ และมีขนาดใกล้เคียงกัน มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อนในอัตราส่วนที่ 2 คือ 85.94 กรัม อัตราส่วนที่ 3 คือ 91.59 กรัม และอัตราส่วนที่ 4 คือ 95.35 กรัม รายละเอียดแสดง ดังตารางที่ 2 แต่สำหรับอัตราส่วนที่ไม่สามารถขึ้นรูปได้ มี 2 อัตราส่วน คือ อัตราส่วน 1 ประกอบด้วยเปลือกมะพร้าว 40 กรัม เนื่องจากมีปริมาณผงถ่านเปลือกมะพร้าวน้อยเกินไป ทำให้วัสดุมีลักษณะเหลวไม่คงรูป จึงไม่สามารถนำออกจากแม่พิมพ์ได้ และอัตราส่วน 5 ประกอบด้วยเปลือกมะพร้าว 60 กรัม ซึ่งมีปริมาณผงถ่านมากเกินไป ทำให้วัสดุไม่เกาะตัว แห้งร่วน และเกิดการแตกหัก สอดคล้องกับงานวิจัยของเสริมศักดิ์ เกิดวัน, รุ่งโรจน์ จินต์วง และสุภาพร เกตุพันธ์ (2561) ที่ศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาकु ใช้การปริมาณผงถ่านเปลือกต้นสาकु และปริมาณแป้งมันสำลึงต่อปริมาณน้ำ สัดส่วนของวัสดุประสานมีผลต่อการขึ้นรูปของถ่านอัดแท่ง ซึ่งพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมขององค์ประกอบของ ผงถ่าน แป้งมันสำลึง และน้ำในอัตราส่วน 1 : 1 : 0.50 (โดยน้ำหนัก) จากการทดสอบอัตราส่วนต่างๆ สูตรที่ใช้ผงถ่าน 2 ส่วนไม่สามารถขึ้นรูปได้ ส่วนสูตรที่ใช้น้ำ 2 ส่วน ถ่านที่ได้มีลักษณะเปียกอ่อนนุ่มไม่คงรูปหลังผ่านกระบอบอัดแท่ง นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่า การนำเปลือกมะพร้าวอ่อนมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งสามารถขึ้นรูปอัดด้วยเครื่องอัดแรงมือ ได้แท่งเชื้อเพลิงที่ไม่แตกหัก สีดำ และมีศักยภาพในการผลิตเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้งานจริง (สังเวย เสวกวิหารี และอุดมเดชา พลเยี่ยม, 2563)

ตารางที่ 2 ผลการขึ้นรูปถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว

| อัตราส่วนที่ | ผลการขึ้นรูป | ลักษณะภายนอก |
|--------------|---|-------------------------------|
| 1 | ไม่สามารถขึ้นรูปได้ มีลักษณะเหลว | |
| 2 |  | ผิวเรียบ มีรอยแตกร้าวเล็กน้อย |
| 3 |  | ผิวเรียบ มีรอยแตกร้าวเล็กน้อย |

| อัตราส่วนที่ | ผลการขึ้นรูป | ลักษณะภายนอก |
|--------------|---|-------------------------------|
| 4 |  | ผิวเรียบ มีรอยแตกร้าวเล็กน้อย |
| 5 | ไม่สามารถขึ้นรูปได้ มีลักษณะแห้งร่วน | |

ผลการศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว จากการศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าวที่ขึ้นรูปได้ ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าความหนาแน่น ค่าการแตกร่วน และระยะเวลาการติดไฟ เพื่อดูประสิทธิภาพการใช้งานเชิงความร้อนของถ่านอัดแท่งด้วยการจุดติดไฟ ผลการศึกษาแสดง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบคุณสมบัติถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าวที่ขึ้นรูปได้

| อัตราส่วนที่ | 2 | 3 | 4 |
|---|-------|-------|-------|
| น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) | 85.94 | 91.59 | 95.35 |
| ค่าเฉลี่ยความชื้น (ร้อยละ) | 4 | 6 | 4 |
| ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) | 0.14 | 0.15 | 0.16 |
| ค่าเฉลี่ยการแตกร่วน (โดยน้ำหนัก) | 0.74 | 0.77 | 0.79 |
| เวลาที่น้ำเริ่มเดือด (นาที) | 13 | 15 | 16 |
| ระยะเวลาเฉลี่ยในการเผาไหม้ (นาที) | 120 | 150 | 210 |

ผลการศึกษาค่าความชื้น พบว่า ร้อยละของค่าเฉลี่ยความชื้นของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าวในอัตราส่วนที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 4 อัตราส่วนที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 6 และอัตราส่วนที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 4 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง มพช.238/2547 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ที่กำหนดให้ค่าความชื้นโดยน้ำหนักมีค่าไม่เกินร้อยละ 8 ในส่วนของค่าความหนาแน่นของอัตราส่วนที่ 2 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นใกล้เคียงกัน คือ 0.14 0.15 และ 0.16 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ เนื่องจากความหนาแน่นจะบ่งบอก

ถึงการยึดเกาะของวัสดุได้ดี จากการศึกษาจากกาแฟและกากมะพร้าว ที่มีแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน (ลัดดา ทองชูช่วย, วรรัตน์ ปัตตประกร และแววบุญ แยมแสงสังข์, 2565) พบว่า ค่าความหนาแน่นสูงสุดคือ 0.815 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แต่ค่าความหนาแน่นต่ำของเชื้อเพลิงอัดแท่งมีข้อดีในการช่วยทำให้จุดติดไฟได้ง่ายขึ้น สำหรับค่าดัชนีการแตกร่วน พบว่า อัตราส่วนที่ 2 มีผลค่าเฉลี่ยการแตกร่วน คิดเป็น 0.74 อัตราส่วนที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการแตกร่วน คิดเป็น 0.77 และอัตราส่วนที่ 4 มีค่าเฉลี่ยการแตกร่วน คิดเป็น 0.79 ซึ่งอัจฉรา อัครวรกิจกุลชัย, ชลันดา เสมสಾಯน์, นัฐพร ประภักดี, ณิชฐิตา เปี่ยมสุวรรณศิริ และนิภาวรรณ ชูชาติ (2554) ได้ผลการทดลองเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุด มีค่าดัชนีการแตกร่วน 0.97 - 1.0 และเป็นไปตามค่าที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานของแท่งเชื้อเพลิงควรอยู่ระหว่าง 0.5 - 1.0 ซึ่งค่าการแตกร่วนที่สูงจะสามารถทนทานต่อการใช้งานและการขนส่ง (เจนจิรา อุตเรือน, นิกราน หอมดวง, ณิชฐิติ ก้อยผ่านกิจ, ชูรัตน์ ธารารักษ์ และณิชฐิติ ดุษฎี, 2560)

เมื่อทดสอบการให้ความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว ด้วยการต้มน้ำเปล่าให้เดือดเพื่อดูระยะเวลาการเผาไหม้โดยใช้ถ่านจำนวน 2 ก้อน และทดลองต้มน้ำปริมาตร 200 มิลลิลิตร พบว่าในอัตราส่วนที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ มีระยะเวลาที่ใช้ในการติดไฟ 2 3 และ 4 นาที ตามลำดับ โดยทดลองประสิทธิภาพการใช้งานในสภาพแวดล้อมมีอากาศถ่ายเท และไม่มีลมพัด มีระยะเวลาเฉลี่ยในการเผาไหม้ เริ่มตั้งแต่ถ่านเริ่มจุดติดไฟจนมอดดับเป็นถ่าน ก้าวคือถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าวแต่ละอัตราส่วนสามารถติดไฟได้ง่าย ไม่มีการแตกปะทุขณะติดไฟ ไม่มีกลิ่นฉุน มีควันสีขาวในช่วงแรกของการจุดไฟ และให้ความร้อนกับน้ำได้ ดังนี้ อัตราส่วนที่ 2 มีระยะเวลาการเผาไหม้นาน 120 นาที อัตราส่วนที่ 3 มีระยะเวลาการเผาไหม้นาน 150 นาที และอัตราส่วนที่ 4 มีระยะเวลาการเผาไหม้นาน 210 นาที ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการทำงานของถ่านอัดแท่งมีประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่นานมากกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของนิพนธ์ ต้นไพบูลย์กุล และธรรพร บุศย์น้ำเพชร (2559) ที่พบว่าการผลิตถ่านจากผักตบชวาโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในรูปแบบแท่งมีประสิทธิภาพการใช้งานจริงของเชื้อเพลิงได้นานกว่ารูปแบบเม็ด และให้ค่าความร้อนที่สูงกว่า นอกจากนี้ความหนาแน่นสูงของเชื้อเพลิงอัดแท่งยังส่งผลต่อการให้ความร้อนได้นาน (กนกวรรณ ศุภกรนนท์ และนิพนธ์ ต้นไพบูลย์กุล, 2562)

สรุปผล

สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำเปลือกมะพร้าวมาขึ้นรูปถ่านอัดแท่ง มีตัวประสานคือแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นการนำเศษวัสดุมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านพลังงาน และลดการใช้ถ่านจากไม้จริง โดยถ่านที่ผลิตได้มี 3 อัตราส่วน คือ อัตราส่วนที่ 2 อัตราส่วนที่ 3 และอัตราส่วนที่ 4 ถ่านอัดแท่งที่ได้

มีน้ำหนักเบา ผิวเรียบ สีดำ มีควันน้อย ติดไฟได้นาน สามารถทนเคลื่อนย้าย หรือขนส่งได้ง่าย สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจริงได้ โดยเฉพาะอัตราส่วนที่ 4 ประกอบด้วยเปลือกมะพร้าว 55 กรัม และแป้งมันสำปะหลัง 50 กรัม เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด มีค่าความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 4 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน จุดติดไฟได้นาน ไม่มีกลิ่นฉุน ไม่เกิดการแตกปะทุ มีควันในช่วงแรกของการจุดติดไฟและเมื่อไฟติดแล้วไม่มีควัน มีค่าดัชนีการแตกกรวน 0.79 โดยน้ำหนัก ถ่านจากเปลือกมะพร้าวนี้ติดไฟได้ง่ายขึ้น เนื่องจากความหนาแน่นที่ไม่สูงมาก มีค่าความหนาแน่น 0.16 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และสามารถติดไฟได้นานจนถ่านมอดดับมีระยะเวลา 210 นาที ดังนั้น ถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าวจึงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ และลดการปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ยังต้องศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของค่าความร้อน รวมถึงผลแรงอัดแท่งต่อค่าความร้อน และองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ และในด้านอายุของถ่านในการเก็บรักษา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการใช้งานได้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้สนับสนุนเปลือกมะพร้าวจากสวนในจังหวัดชุมพร และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการปฏิบัติการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ ศุภรนนท์ และนิพนธ์ ต้นไพบูลย์กุล. (2562). การใช้กากมันสำปะหลังเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตรเป็นตัวประสานในการอัดแท่ง ผงถ่านจากเปลือกตาลโตนด. *วารสาร Veridian E Journal Science and Technology Silpakorn University สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 6(5), 48-65. ค้นเมื่อ 30 เมษายน 2566, จาก <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/VESTSU/article/view/206958>.

เจนจิรา อุตเรือน, นิกราน หอมดวง, ณัฐกิตติ์ ก้อยผ่านกิจ, ชูรัตน์ ธารารักษ์ และณัฐวุฒิ ดุษฎี. (2560). การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของชีวมวลอัดเม็ดจากวัสดุเหลือทิ้งทาง

- การเกษตร. ใน การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13. (หน้า 209-215). เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย.
- ชลลดา ไช้ขาม, ยุทธพันธ์ คำวัน, ปภาภร จันทะวงศ์ฤทธิ และศิริทรัพย์ แก้วม่วง. (2560). ศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนกากน้ำตาลที่มีผลต่อคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ทำจากเปลือกมังคุดและเปลือกเงาะ. วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 9(10), 79-90. ค้นเมื่อ 3 พฤษภาคม 2566, จาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JSTNSRU/article/view/95292/87196>.
- นิพนธ์ ตันไพบูลย์กุล และธรรพร บุศย์น้ำเพชร. (2559). ลักษณะการขึ้นรูปและตัวประสานที่แตกต่างกันต่อสมบัติของเชื้อเพลิงที่ผลิตจากผักตบชวา. วารสาร Veridian E Journal Science and Technology Silpakorn University สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 3(6), 86-100. ค้นเมื่อ 30 เมษายน 2566, จาก <https://ph01.tcithaijo.org/index.php/VESTSU/article/view/75830>.
- ลัดดา ทองชูช่วย, วรรัตน์ ปัตร์ประกร และแววบุญ แยมแสงสังข์. (2565). การศึกษาสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2(2), หน้า 55-65.
- สังเวย เสวกวิหारी และอุดมเดชา พลเยี่ยม. (2563). รายงานการวิจัยเรื่องการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าวอ่อน. กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2566, จาก <http://otop.dss.go.th/index.php/en/standard/standardlist>.
- สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. (ม.ป.ป.). ศักยภาพในการแข่งขันของมะพร้าวไทย. ค้นเมื่อ 31 พฤษภาคม 2566, จาก <http://www.tpsa.moc.go.th/sites/default/files/1064-img.pdf>.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). ข้อมูลการผลิตมะพร้าว. ค้นเมื่อ 25 เมษายน 2566, จาก <https://misapp.oae.go.th/product/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A7>.
- เสริมศักดิ์ เกิดวัน, รุ่งโรจน์ จินต์วง และสุธาพร เกตุพันธ์. (2561). รายงานการวิจัยเรื่องการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคร. นครศรีธรรมราช: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- อัจฉรา อัครจุฑิกลชัย, ชลันดา เสมสายัณห์, นัฐพร ประภักดี, ณัฐธิดา เปี่ยมสุวรรณศิริ และ นิภาวรรณ ชูชาติ. (2554). การนำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาวิทยาศาสตร์. (หน้า 162-168). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

การพัฒนาเกม 3 มิติ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของ

โรงเรียนอนุบาลประชารัฐสามัคคี

Developing 3D Games for English Learning for

Anubunpracharat Samakkee School

ประเมษฐ์ มีเพียร^{1*} และ อุษานาฏ เอื้ออภิสิทธิ์วงศ์²

Poramet Meepain and Usanad Ua-apisitwong

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเกม 3 มิติ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 โรงเรียนอนุบาลประชารัฐสามัคคี จังหวัดนครราชสีมา โดยศึกษาความต้องการของผู้สอนต่อการพัฒนาเกม และประเมินความพึงพอใจนักเรียนต่อเกม 3 มิติ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน ผลการพัฒนาได้เกม 3 มิติเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษจำนวน 2 เกม สำหรับบทเรียนเรื่อง My Family และ Going Shopping สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย โดยพบผลลัพธ์ความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 4.38

คำสำคัญ : เกมสื่อการเรียนการสอน เกม 3 มิติ สิ่งของใกล้ตัว อาชีพ

ABSTRACT

The objective of this research was to develop 3D games to promote English learning in Primary 5 and 6 students of Anubunpracharat Samakkee School. The needs of teachers towards game development and students' satisfaction were studied. The experimental tool was the satisfaction assessment form. The results of the development were two 3D games for learning English in the topic of "My Family" and

^{1,2} สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

“Going Shopping”. The statistic used to analyze the data was averages. It was found that the average satisfaction (\bar{x}) was 4.38.

Keywords : educational media games, 3 D games, objects, occupation

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ยังเป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบเดิมซึ่งเป็นการสอนหน้าห้องเรียน โดยการอธิบายและใช้หนังสือในการสอน หรือเป็นการสอนออนไลน์โดยใช้สไลด์ประกอบการสอนหรือวีดิทัศน์เพื่อนำเสนอข้อมูล ซึ่งเป็นรูปแบบที่ไม่น่าสนใจ ไม่มีลูกเล่นที่ดึงดูดผู้เรียนหรือช่วยกระตุ้นความสนใจ นอกจากนี้รูปแบบของสื่อการสอนของวิชาภาษาอังกฤษยังมีน้อยส่วนใหญ่เป็นสื่อ 2 มิติ และเป็นคำศัพท์ง่าย ๆ ไม่มีเนื้อหาที่ช่วยดึงดูดประกอบภายใน จึงเป็นสื่อที่ขาดความน่าสนใจได้ง่าย

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ที่เกิดขึ้นทำให้รูปแบบการเรียนการสอนในโรงเรียนทำได้ยาก โดยปรับรูปแบบการเรียนการสอนเป็นแบบออนไลน์ทำให้การเรียนเกิดปัญหาและนักเรียนขาดการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือขาดความสนใจในการเรียนแบบออนไลน์ ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน นักเรียนขาดความสม่ำเสมอในการเรียนขาดความสนใจในรายวิชาภาษาอังกฤษ ส่งผลให้คะแนนในการสอบของนักเรียนในช่วง 1-2 ปีที่ผ่านมาลดลง แม้มีการพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน แต่ยังไม่ช่วยเพิ่มความรู้ที่ได้จากการเล่นเกมภาษาอังกฤษ เพราะเนื้อหาที่อยู่ในเกมยังน้อย จากปัญหานี้ทำให้ทางโรงเรียนต้องการสื่อการสอนที่มีความน่าสนใจ เพิ่มความรู้เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน (Kongprab, 2019)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาเกม 3 มิติ เกม Do I need anything else ? และ เกม Can you find them ? ที่มีภาพสวยงามและช่วยสร้างความน่าสนใจในการเรียน ลักษณะของเกมเป็นแนวสวมบทบาทและใช้รูปแบบการออกสำรวจสิ่งต่าง ๆ เพื่อค้นหาคำตอบตามเนื้อหาภายในเกม (ศิริลักษณ์ เทนอิสสระ, 2561, พรพิมล ใจกล้า; จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า, 2565) โดยพัฒนาเกมเพื่อใช้ประกอบการเรียนภาษาอังกฤษตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของกระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาเกม 3 มิติเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ เรื่อง My Family และ Going Shopping โดยใช้กระบวนการของ SDLC Model (system development life cycle model) ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ปัญหาในการจัดทำเกมการศึกษาและศึกษาความต้องการของผู้สอนเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนวิชาภาษาอังกฤษ โดยผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ผู้สอนโรงเรียนอนุบาลประชารัฐสามัคคี โดยใช้แบบสอบถามความต้องการของผู้สอนต่อการพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ จำนวน 20 คน ประกอบไปด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังตารางที่ 1

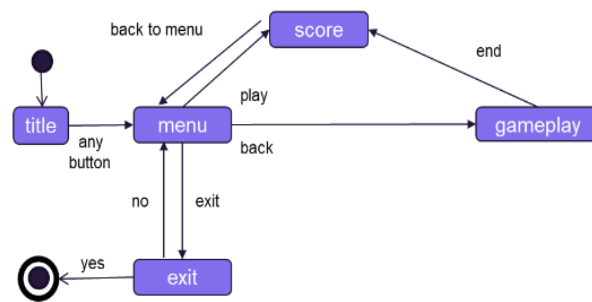
ตารางที่ 1 ข้อมูลจากผู้สอนต่อการพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ

| หัวข้อคำถาม | ข้อมูลจากผู้สอนต่อการพัฒนาเกม |
|---|--|
| 1. ปัญหาของการเรียน | 1. ไม่ชอบการเรียนแบบเดิม เพราะไม่มีความหลากหลายของเนื้อหา 2. รูปแบบที่ไม่น่าสนใจ ไม่มีลูกเล่นที่จะดึงดูดหรือช่วยกระตุ้นความสนใจ 3. นักเรียนเรียนไม่ทันและไม่เข้าใจ |
| 2. วิชาและเนื้อหาที่ ต้องการให้พัฒนา | วิชาภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และปีที่ 6 เรื่อง My Family และ Going Shopping จากหนังสือตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 |
| 3. รูปแบบของสื่อหรือ เกมที่ต้องการ | 1. สื่อการเรียนที่ช่วยให้เรียนได้สนุก 2. นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมได้ 3. มีคะแนนเพื่อวัดความสามารถ 4. วิธีการเล่นที่เข้าใจง่าย |
| 4. กลุ่มตัวอย่างที่ ต้องการทดสอบ | นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ ปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลประชารัฐ สามัคคี โดยเลือกแบบสุ่มจำนวนชั้นละ 10 คน |

2. ขั้นตอนการออกแบบ

จากปัญหาข้างต้นจึงได้ทำการออกแบบเกม 3 มิติเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษขึ้นมา (รูปที่ 1) โดยมีการออกแบบโครงสร้าง เนื้อหาบทเรียน ตัวละคร วัตถุ แผนที่และ กฎกติกาของเกม ดังนี้

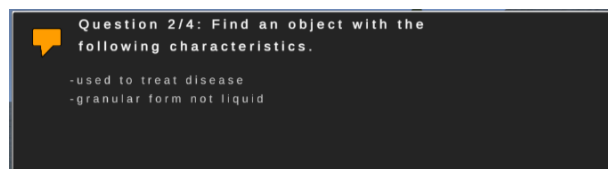
- การออกแบบโครงสร้างหน้าต่างเกม ให้มีกระบวนการใช้งาน 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้
 - หน้าที่ 1 เป็นหน้าเมนูหลัก มีปุ่มสำหรับเริ่มเกม และปุ่มสำหรับอ่านคำแนะนำก่อนเริ่มเกม
 - หน้าที่ 2 เป็นหน้าสำหรับเล่นเกม ได้มีการนำเนื้อหาจากหนังสือเรียนวิชาพื้นฐาน ภาษาอังกฤษ มาใช้ในคำใบ้และโจทย์
 - หน้าที่ 3 จะเป็นหน้าแสดงคะแนนที่ได้จากในการเล่นเกมนของหน้าที่ 2



รูปที่ 1 โครงสร้างของตัวเกม

- การออกแบบเนื้อหาบทเรียน ลำดับขั้นตอนการทำงานและวิธีการนำเสนอในรูปแบบเกมเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง My Family และ Going Shopping สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และปีที่ 6 ไว้ดังนี้

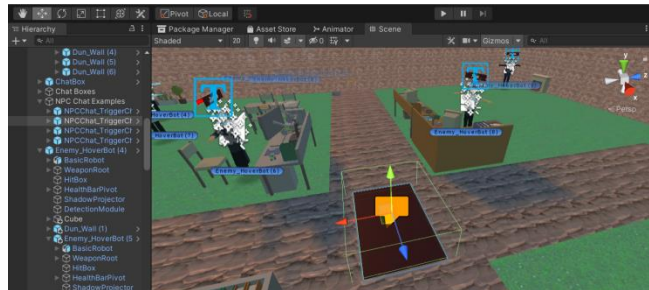
เนื้อหาเกมที่ 1 ใช้เนื้อหาของวิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง Going Shopping สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีชื่อเกมว่า Do I need anything else ? โดยให้ผู้เล่นฝึกการอ่านภาษาอังกฤษจากโจทย์ ด้วยระบบกล่องข้อความและตามหาสิ่งของที่มีลักษณะตรงกันตามที่โจทย์ระบุ เน้นไปที่สิ่งของเครื่องใช้ทั่วไป เช่น หนังสือ ดินสอ หรือโทรศัพท์ เป็นต้น ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กล่องข้อความเพื่อฝึกทักษะการอ่าน ของเกม Do I need anything else ?

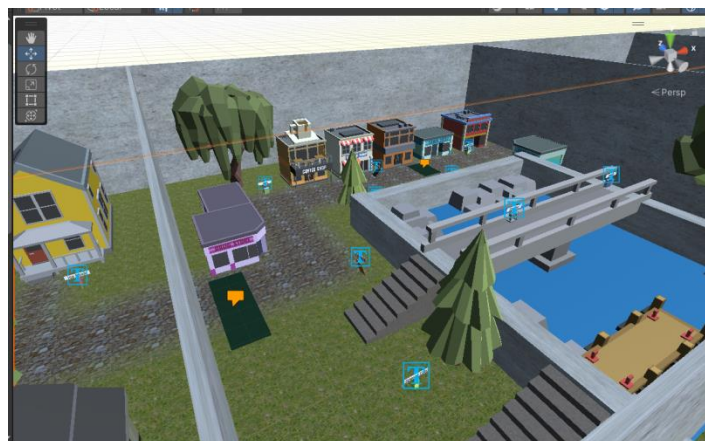
เนื้อหาเกมที่ 2 ใช้เนื้อหาของวิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง My Family สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีชื่อว่า Can you find them ? โดยให้ผู้เล่นฟังภาษาอังกฤษจาก

โจทย์และตามหาบุคคลที่มีลักษณะตรงกันตามที่โจทย์ระบุ เน้นในด้านการแยกแยะอาชีพ เช่น ทหาร หมอ หรือ แม่บ้าน เป็นต้น ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การนำระบบเสียงมาใช้เพื่อฝึกทักษะในการฟัง

- การออกแบบแผนที่หรือฉากของเกม โดยในแต่ละแผนที่จะเป็นช่วงเวลา กลางวันเพื่อความสะดวกในการมองเห็น โดยรายละเอียดของพื้นผิวเน้นไปในรูปแบบของการ์ตูนที่มีสีสันสดใส มากกว่าความจริง โดยให้มีการจัดตกแต่งรายละเอียดให้เข้ากับธีมของแต่ละโจทย์ และให้มีพื้นที่ในการวิ่งสำรวจเพื่อเพิ่มความน่าสนใจและความสนุกของผู้เล่น ดังรูปที่ 4 ซึ่งเป็นการออกแบบแผนที่ให้มีพื้นที่เพียงพอต่อการเดินสำรวจ แต่ไม่กว้างจนเกินไป และมีการตกแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อไม่ให้เกิดการเดินสำรวจขาดความน่าสนใจ



รูปที่ 4 ตัวอย่างการออกแบบแผนที่

- การออกแบบตัวละคร ฉาก ของตกแต่ง และโจทย์ ได้มีการนำแอนิเมชันเคลื่อนไหว มาใส่ประกอบเพื่อง่ายต่อการแยกแยะระหว่างของตกแต่งกับโจทย์ เช่น ถ้าเป็นบุคคลจะมีท่าทางการ

ขยับ หรือ การหมุนของสิ่งของที่เป็นไอเทม จะได้ไม่กลิ้งกับของตกแต่งที่เป็นฉากหลังจนเกินไป ประกอบไปด้วยโมเดลที่เป็นโจทก์บุคคล 20 คน โจทก์สิ่งของ 40 ชิ้น และของตกแต่งฉากประมาณ 50 ชิ้น โดยปั้นโมเดลด้วยโปรแกรม Blender บางส่วน เช่น ตัวละครหลักหรือของตกแต่งบางชิ้น นอกจากนั้นจะเป็นการซื้อลิขสิทธิ์การใช้งานมาจากเว็บไซต์ทางการของ Unity ดังรูปที่ 5 ที่ออกแบบตัวละครมีการออกแบบให้เป็นหุ่นยนต์ประเภทโดรนแบบทรงกลม เพื่อลดขั้นตอนของการทำให้ภาพเคลื่อนไหว และดังรูปที่ 6 แสดงการออกแบบฉากในเกมจะเน้นมุมมองของเกมเป็นบุคคลที่ 1 จึงไม่จำเป็นต้องมีตัวละครหลักในการดำเนินเรื่อง แต่มีวัตถุหรือสิ่งของที่ตัวละครจำเป็นต้องถือและใช้ ต้องใส่ตัวกล่องหลักเพื่อปรับมุมมอง



รูปที่ 5 ตัวละครของ เกม Do I need anything else ?



รูปที่ 6 ฉากของเกม Can you find them ?

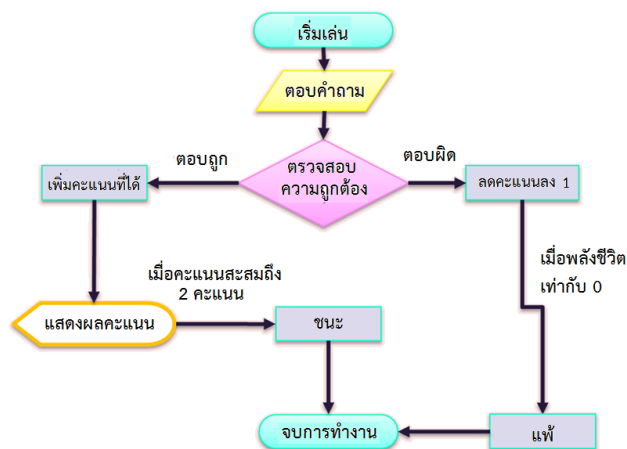
- การออกแบบกฎกติกาของเกมและวิธีการเล่นของตัวเกมทั้ง 2 มีความแตกต่างกัน ดังนี้
 เกม Do I need anything else ? สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะเป็นแผนที่ใหญ่ที่แบ่งออกเป็น 4 ด้านในแผนที่ย่อย โดยออกแบบให้ผู้เล่นหาคำตอบจากการอ่าน โดยต้องผ่านในด้านที่ 1 ก่อนจึงจะไปด้านต่อไปได้ ซึ่งมีเวลาเล่น 15 นาทีและต้องไม่ตอบผิดเกิน 6

ครั้ง วิธีการเก็บสิ่งของทำได้ด้วยการวิ่งชนกับตัววัตถุจะเป็นการเก็บอัตโนมัติ กระบวนการดำเนินงานของเกมแสดงได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 รูปแบบโครงสร้างการเก็บคะแนนของเกม Do I need anything else ?

เกม Can you find them ? สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีแผนที่ขนาดใหญ่ที่แบ่งเป็นแผนที่ย่อย จำนวน 2 ด้าน วิธีการเล่นคือการหาคำตอบจากการฟัง โดยต้องผ่านด่านที่ 1 ก่อนจึงจะไปด่านต่อไปได้ มีเวลาเล่น 15 นาทีและไม่สามารถตอบผิดได้ ถ้าตอบผิดเกมจะจบ (game over) ดังรูปที่ 8 โดยเมื่อฟังคำถามภาษาอังกฤษให้เดาคำตอบจากวัตถุที่แสดงอยู่ เมื่อเจอคำตอบที่ถูกต้องให้ทำการหั่นกล่องให้ตรงกับวัตถุและกดคลิกซ้ายจะเป็นการถ่ายรูปเพื่อยืนยันการส่งคำตอบ



รูปที่ 8 รูปแบบโครงสร้างการเก็บคะแนนของเกม Can you find them ?

3. ขั้นตอนการพัฒนา

ขั้นตอนนี้เป็นการนำเครื่องมือมาทำการพัฒนาเกม 3 มิติ และได้ผลของการพัฒนาเกม 3 มิติเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ ดังนี้

- เครื่องมือการพัฒนา ประกอบไปด้วยการใช้ภาษา C# และ C++ ในการเขียนโค้ดของโปรแกรม เพื่อควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ ในเกม เช่น ระบบการเก็บคะแนน ระบบตรวจความถูกต้องของคำตอบ ระบบจับเวลา เป็นต้น ใช้โปรแกรม Visual Studio Code สำหรับอ่าน เขียนและแก้ไขโค้ดของตัวเกม ใช้โปรแกรม Unity เพื่อสร้างโครงสร้างหลักของตัวเกม และฉากต่างๆ และใช้โปรแกรม Blender เพื่อออกแบบและสร้างโมเดล 3 มิติ

- การพัฒนาด้วยโปรแกรม Blender สำหรับการปั้นโมเดลของสิ่งของต่างๆ เช่น กล้องเครื่องมือ โดยเน้นไปที่รูปแบบทรงเรขาคณิตสามมิติ ที่ง่ายต่อการออกแบบ โดยออกแบบสิ่งของเน้นสร้างสิ่งของด้วยโครงสร้างเรขาคณิตให้ เพื่อประหยัดเวลา และเน้นจำนวนในการวางเพื่อความหลากหลายไม่ดูโล่งจนเกินไป และการสร้างหน้าต่างของการแสดงผลคะแนนการตอบคำถามจะแสดงคะแนนคำตอบถูก (score) หรือผิด (wrong) ทางด้านซ้ายบนของหน้าจอ

4. ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจ

ขั้นตอนนี้เป็นการนำเกม 3 มิติ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างและทำการหาความพึงพอใจ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายตามหลักสูตรการศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ ปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลประชารัฐสามัคคี จำนวนชั้นละ 10 คน

ในการประเมินความพอใจได้ใช้แบบประเมินให้กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนทดลองเล่นเกมที่พัฒนาขึ้นและทำแบบทดสอบ โดยแบบประเมินความพึงพอใจ เกม 3 มิติเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนของข้อมูลทั่วไป ส่วนของรายการประเมินความพึงพอใจ และส่วนของข้อเสนอแนะ

สถิติที่ใช้ในการหาความพึงพอใจ คือ ค่าเฉลี่ยมาตรฐาน และใช้เปรียบเทียบค่าสถิติ (dependent t-test) โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงระดับคะแนนของค่าเฉลี่ย

| ช่วงของค่าเฉลี่ย | ระดับความพึงพอใจ |
|------------------|------------------|
| 4.50 – 5.00 | ระดับมากที่สุด |
| 3.50 – 4.49 | ระดับมาก |

| ช่วงของค่าเฉลี่ย | ระดับความพึงพอใจ |
|------------------|------------------|
| 2.50 – 3.49 | ระดับปานกลาง |
| 1.50 – 2.49 | ระดับน้อย |
| 1.00 – 1.49 | ระดับน้อยที่สุด |

5. ขั้นตอนสรุปผลการทดลอง

เป็นขั้นตอนการนำผลประเมินความพึงพอใจและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงเกม 3 มิติ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษที่พัฒนาขึ้นให้ดียิ่งขึ้น

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

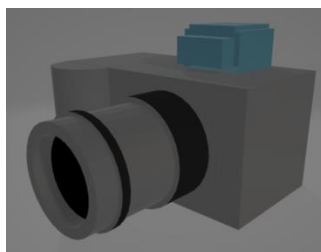
จากการพัฒนาเกม 3 มิติเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้ด้านการฟัง หรือการอ่านภาษาอังกฤษตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งอยู่ในสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูล

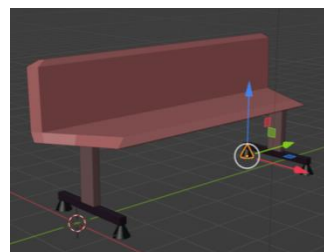
จากการศึกษาปัญหาและได้สอบถามความต้องการของผู้สอน สรุปได้ว่า ผู้สอน ต้องการเกมที่เป็นลักษณะของสื่อมัลติมีเดียส่งเสริมการเรียนรู้การสอนวิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง My Family และ Going Shopping ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่อยู่ในสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ โดย จำแนกเนื้อหาออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 อาชีพ และ ตอนที่ 2 สิ่งของ

2. ผลการออกแบบ

ได้โมเดล 3 มิติของตัวละครหลัก ของตกแต่งด้วยโปรแกรม Blender เริ่มต้นจาก การขึ้นรูปชิ้นงาน ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และทำการลงสีให้กับโมเดลแต่ละส่วน ดังรูปที่ 9



(ก)



(ข)

รูปที่ 9 (ก) กล้องถ่ายรูปของเกมน่าเล่นที่ 2 สำหรับถ่ายภาพ และ (ข) แก์อึดตกแต่งฉาก

3. ผลการพัฒนา

จากการพัฒนาได้เกม 3 มิติเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษทั้งหมด 2 เกม

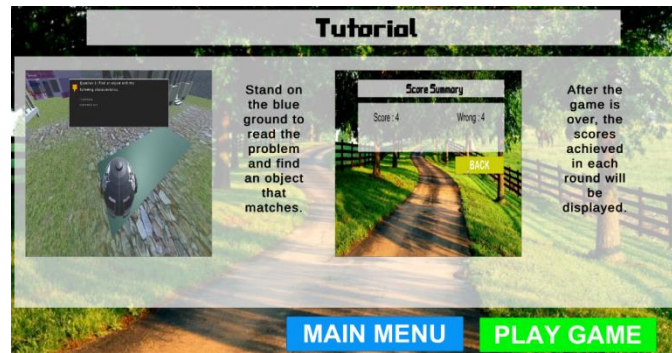
- ผลการพัฒนาระบบเกม Do I need anything else ? จากการพัฒนาได้ดำเนินการพัฒนาระบบตามขั้นตอนการวิจัยและได้ผลของการพัฒนาเป็นเป็นเกมที่มีธีมอยู่ในเมืองแห่งหนึ่ง โดยหน้าจอหน้าหลักประกอบไปด้วย ชื่อเรื่อง รูปตัวละครหลัก ปุ่มเริ่มเกม ปุ่มอ่านคำแนะนำ และปุ่มออกจากเกม หน้าจอเกมประกอบไปด้วย คำอธิบายวิธีการเล่นพร้อมรูปภาพ ปุ่มย้อนกลับไปเมนูหลัก และปุ่มเริ่มเกมอีกครั้ง หน้าจอขณะกำลังเล่นเกมประกอบไปด้วย ข้อความบอกเวลาที่เหลืออยู่ ข้อความบอกคะแนนที่ทำได้ ตัวละคร 3 มิติโจทย์ และแผนที่ และหลังจากที่เล่นจบมีการบอกคะแนนในการที่ทำได้ในรอบล่าสุด ดังรูปที่ 10 - 12



รูปที่ 10 ธีมของเกม Do I need anything else ?



รูปที่ 11 หน้าจอหน้าหลัก



รูปที่ 12 หน้าจอคำแนะนำ

- ผลการพัฒนาระบบของเกม Can you find them ? จากการพัฒนาได้ดำเนินการพัฒนาระบบตามขั้นตอนการวิจัยและได้ผลของการพัฒนาหน้าจอของเกมสื่อการสอน หน้าแรกของเกมประกอบไปด้วย ชื่อเรื่อง ฉากหลัง ปุ่มหน้าคำแนะนำ ปุ่มเริ่มเกม พร้อมคำอธิบาย วิธีการเล่นพร้อมรูปภาพคำแนะนำ ปุ่มย้อนกลับ และปุ่มเริ่มเกม หน้าจอขณะกำลังเล่นเกมประกอบไปด้วย ข้อความบอกเวลาที่เหลืออยู่ ข้อความบอกคะแนนที่ทำได้ ตัวละคร 3 มิติ โจทย์ และ แผนที่เมื่อเล่นเกมชนะ หน้าจอประกอบไปด้วย ชื่อเรื่อง พื้นหลัง ปุ่มกลับเมนูหลัก ปุ่มเล่นอีกครั้ง ซึ่งฉากเมื่อเล่นแพ้จะแสดงข้อความ “You LOSE” แทน ดังรูปที่ 13 - 15



รูปที่ 13 หน้าจอแสดงหน้าแรกของเกม



รูปที่ 14 หน้าคำแนะนำ



รูปที่ 15 หน้าจอขณะกำลังเล่นเกม

4. ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เล่นเกม 3 มิติ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ การสอนวิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง My Family และ Going Shopping (ตารางที่ 3) พบว่า ผลสรุปของการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อของเกม 3 มิติ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้การสอนวิชาภาษาอังกฤษ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อความคิดเห็นของสื่อ มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ข้อที่ 10 ตัวเกมมีความสนุกและความน่าสนใจ มีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 4.75 ความพึงพอใจรองลงมา คือ ข้อที่ 6 การใช้เสียงประกอบมีความถูกต้องเหมาะสม และ ข้อที่ 9 การจัดวางฟังก์ชัน “กล่องข้อความ” มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากันคือ 4.60 และความพึงพอใจที่ได้รับความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 8 การออกแบบตัวละครและฉากมีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 4.10 สรุปผลลัพธ์ของความพึงพอใจทั้ง 10 ข้อ มีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 4.38

ตารางที่ 3 ตารางสรุปผลความพึงพอใจเกม 3 มิติเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ

| รายการ | คะแนนเฉลี่ย |
|---|-------------|
| 1. ตัวเกมแสดงผลได้อย่างถูกต้อง เช่นการควบคุม การนับคะแนน การจับเวลา | 4.50 |
| 2. ตัวเกมตอบสนองต่อการใช้งานได้รวดเร็วเป็นอย่างดี | 4.30 |
| 3. ตัวเกมให้ความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน | 4.30 |
| 4. ระบบเกมใช้งานได้สะดวกและเข้าใจง่าย | 4.20 |
| 5. มีเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนถูกต้องครบถ้วน | 4.30 |
| 6. การใช้เสียงประกอบมีความถูกต้องเหมาะสม | 4.60 |
| 7. ระดับความยากของคำใบ้และการผ่านด่าน | 4.20 |

| รายการ | คะแนนเฉลี่ย |
|---|-------------|
| 8. การออกแบบตัวละครและฉาก | 4.10 |
| 9. การจัดวางฟังก์ชัน”กล่องข้อความ”มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน | 4.60 |
| 10. ตัวเกมมีความสนุกและน่าสนใจ | 4.75 |
| รวมคะแนนเฉลี่ย | 4.38 |

5. สรุปผลการทดลองเล่นเกม

จากผลทดลองเล่นเกม 3 มิติของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า รูปแบบของตัวละครและลักษณะของฉากภายในเกมมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจน้อยที่สุด เนื่องจากภาพขาดความน่าสนใจและมีรายละเอียดของภาพน้อย ทำให้กลุ่มตัวอย่างขาดความสนใจในเกมได้ง่าย จึงควรมีการปรับปรุงฉากโดยการเพิ่มของตกแต่งเข้าไปในเกม ช่วยให้ผู้เล่นได้ฝึกทักษะการอ่านและทักษะการฟังภาษาอังกฤษ และได้รับความรู้ตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอนภาษาอังกฤษขั้นพื้นฐาน

สรุปผล

จากการพัฒนาทำให้ได้เกม 3 มิติ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของโรงเรียนอนุบาล ประชารัฐสามัคคี และ ผลของการสอบถามความต้องการของผู้สอน พบว่า ผู้สอนต้องการให้ มีสื่อการเรียนที่ช่วยให้เรียนได้สนุก นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมได้ มีการเก็บคะแนนเพื่อวัดความสามารถ ซึ่งการใช้งานเกม 3 มิติที่พัฒนาขึ้น มีวิธีการใช้งานที่เข้าใจง่าย และมีเนื้อหาการสอนตรงตามหนังสือหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภาพรวมของการประเมินพบว่ามีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 4.38 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับดีมาก

ข้อเสนอแนะ

ผู้ที่สนใจหรือผู้ที่อยากจะนำเกม 3 มิติ เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง My Family และ Going Shopping สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และปีที่ 6 สามารถนำไปพัฒนาต่อโดยปรับปรุงในด้านต่าง ๆ ให้ดีขึ้นได้ เช่น ด้านระบบเสียงที่มีคะแนนการประเมินที่สูงก็สามารถเพิ่มได้ด้วยการอัดเสียงโดยใช้คนแทนเสียงเทียมที่มาจากโปรแกรม จะช่วยให้ผู้เล่นฟังได้ง่ายขึ้น และลดข้อผิดพลาดในการออกเสียงของ NPC การปรับเนื้อหาการสอนให้เข้ากับระดับชั้นอื่น ๆ รูปแบบการในเก็บคะแนน และการเพิ่มจำนวนด่านให้มากขึ้น การเพิ่มระบบความยาก

ให้มีหลายระดับ การผ่านด่านที่ควรมีหลายเป้าหมายการออกแบบตัวละครและแผนที่ที่ไม่ซ้ำ และมีความน่าสนใจ เพื่อเป็นแรงจูงใจ และเพื่อเพิ่มความน่าสนใจแก่ผู้เล่นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- พรพิมล ใจกล้า และจักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า. (2565). การพัฒนาเกมการศึกษาเรื่อง รูปร่าง รูปทรง วิชาทัศนศิลป์ ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 7(12), หน้า 33-48.
- ศิริลักษณ์ เทนอิสสระ. (2561). **การออกแบบและพัฒนาเกม “Where’s That CAT” สำหรับบุคคลอายุ 18-25 ปี**. ปริญญาโทศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบสื่อ นวัตกรรม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- Kongprab, T. (2019). **Effects of Digital Game-Based Learning on Vocabulary Gain, Retention, Motivation and Perceptions of Thai Upper Primary School Students**. Master of Arts in Teaching English as an International Language, Graduate School, Prince of Songkla University.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มลูกเดือยเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ

Development of Millet Beverage Products Supplementing Fiber from Pomelo Peel

พรทิพย์ ธนรัตกุล^{1*} และ ตันหยง บุญยะพัทธ²

Porntip Thanaratikul^{1*} and Tanyong Boonyapark²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มลูกเดือยเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ ศึกษาอัตราส่วนของลูกเดือยต่อน้ำและปริมาณการเสริมเปลือกส้มโอผงร้อยละ 1,3 และ 5 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ผลการทดลองพบว่า สูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มลูกเดือยเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอประกอบด้วย ลูกเดือยร้อยละ 7 น้ำร้อยละ 89 น้ำตาลร้อยละ 3 และเปลือกส้มโอผงร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก เครื่องดื่มมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 6.2 องศาบริกซ์ ปริมาณกากใยอาหารร้อยละ 2.40 โดยผลิตภัณฑ์มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.63, 7.53, 6.40, 8.50, 8.40 และ 8.37 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์มีความชอบอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก

คำสำคัญ : เครื่องดื่มลูกเดือย ใยอาหารผง เปลือกส้มโอ

ABSTRACT

The aim of this study was to optimize the formula of millet beverage products supplementing fiber from pomelo peel, appropriate ratio of millet to water and supplement products with 1,3 and 5% of pomelo peel. Chemical quality and consumer acceptance of the products were analyzed. The result shown the formula

^{1,2} สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Received: Mar 8, 2023

Revised: May 2, 2023

Accepted: Jun 12, 2023

of millet beverage consisted of 7% millet, 89% water, 3% sugar and 1% pomelo peel were the optimum formula. The beverage comprised of total soluble solid 6.2°brix and crude fiber 2.40%. Product had the average scores of the appearances, color, smell, taste, texture and overall acceptance of 7.63, 7.53, 6.40, 8.50, 8.40 and 8.37 respectively. The overall liking of beverage was within the range of like very much.

Keywords : millet beverage, fiber powder, pomelo peel

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจในเรื่องสุขภาพมากขึ้น ผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้น ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มลูกเดือยเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญชาติ ที่นิยมรับประทานมายาวนาน ลูกเดือยมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Coix lacryma-jobi* Linn. เป็นธัญพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 58 - 62 โปรตีนร้อยละ 9 - 20 ไขมันร้อยละ 5 และมีกรดอะมิโนไทอะมีน ไโรโบฟลาเวิน ไนอะซิน กรดแพนโทนิค รวมทั้งแคลเซียมเป็นองค์ประกอบอีกด้วย (อภิรดา รินพล, เนตรชนก หลวงแสน และพิมพ์พร ดอนมูล, 2554; USDA, 2019)

ส้มโอชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Citrus maxima* Merr. เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ทั่วไปนิยมบริโภคเนื้อส้มโอ เปลือกส้มโอจึงมีปริมาณเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก จากข้อมูลของบริษัท กำแพงแสน คอมเมอร์เชียล จำกัด ซึ่งส่งออกส้มโอพร้อมบริโภคปริมาณ 1.2 ตันต่อสัปดาห์ พบว่ามีส่วนเปลือกส้มโอเหลือทิ้งประมาณ 0.3 ตันต่อสัปดาห์ (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2551) โดยใยอาหารที่พบในเปลือกส้มโอ ได้แก่ เพคติน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสซึ่งพบในเปลือกส้มโอ (วัชรระ เวียงแก้ว, 2549; วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2551; จันทร์ตรี รุ่งสว่าง, 2561; ปฐมพงษ์ เทียงเพชร, รัตรี บุนี และภาณุมาศ อุณสมัย, 2561) เปลือกในส้มโอเป็นเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตอาหารที่มีศักยภาพที่จะสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นใยอาหารผงได้ จากงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่ามีการนำเปลือกส้มโอมาใช้เสริมในผลิตภัณฑ์หมูยอ หมูแห้ง ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ คุกกี้เนยสด ขนมขอม่วง ขนมบ้าบิ่น และขนมปังอบกรอบ เป็นต้น (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2553; วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, มนตรา ล่วงลือ, ปวีณา สมบูรณ์ผล และสละ บุตรโชติ, 2557; สุนันทา ชาแสน, วันดี ไทยพานิช และอนุกุล พลศิริ, 2557; สุรีย์รัตน์ สวัสดิ์ดีดล, วันดี ไทยพานิช และอนุกุล พลศิริ, 2557; นราธิป ปุณเกษม, 2559; กุลชญา สิวหงวน, ผกาหวดี ภูจันทร์, อารชา คำเพ็ญ และภาณุเดช อินประณม, 2560; รณชัย จันทร์ตน, ศรีณย์ สิทธิชัย และวิจิตรา แดงปรก, 2563)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเพื่อสุขภาพจากลูกเต๋อยเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ โดยศึกษาสูตรและปริมาณการเสริมเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มเพื่อสุขภาพจากลูกเต๋อย รวมถึงศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งด้านเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องต้มที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการดูแลสุขภาพ รวมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มลูกเต๋อย

ทำการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มลูกเต๋อย โดยดัดแปลงจากวิธีของ สุธีรา ศรีสุข (2559) นำลูกเต๋อยมาล้างน้ำให้สะอาด แช่น้ำเป็นเวลา 7 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นล้างให้สะอาดอีกครั้ง นำลูกเต๋อยมาให้ความร้อนโดยการนึ่งนาน 30 นาที แล้วปั่นผสมกับน้ำ โดยแปรอัตราส่วนของลูกเต๋อยต่อน้ำ 3 ระดับ ได้แก่ 11:85 9:87 และ 7:89 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 ปั่นผสมให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าเป็นเวลา 10 นาที โดยใช้ความเร็วสูงสุด กรองด้วยผ้าขาวบาง เติมน้ำตาลทรายร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก แล้วนำไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบเวลาทำให้เย็นลงทันที จากนั้นบรรจุในขวดพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (polyethylene terephthalate, PET) ปริมาตร 150 มิลลิลิตร นำเครื่องต้มลูกเต๋อยไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพด้านลักษณะปรากฏ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น ความขุ่นหนืด และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - points hedonic scale) กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 9 ชอบ หมายถึง ชอบมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน

ตารางที่ 1 สูตรในการผลิตเครื่องต้มลูกเต๋อย

| สูตรเครื่องต้มลูกเต๋อย | ส่วนผสม | |
|------------------------|-----------------|-----------------|
| | ลูกเต๋อย (กรัม) | น้ำ (มิลลิลิตร) |
| 1 | 11 | 85 |
| 2 | 9 | 87 |
| 3 | 7 | 89 |

2. การศึกษาปริมาณเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มลูกเต๋อย

- การเตรียมเปลือกส้มโอผง

เตรียมเปลือกส้มโอผงโดยตัดแปลงจากวิธีของสุวรรณา พิชัยยงค์วงศ์ดี และบุญยกฤต รัตนพันธ์ (2557) นำส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่มาปอกเปลือกส่วนสีเขียวออกให้หมด เหลือแต่เปลือกส่วนที่เป็นสีขาว หั่นเปลือกสีขาวให้มีขนาด 1x1x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นแช่ในสารละลาย pH 7 ที่เตรียมด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (food grade) ในสัดส่วน 1:10 (w/v) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กรองให้สะเด็ดน้ำและบีบน้ำออกให้หมด นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดเป็นผงด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช นำเปลือกส้มโอผงที่ได้บรรจุในถุงสุญญากาศเพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป

- การศึกษาปริมาณเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มลูกเต๋อย

นำสูตรเครื่องดื่มลูกเต๋อยที่ได้ผ่านการคัดเลือก มาเติมเปลือกส้มโอผง โดยแปรปริมาณ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1, 3 และ 5 ของน้ำหนักรวม แล้วนำไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบเวลาทำให้เย็นลงทันที จากนั้นบรรจุในขวดพอลิเอทิลีน เทเรพทาเลต ปริมาตร 150 มิลลิลิตร นำเครื่องดื่มลูกเต๋อยเสริมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอ มาศึกษาคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ด้วยเครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ และปริมาณกากใยอาหาร (crude fiber) ด้วยวิธี AOAC (2005) รวมทั้งทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นลูกเต๋อย ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 9 ชอบ หมายถึง ชอบมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 23 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มลูกเต๋อย

- การศึกษาอัตราส่วนของลูกเต๋อยต่อน้ำที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มลูกเต๋อย

การศึกษสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มลูกเต๋อย โดยทำการแปรอัตราส่วนของลูกเต๋อยต่อน้ำ 3 ระดับ ได้แก่ 11:85 9:87 และ 7:89 ตามลำดับ จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพด้านลักษณะปรากฏด้วยการสังเกตด้วยสายตา และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ด้านลักษณะปรากฏของเครื่องต้มลูกเต๋อย 3 สูตร ที่มีอัตราส่วนของลูกเต๋อยต่อน้ำแตกต่างกัน 3 ระดับ จากการสังเกตด้วยสายตา พบว่า ลักษณะปรากฏด้านสีของเครื่องต้มลูกเต๋อยทั้ง 3 สูตร มีสีครีม โดยไม่พบการแยกชั้นหรือตกตะกอนของลูกเต๋อยหลังตั้งทิ้งไว้นาน 1 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ขณะที่ลักษณะปรากฏด้านความขุ่นหนืดของเครื่องต้มลูกเต๋อย เมื่อสังเกตด้วยสายตา พบว่าทั้ง 3 สูตร มีความขุ่นหนืดแตกต่างกัน โดยเครื่องต้มลูกเต๋อยสูตรที่ 1 มีความขุ่นหนืดมากกว่าสูตรที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 เนื่องจากสูตรที่ 1 มีปริมาณลูกเต๋อยมากกว่าสูตรอื่น ๆ ความขุ่นหนืดของเครื่องต้มจึงมากกว่าสูตรที่มีปริมาณลูกเต๋อยน้อย อันเนื่องจากลูกเต๋อยเมื่อผ่านกระบวนการผลิตจะเกิดการฟองตัวเมื่อให้ความร้อนในช่วงอุณหภูมิ 50 - 95 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการจับเรียงตัวของโมเลกุลใหม่และเกิดการฟองตัว มีผลทำให้ความหนืดของเครื่องต้มเพิ่มขึ้น (ทัศนีย์ พรภิกิจประสาน และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2530)

ตารางที่ 2 ลักษณะปรากฏของเครื่องต้มลูกเต๋อย

| ลักษณะปรากฏ | สูตรเครื่องต้มลูกเต๋อย | | |
|--------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| สี | ครีม ไม่มีการแยกชั้น | ครีม ไม่มีการแยกชั้น | ครีม ไม่มีการแยกชั้น |
| ความขุ่นหนืด | ขุ่นหนืดมาก | ขุ่นหนืดปานกลาง | ขุ่นหนืดน้อย |

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มน้ำลูกเต๋อยที่แปรอัตราส่วนของลูกเต๋อยต่อน้ำแตกต่างกัน 3 ระดับ ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น ความขุ่นหนืดและความชอบโดยรวม ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มลูกเต๋อย

| คุณลักษณะ | สูตรเครื่องต้มลูกเต๋อย | | |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| ลักษณะปรากฏ | 6.13 ± 0.73 ^c | 6.77 ± 0.68 ^b | 7.83 ± 0.99 ^a |
| กลิ่นลูกเต๋อย ^{ns} | 6.68 ± 0.47 | 6.62 ± 0.49 | 6.54 ± 0.50 |
| ความขุ่นหนืด | 6.60 ± 0.62 ^c | 7.40 ± 0.62 ^b | 8.50 ± 0.57 ^a |
| ความชอบโดยรวม | 6.63 ± 0.56 ^c | 7.00 ± 0.45 ^b | 8.43 ± 0.57 ^a |

หมายเหตุ: - ^{abc} หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

- ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สูตรเครื่องต้มลูกเต๋อยทั้ง 3 สูตร ได้รับคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ ความขุ่นหนืด และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของสูตรเครื่องต้มลูกเต๋อยสูตรที่ 1 - 3 ได้รับคะแนนการยอมรับเฉลี่ย 6.13 6.77 และ 7.83 ตามลำดับ การยอมรับด้านความขุ่นหนืดของเครื่องต้มลูกเต๋อยสูตรที่ 1 - 3 ได้รับคะแนนการยอมรับเฉลี่ย 6.60 7.40 และ 8.50 ตามลำดับ การยอมรับด้านความชอบโดยรวมของเครื่องต้มลูกเต๋อยสูตรที่ 1 - 3 ได้รับคะแนนการยอมรับเฉลี่ย 6.63 7.00 และ 8.43 ตามลำดับ ขณะที่คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นลูกเต๋อยของเครื่องต้มลูกเต๋อยทั้ง 3 สูตร แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) โดยมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยในช่วง 6.54 - 6.68

จากผลการทดลองจะพบว่า สูตรเครื่องต้มลูกเต๋อยที่มีปริมาณลูกเต๋อยมาก จะได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลง อาจเนื่องจากเมื่อมีปริมาณลูกเต๋อยมากขึ้น ทำให้เครื่องต้มมีความขุ่นหนืดมากขึ้น จึงทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ ความขุ่นหนืดและความชอบโดยรวมน้อยกว่าสูตรอื่น ๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงคัดเลือกเครื่องต้มลูกเต๋อยสูตรที่ 3 (อัตราส่วนลูกเต๋อยต่อน้ำที่ 7:89) ซึ่งได้รับคะแนนการยอมรับเฉลี่ยมากที่สุด ในด้านลักษณะปรากฏ ความขุ่นหนืดและความชอบโดยรวม มาทำการศึกษาปริมาณเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มลูกเต๋อยในขั้นต่อไป

- การศึกษาปริมาณเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มลูกเต๋อย

การศึกษาปริมาณเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มลูกเต๋อย โดยนำสูตรเครื่องต้มลูกเต๋อยที่ผ่านการคัดเลือก (สูตรที่ 3) มาเติมเปลือกส้มโอผง 3 ระดับ ได้แก่

ร้อยละ 1 3 และ 5 ของน้ำหนักรวม แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณกากใยอาหาร รวมทั้งทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของเครื่องตีมลูกเดียวเสริมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอทั้ง 3 สูตร มีค่าอยู่ในช่วง 6.2 - 7.6 องศาบริกซ์ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเสริมเปลือกส้มโอผงในสูตรเครื่องตีมลูกเดียวเพิ่มขึ้น ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในเครื่องตีมลูกเดียวมีค่ามากขึ้น ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของเครื่องตีมลูกเดียวเสริมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอ

| สูตรเครื่องตีมลูกเดียว | ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) |
|------------------------|--|
| 1 | 6.2 ± 0.06 ^c |
| 2 | 6.8 ± 0.15 ^b |
| 3 | 7.6 ± 0.20 ^a |

หมายเหตุ: ^{abc} หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เครื่องตีมลูกเดียวที่เสริมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอในปริมาณที่ต่างกัน จะมีปริมาณกากใยอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยเครื่องตีมลูกเดียวเสริมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอที่ร้อยละ 1 3 และ 5 มีปริมาณกากใยอาหารอยู่ในช่วงร้อยละ 2.40 - 4.36 แสดงดังตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเสริมเปลือกส้มโอผงในสูตรเครื่องตีมลูกเดียวเพิ่มมากขึ้น ปริมาณกากใยอาหารจะมีค่าเพิ่มขึ้น ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ปริมาณกากใยอาหารของเครื่องตีมลูกเดียวเสริมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอ

| สูตรเครื่องตีมลูกเดียว | ปริมาณกากใยอาหาร (ร้อยละ) |
|------------------------|---------------------------|
| 1 | 2.40 ± 0.35 ^c |
| 2 | 3.40 ± 0.05 ^b |
| 3 | 4.36 ± 0.19 ^a |

หมายเหตุ: ^{abc} หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำลูกเดือยเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงที่ร้อยละ 1 3 และ 5 ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น ความขุ่นหนืดและความชอบโดยรวม แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำลูกเดือยเสริมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอ

| คุณลักษณะ | สูตรเครื่องดื่มลูกเดือย | | |
|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| ลักษณะปรากฏ | 7.63 ± 1.37 ^a | 7.47 ± 1.52 ^b | 6.33 ± 1.60 ^c |
| สี | 7.53 ± 1.58 ^a | 6.60 ± 1.63 ^b | 6.33 ± 1.59 ^c |
| กลิ่นลูกเดือย | 6.40 ± 1.34 ^b | 6.47 ± 1.45 ^a | 6.47 ± 1.47 ^a |
| รสชาติ | 8.50 ± 1.55 ^a | 6.47 ± 1.84 ^b | 5.00 ± 2.01 ^c |
| เนื้อสัมผัส | 8.40 ± 1.52 ^a | 7.53 ± 1.70 ^b | 6.23 ± 1.80 ^c |
| ความชอบโดยรวม | 8.37 ± 1.51 ^a | 7.20 ± 1.64 ^b | 6.40 ± 1.68 ^c |

หมายเหตุ: ^{abc} หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นลูกเดือย รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของเครื่องดื่มลูกเดือยเสริมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นลูกเดือย รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าอยู่ในช่วง 6.33 – 7.63 6.33 – 7.53 6.40 – 6.47 5.00 – 8.50 6.23 – 8.40 และ 6.40 – 8.37 ตามลำดับ โดยการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของเครื่องดื่มลูกเดือยสูตรที่ 1 และ 2 ได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ขณะที่สูตรเครื่องดื่มลูกเดือยสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย การยอมรับด้านสีของเครื่องดื่มลูกเดือยสูตรที่ 1 ได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ขณะที่สูตรเครื่องดื่มลูกเดือยสูตรที่ 2 และ 3 ได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย การยอมรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของเครื่องดื่มลูกเดือยสูตรที่ 1 ได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก และการยอมรับด้านกลิ่นลูกเดือยของเครื่องดื่มลูกเดือยทั้ง 3 สูตร แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) โดยเครื่องดื่มลูกเดือยได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย

แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกส้มโอผงมากขึ้น จะทำให้เครื่องต้มลูกเต๋อยมีสีเข้มขึ้นเล็กน้อยและความข้นหนืดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มลูกเต๋อยลดลง จะเห็นได้ว่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสรวมถึงความชอบโดยรวมของสูตรที่ 3 น้อยกว่าสูตรอื่นๆ เนื่องจากใยอาหารกลุ่มเพคติน เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสซึ่งพบในเปลือกส้มโอ (วัชระ เวียงแก้ว, 2549; วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2551) จะทำให้ความข้นหนืดของเครื่องต้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เปลือกส้มโอจะมีสารลิโมนิน (limonin) ซึ่งให้รสขม (นราธิป ปุณเกษม, 2559) เมื่อเสริมเปลือกส้มโอผงในปริมาณเพิ่มขึ้น จึงอาจก่อให้เกิดรสขมเพื่อนในเครื่องต้มมากขึ้น คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านรสชาติจึงลดลงตามปริมาณเปลือกส้มโอผงที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นสูตรเครื่องต้มลูกเต๋อยเสริมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้ คือร้อยละ 1 โดยเครื่องต้มมีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดและอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก

สรุปผล

สูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเครื่องต้มลูกเต๋อยเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ ประกอบด้วย ลูกเต๋อยร้อยละ 7 น้ำร้อยละ 89 น้ำตาลร้อยละ 3 เปลือกส้มโอผงร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์เครื่องต้มลูกเต๋อยเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 6.2 องศาบริกซ์ ปริมาณกากใยอาหารร้อยละ 2.40 และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก

ข้อเสนอแนะ

เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเครื่องต้มลูกเต๋อยเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอในระดับอุตสาหกรรม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องอายุการเก็บรักษา

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุนสาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กุลชญา ลีหวงวน, ผกาวดี ภูจันทร์, อารชา คำเพ็ญ และภานุเดช อินประณม. (2017). การใช้เปลือกส้มโอผงเพื่อเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์ขนมปังอบกรอบ. *PSRU Journal of Science and Technology*, 2(1), หน้า 14 - 23.
- จันทร์ตรี รุ่งสว่าง. (2561). การสกัดและการใช้ประโยชน์เพกตินจากเปลือกส้มโอ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทัศนีย์ พรกิจประสาน และอรอนงค์ นัยวิกุล. (2530). การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งและสตาร์ชลูกเดือย. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 21, หน้า 371 - 377.
- นราธิป ปุณเกษม. (2559). การพัฒนาคุกกี้เนยสดเสริมใยอาหารจากอัลเบโดของส้มโอ. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*, 9(1), หน้า 35-49.
- ปฐมพงษ์ เทียงเพชร, ราตรี บุษมี และภาณุมาศ อุณสมัย. (2561). สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอด้วยกรดไฮโดรคลอริก. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3* (หน้า 339 - 346). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- รณชัย จันทร์ตน, ศรัณย์ สิทธิชัย และวิจิตรา แดงปรก. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเพกตินสกัดจากเปลือกส้มโอ. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 1(2), หน้า 27 - 35.
- วัชระ เวียงแก้ว. (2549) การสกัดเพกตินด้วยไอน้ำจากเปลือกส้มโอ. ค้นเมื่อ 6 มีนาคม 2566, จาก http://thesis.swu.ac.th/swufac/Eng/Watch_ara_W_R354243.pdf.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. (2551). การผลิตและคุณสมบัติของใยอาหารจากเปลือกส้มโอเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร. ใน *การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 1*. (หน้า 1 - 12). นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. (2553). การเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์หมุยอ. ใน *การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48* (หน้า 269 - 276). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, มนตรา ล่วงลือ, ปวีณา สมบูรณ์ผล และสละ บุตรโชติ. (2557). หมูแ่งเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอส่วนขาว. *วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 9(2), หน้า 8 - 18.
- สุธีรา ศรีสุข. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร*, 1(2), หน้า 53 - 65.

- สุนันทา ชาแสน, วันดี ไทยพานิช และอนุกุล พลศิริ. (2557). การพัฒนาขนมบ้าบิ่นเสริมเส้นใยผงจากเปลือกส้มโอแช่เยือกแข็ง. *วารสารคหเศรษฐศาสตร์*, 57(3), หน้า 15 - 22.
- สุรีย์รัตน์ สวัสดิ์ดล, วันดี ไทยพานิช และอนุกุล พลศิริ. (2557). การพัฒนาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์เสริมเส้นใยผงจากเปลือกส้มโอ. *วารสารคหเศรษฐศาสตร์*, 57(2), หน้า 31 - 37.
- สุวรรณา พิชัยยงค์วงศ์ดี และบุญยกฤต รัตนพันธ์. (2557). การผลิตโยอาหารผงจากเปลือกชั้นในของส้มโอที่ผ่านการลดความขมและศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเชิงหน้าที่. ค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2566, จาก https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/SDU.res.2014.40.
- อภิรดา รินพล, เนตรชนก หลวงแสน และพิมพ์ร ดอนมูล. (2554). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากธัญพืช. ค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2566, จาก https://kukrdb.lib.ku.ac.th/proceedings/index.php?KUCON/search_detail/result/12625.
- USDA. (2019). *Millet, raw*. Retrieved Mar 6, 2023, from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169702/nutrients>.

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

Web Application Development for Ecotourism

วีระเดช นพสมบุญ¹ สุวพัฒน์ เสาวรส^{2*} ปริยรัตน์ บำรุงกิจ³ และชุตินันท์ เต็มสิริสุขสิน⁴Weradet Noopsomboon¹ Suwapat Saowarod² Priyarat Bumrungkit³and Chutipon Thermsirisuksin⁴

บทคัดย่อ

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม พัฒนาขึ้นเพื่อแนะนำการท่องเที่ยวในรูปแบบที่ช่วยลดการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และช่วยกระตุ้นเศรษฐกิจด้านการท่องเที่ยวในรูปแบบดิจิทัล เพื่อให้นักท่องเที่ยวหรือบุคคลทั่วไปที่ให้ความสนใจได้รู้จักการท่องเที่ยวในรูปแบบอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยภาษาที่ใช้ในการพัฒนามีดังต่อไปนี้ PHP JavaScript SQL CSS และ HTML และเครื่องมือที่ใช้พัฒนา เช่น Visual Studio Code Xampp GitHub desktop เป็นต้น ซึ่งระบบสามารถจัดการข้อมูลในส่วนของกิจกรรม โปรแกรมชัน และสถานที่ท่องเที่ยว มีการทดสอบโดยใช้กรณีทดสอบจำนวน 169 กรณีทดสอบ ผ่านทั้งสิ้นร้อยละ 85.20 เนื่องจากมีการระงับการพัฒนาใน 1 มอดูล ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานสามารถจัดการข้อมูลในส่วนของกิจกรรม โปรแกรมชัน และสถานที่ท่องเที่ยว อีกทั้งยังใช้ในการช่วยแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ได้อีกด้วย

คำสำคัญ : เว็บแอปพลิเคชัน การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม คาร์บอนไดออกไซด์

^{1,2,3,4} สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา

* ผู้ประสานงานหลัก

Received: Feb 22, 2023

Revised: Apr 21, 2023

Accepted: Jun 8, 2023

ABSTRACT

Web application development for ecotourism was developed to reduce carbon dioxide emissions and stimulate the tourism economy in digital platform. Environmental conservation tours were introduced to tourists or any interested people through the website. The system was allowed to manage information, such as tourism activities, tour promotions, and tourist attractions. This project was developed by using HTML, CSS, JavaScript, PHP, and SQL. Visual Studio Code, Xampp, and GitHub desktop were adopted as development tools. Testing process was adopted to validate the quality of the system. There were 169 test cases, with a total pass percentage of 85.20. The defected accrued due to suspension of development in 1 module. This allowed users to manage information about events, promotions and attractions. It could also be used to introduce various tourist attractions.

Keywords : web application, ecotourism, carbon dioxide

บทนำ

เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งสภาพภูมิอากาศ สภาพพื้นดินที่มาจากการใช้ชีวิตของมนุษย์ เช่น การท่องเที่ยวที่ไม่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม หรือสร้างขยะมูลฝอยต่าง ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนที่ก่อให้เกิดมลภาวะที่ไม่ดี เช่น เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตของมนุษย์ จึงได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมขึ้นมา เพื่อแนะนำการท่องเที่ยวแบบอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และช่วยลดจำนวนการเกิดของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นระบบแนะนำการท่องเที่ยวแบบออนไลน์ โดยการทำงานหลักของระบบมีดังนี้ระบบสามารถให้ผู้ประกอบการลงทะเบียนผ่านทางออนไลน์ได้ เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถเพิ่มประเภทและกิจกรรมแบบคาร์บอนต่ำ (low carbon) ในส่วนของนักท่องเที่ยวสามารถสแกน QR code ของผู้ประกอบการ เพื่อเข้าร่วมกิจกรรม และเก็บสะสมคะแนนการลดโลกร้อน เพื่อนำมาใช้ในกิจกรรม “Low Carbon Hero” อีกทั้งระบบสามารถประยุกต์การใช้งานให้เข้ากับแต่ละสถานที่ของผู้ประกอบการที่ให้บริการได้ ซึ่งการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
2. เพื่อช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์ให้น้อยลง และช่วยฟื้นฟูวิกฤตด้านสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อช่วยสร้างแรงจูงใจในการทำกิจกรรมช่วยลดภาวะโลกร้อน

วัตถุประสงค์ และความหมายของการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งในการพัฒนาระบบจำเป็นที่จะต้องศึกษาหลักการการทำงานของระบบ หลักการท่องเที่ยวแบบคาร์บอนต่ำ รวมถึงองค์ความรู้ และทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาได้แก่ ซอฟต์แวร์ ภาษาที่เกี่ยวข้อง เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา เทคโนโลยี และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถพัฒนาระบบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ตรงกับความต้องการ และนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการพัฒนาระบบมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเกี่ยวกับการท่องเที่ยวแบบคาร์บอนต่ำ และสถาปัตยกรรม model view controller (MVC) เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และสามารถพัฒนาระบบได้อย่างถูกต้อง และสมบูรณ์ ซึ่งการศึกษาข้อมูลเหล่านี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญ การท่องเที่ยวแบบคาร์บอนต่ำ หรือ low carbon tourism เมื่ออุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านระบบนิเวศมากมาย รวมไปถึงสภาพอากาศที่แปรปรวน ซึ่งมีสาเหตุจากการใช้ชีวิตของมนุษย์ ซึ่งมีต้นเหตุจากการที่มนุษย์ได้เพิ่มปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ การขนส่ง และการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม และแม้แต่จะเป็นเรื่องของการท่องเที่ยว (นิคมศม อักษรประดิษฐ์, 2558) ดังนั้นจึงมีการท่องเที่ยวแบบคาร์บอนต่ำ เป็นการท่องเที่ยวที่มีการกำหนดกิจกรรมท่องเที่ยวที่ลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจุดเริ่มต้นของการท่องเที่ยวแบบคาร์บอนต่ำ เกิดจากทั่วโลกหันมาให้ความสำคัญกับภาวะโลกร้อน และอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ดังนั้น เมื่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นตัวการที่จะทำให้เกิดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ จึงเกิดแนวคิดในการท่องเที่ยวแบบคาร์บอนต่ำ เพื่อให้เป็นรูปแบบการท่องเที่ยวที่ลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และรบกวนสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด

ในกิจกรรมการท่องเที่ยวจะต้องส่งเสริมให้นักท่องเที่ยวมีส่วนร่วมในการช่วยลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยให้นักท่องเที่ยวอยู่ในแหล่งท่องเที่ยวนั้นนาน ๆ โดยการทำกิจกรรมกับคนในพื้นที่ รวมถึงการทำกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อชดเชยการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย โดยกิจกรรมการท่องเที่ยวนั้นต้องให้ความสำคัญต่อการท่องเที่ยวที่รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม และการลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น การท่องเที่ยวแบบไม่เร่งรีบ การเลือกโรงแรมสีเขียว การรับประทานอาหารพื้นเมืองที่ปรุงจากวัตถุดิบในท้องถิ่น หรือการทำกิจกรรมการท่องเที่ยวด้านสิ่งแวดล้อม เช่น กิจกรรมปลูกป่า ปลูกปะการัง การเก็บขยะ เป็นต้น (มนรัตน์ ใจเอื้อ, 2564)

MVC เป็นการเขียนโปรแกรมรูปแบบหนึ่งที่มีความนิยมมาก ซึ่งหากเริ่มเขียนซอฟต์แวร์ที่มีความซับซ้อนจะเกิดการบำรุงรักษายาก โดยแนวคิดของ MVC นั้นจะใช้หลักการของ OOP ซึ่งแบ่งการทำงานเป็นรูปแบบของ object โดย MVC กำหนดรูปแบบของ object มาให้แล้วก็คือ model view และ controller ซึ่งการทำงานทั้ง 3 object นี้จะแยกการทำงานอย่างชัดเจน โดย model จะจัดการส่วนที่เป็นข้อมูล หรือการเชื่อมต่อฐานข้อมูล โดย model จะทำงานก็ต่อเมื่อมีการร้องขอจาก controller เท่านั้น view นั้นจะเป็นส่วนของหน้าตาของระบบทั้งหมด หรือเป็นส่วนติดต่อผู้ใช้งานโดยตรง (user interface) โดย view จะมีการรับคำสั่งจาก controller และเป็นตัวกลางที่ให้ผู้ใช้งานการติดต่อกับ controller อีกด้วย และในส่วนของ controller นั้นเปรียบเสมือนมันสมองศูนย์กลางการทำงาน และติดต่อกับส่วนอื่น ๆ โดยทุกส่วนจะมีการติดต่อกับ controller และจัดการในส่วนที่เป็น logic ทั้งหมดในระบบ (บริษัท บอรร์ทูเดฟ จำกัด, ม.ป.ป.ก)

ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมนั้น จำเป็นที่จะต้องมีความรู้ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการพัฒนา เพื่อให้สามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้มีความสมบูรณ์พร้อมใช้งาน และสอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา เป็นกลไกสำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาซอฟต์แวร์ หรือแอปพลิเคชัน เนื่องจากเป็นขั้นตอนวิธีการสื่อสารให้กับคอมพิวเตอร์รับรู้ และสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นเป็นสิ่งที่ดีที่ควรเลือกใช้ภาษาในการพัฒนาให้เหมาะสม เพื่อให้มีประสิทธิภาพ และได้ผลลัพธ์ที่ตรงต่อความต้องการมากที่สุด ซึ่งการพัฒนาระบบจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับภาษาโปรแกรม ที่เป็นภาษาพื้นฐาน เช่น HTML CSS JavaScript และ PHP เป็นต้น

CodeIgniter เป็น framework ที่ช่วยในการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน ในรูปแบบ MVC ซึ่งช่วยในการจัดการการพัฒนาได้อย่างเป็นระเบียบ และลดความซ้ำซ้อนในการเขียนคำสั่งต่าง ๆ ที่มักจะพบเจอเวลาที่มีการพัฒนามากกว่า 1 คน ซึ่งประหยัดขั้นตอน และเวลาในการพัฒนา และปรับปรุงเว็บไซต์ (Mindphp, 2565)

ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องมีเครื่องมือ หรือซอฟต์แวร์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการพัฒนาระบบ ซึ่งซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้จะมีประโยชน์ในการต่อยอดที่แตกต่างออกไป เช่น ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการออกแบบ ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรม และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล โดยการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มีการซอฟต์แวร์ ดังต่อไปนี้

1. Visual Studio Code เป็นโปรแกรมประเภท editor ใช้ในการแก้ไขโค้ดที่มีประสิทธิภาพสูง และเป็น open source โปรแกรมจึงสามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

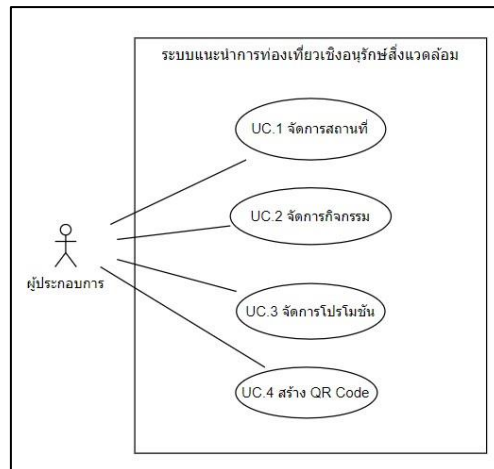
เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานหลายแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานไม่ว่าจะบน Windows macOS และ Linux รองรับหลายภาษาทั้ง JavaScript TypeScript และ Node.js ในตัว และสามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ง่าย สามารถนำมาใช้งานได้ง่ายอย่างไม่ซับซ้อน (อภิญาพรมนัส, 2563)

2. Visual Paradigm เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ diagram ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น Flowchart Data-Flow Diagram Activity Diagram Use Case Diagram State Machine Diagram Sequence Diagram และ Diagram อื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งช่วยให้ผู้ออกแบบระบบสามารถออกแบบระบบได้ง่ายขึ้น และง่ายต่อการใช้งาน โดยในการเลือกซอฟต์แวร์นี้ ในการทำการพัฒนา งานวิจัยเพื่อทำการออกแบบระบบ เนื่องจากนำความต้องการของระบบ (requirements) มาวิเคราะห์และออกแบบ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการ และสื่อสารกับผู้พัฒนาระบบได้

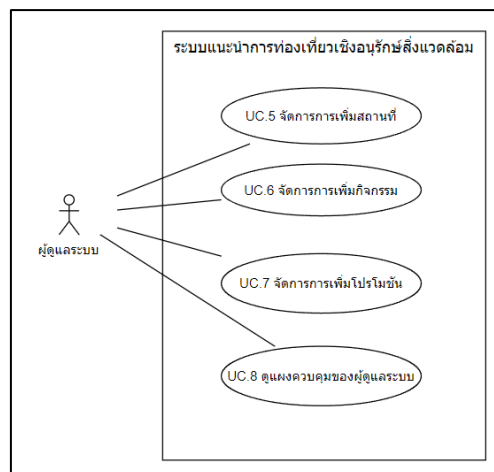
3. MySQL เป็นซอฟต์แวร์ที่จัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์แบบ open source (RDBMS) ซึ่งมีมาตั้งแต่ปี 1995 ซึ่งถูกพัฒนาโดย MySQLAB ในต่อมาถูกเปลี่ยนเป็น Oracle Corporation ซอฟต์แวร์ใช้ SQL เป็นภาษาข้อมูลพื้นฐานและจัดเก็บข้อมูลในตารางเพื่อเก็บข้อมูลสำหรับเว็บไซต์ เว็บแอปพลิเคชัน โดย MySQL มีโครงสร้างที่ชัดเจน สามารถออกแบบเป็นแผนภาพที่สื่อถึงความเข้าใจให้กับนักพัฒนาได้ และรองรับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของระบบได้ในอนาคต (Websiterating, n.d.)

4. Git เป็นเครื่องมือที่ช่วยจัดการเวอร์ชันของโค้ด โดยจะเก็บประวัติไฟล์แต่ละไฟล์ที่ถูกสร้างถูกลบ หรือถูกแก้ไข ทำให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของโค้ดได้ตลอด หรือสามารถตรวจสอบโค้ดอันเก่าที่เคยทำไปก่อนหน้านี้ ซึ่งในการพัฒนาซอฟต์แวร์นั้นจะต้องมีการทำงานร่วมกันเป็นทีมโดย Git นั้นก็เป็นเครื่องมือที่ใช้ควบคุมเวอร์ชันของซอร์สโค้ดได้ (บริษัท บอรัญเทพ จำกัด, ม.ป.ป.ช)

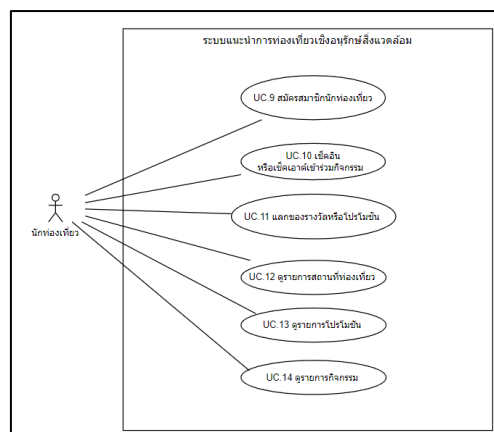
การดำเนินโครงการเริ่มต้นจากรับความต้องการและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ จากนั้นจึงทำการออกแบบก่อนจะเริ่มพัฒนาระบบ เมื่อพัฒนาระบบเสร็จเรียบร้อย จึงทำการทดสอบและนำไปให้ตัวแทนผู้ใช้งานทดลองใช้งาน ทั้งนี้เพื่อให้ระบบที่สมบูรณ์ช่วยให้ผู้ใช้งาน มีความสะดวกในการใช้งานมากยิ่งขึ้น อีกทั้งเพื่อเป็นจุดเด่นอย่างหนึ่งในการบริการเรื่องการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จึงออกแบบการทำงานของระบบได้แก่ แผนภาพยูสเคส ซึ่งเป็นแผนภาพที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของระบบ ซึ่งสามารถอธิบายให้เข้าใจได้ว่าผู้ใช้งานคนไหนสามารถทำอะไรภายในระบบได้บ้าง นอกจากนี้ยังเป็นแผนภาพที่เน้นการอธิบายให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน อธิบายลักษณะการทำงานดังรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 3 ซึ่งภายในระบบมีผู้ใช้งาน 3 ประเภท คือ ผู้ประกอบการ ผู้ดูแลระบบ และนักท่องเที่ยว



รูปที่ 1 แผนภาพส่วนการทำงานของผู้ประกอบการ



รูปที่ 2 แผนภาพการทำงานส่วนของผู้ดูแลระบบ



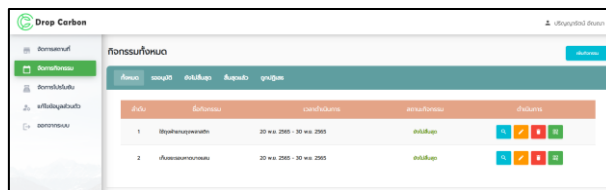
รูปที่ 3 แผนภาพการทำงานส่วนของนักท่องเที่ยว

วิธีดำเนินการวิจัย

พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยใช้ภาษา HTML CSS JavaScript PHP และ MySQL ในการพัฒนา ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนการทำงาน 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนการทำงานของผู้ประกอบการ ส่วนการทำงานของผู้ดูแลระบบ และส่วนการทำงานของนักท่องเที่ยว โดยประกอบไปด้วย 14 มอดูล ดังนี้

1. มอดูลสร้าง QR Code ในมอดูลนี้เป็นส่วนที่ผู้ประกอบการทำการให้คะแนนกิจกรรมโดยผู้ประกอบการเป็นผู้สร้าง QR code ซึ่งสามารถเลือกเมนู “สร้าง QR code” จากนั้นระบบจะแสดงหน้าเมนูสร้าง QR code ผู้ประกอบการเลือกเมนู “สร้าง QR code ให้คะแนน” เพื่อให้ระบบทำการแสดง QR code สำหรับให้คะแนน

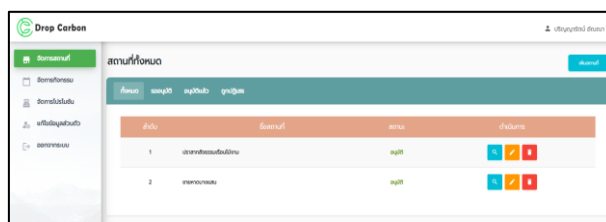
2. มอดูลจัดการกิจกรรม จัดการกิจกรรมผู้ใช้ที่สามารถเข้าถึงการทำงาน ได้แก่ ผู้ประกอบการสามารถทำการจัดการกิจกรรม โดยมีการทำงาน 4 ส่วน คือ เพิ่มกิจกรรม ลบกิจกรรม แก้ไขกิจกรรม และดูรายละเอียดกิจกรรม โดยแสดงหน้าจอจัดการกิจกรรมดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงหน้าจอจัดการกิจกรรม

3. มอดูลจัดการโปรโมชั่น จัดการโปรโมชั่นผู้ใช้ที่สามารถเข้าถึงการทำงาน ได้แก่ ผู้ประกอบการสามารถทำการจัดการโปรโมชั่นโดยมีการทำงาน 4 ส่วน คือ เพิ่มโปรโมชั่น ลบโปรโมชั่น แก้ไขโปรโมชั่น และดูรายละเอียดโปรโมชั่น

4. มอดูลจัดการสถานที่ จัดการสถานที่ผู้ใช้ที่สามารถเข้าถึงการทำงาน ได้แก่ ผู้ประกอบการสามารถทำการจัดการสถานที่โดยมีการทำงาน 4 ส่วน คือ เพิ่มสถานที่ ลบสถานที่ แก้ไขสถานที่ และดูรายละเอียดสถานที่ โดยแสดงหน้าจอจัดการสถานที่ท่องเที่ยว ดังรูปที่ 5



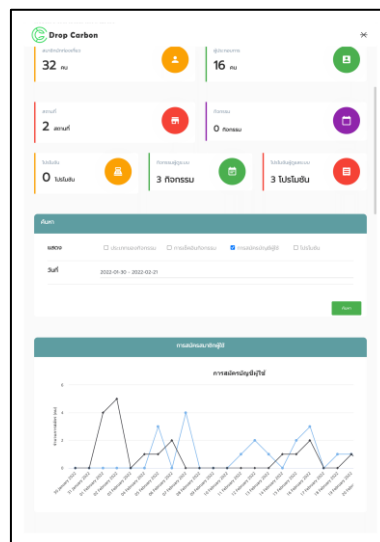
รูปที่ 5 แสดงหน้าจอจัดการสถานที่ท่องเที่ยว

5. มอดูลจัดการการเพิ่มสถานที่ จัดการเพิ่มสถานที่ของผู้ประกอบการ ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถจัดการการเพิ่มสถานที่ของผู้ประกอบการ โดยมีการทำงาน 2 ส่วน คือ อนุมัติการเพิ่มสถานที่ และปฏิเสธการเพิ่มสถานที่

6. มอดูลจัดการการเพิ่มกิจกรรม จัดการเพิ่มกิจกรรมของผู้ประกอบการผู้ใช้ที่สามารถเข้าถึงการทำงาน ได้แก่ ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการการเพิ่มสถานที่ของผู้ประกอบการ โดยมีการทำงาน 3 ส่วน คือ กำหนดคะแนนกิจกรรม อนุมัติการเพิ่มกิจกรรม และปฏิเสธการเพิ่มกิจกรรม

7. มอดูลจัดการการเพิ่มโปรโมชั่น จัดการเพิ่มโปรโมชั่นของผู้ประกอบการผู้ใช้ที่สามารถเข้าถึงการทำงาน ได้แก่ ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการการเพิ่มโปรโมชั่นของผู้ประกอบการ โดยมีการทำงาน 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการอนุมัติการเพิ่มโปรโมชั่น และปฏิเสธการเพิ่มโปรโมชั่น ส่วนที่สองเป็นการเพิ่มโปรโมชั่น แก๊ส โปรโมชั่น คุรายละเอียดโปรโมชั่น หยุดการใช้งานโปรโมชั่น และเปิดการใช้งานโปรโมชั่น

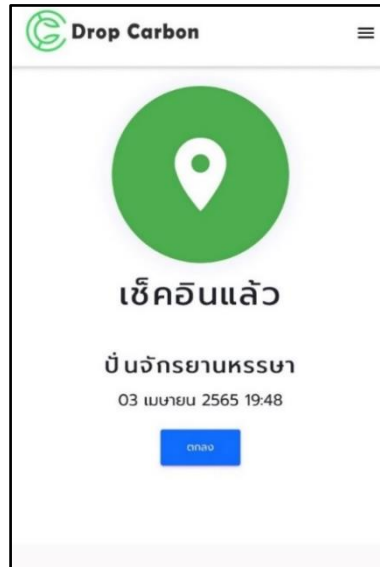
8. มอดูลดูแลควบคุมของผู้ดูแลระบบ ในมอดูลนี้เป็นส่วนที่ผู้ดูแลระบบสามารถดูภาพรวมของระบบได้ โดยสามารถเลือกเมนูดูแผงควบคุมระบบเพื่อเข้าสู่หน้าจอแสดงแผงควบคุมระบบ ดังรูปที่ 6 โดยแสดงจำนวนข้อมูล และกราฟต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น จำนวนสมาชิกนักท่องเที่ยว และกราฟการสมัครสมาชิกผู้ใช้ เป็นต้น



รูปที่ 6 แสดงหน้าจอแผงควบคุมระบบของผู้ดูแลระบบ

9. มอดูลสมัครสมาชิกนักท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวสามารถทำการสมัครสมาชิกนักท่องเที่ยวได้ โดยเลือกเมนู “ลงทะเบียน” จากนั้นกดปุ่ม “สำหรับนักท่องเที่ยว” โดยนักท่องเที่ยวจะต้องทำการกรอกข้อมูลเพื่อสร้างบัญชีผู้ใช้

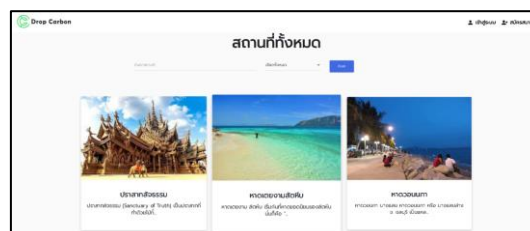
10. มอดูลเช็คอิน หรือเช็คเอาท์เข้าร่วมกิจกรรม เป็นส่วนที่นักท่องเที่ยวสามารถเช็คอิน หรือเช็คเอาท์กิจกรรมได้ด้วยการสแกน QR code เพื่อเข้าเช็คอินกิจกรรม และสแกน QR code อีกครั้งเพื่อเป็นการออกจากกิจกรรม โดยแสดงหน้าจอเช็คอินกิจกรรมของนักท่องเที่ยวดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงหน้าจอเช็คอินกิจกรรมของนักท่องเที่ยว

11. มอดูลแลกของรางวัลหรือโปรโมชั่น ในมอดูลนี้เป็นส่วนที่นักท่องเที่ยวสามารถแลกของรางวัล หรือโปรโมชั่นจากคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรมได้ โดยเลือกเมนู “แลกของรางวัลหรือโปรโมชั่น” จากนั้นทำการเลือกของรางวัล หรือโปรโมชั่นที่ต้องการแลก

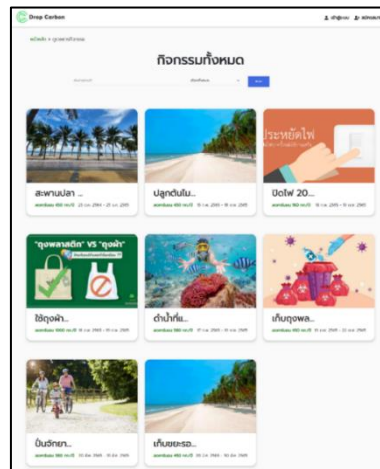
12. มอดูลดูรายการสถานที่ท่องเที่ยว ในมอดูลนี้นักท่องเที่ยวต้องการดูรายการสถานที่ท่องเที่ยว โดยสามารถเลือกเมนู “รายการสถานที่ท่องเที่ยว” จากนั้นระบบจะแสดงหน้าจอรายการสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งในหน้าจอนี้มีรายละเอียด คือ รายการสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ที่มีในระบบ โดยแสดงหน้าจอรายการสถานที่ท่องเที่ยว ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงหน้าจอรายการสถานที่ท่องเที่ยว

13. มอดูลดูรายการโปรโมชั่น ในมอดูลนี้เป็นส่วนที่นักท่องเที่ยวต้องการดูรายการโปรโมชั่น โดยสามารถเลือกเมนู “ดูโปรโมชั่นทั้งหมด” จากนั้นระบบจะแสดงหน้าจอดูรายการโปรโมชั่น ซึ่งในหน้าจอนี้มีรายละเอียด คือ รายการโปรโมชั่นต่าง ๆ ที่มีในระบบ

14. มอดูลดูรายการกิจกรรม ในมอดูลนี้เป็นส่วนที่นักท่องเที่ยวต้องการดูรายการกิจกรรมได้ โดยสามารถทำการเลือกเมนู “ดูกิจกรรมทั้งหมด” จากนั้นระบบแสดงหน้าจอดูรายการกิจกรรม ซึ่งในหน้าจอนี้มีรายละเอียด คือ รายการกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีในระบบ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงหน้าจอดูรายการกิจกรรม

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จะช่วยสนับสนุนการดำเนินการเกี่ยวกับการลดการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการเข้าร่วมกิจกรรมกับทางระบบ ซึ่งช่วยลดการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น การใช้ถุงผ้าแทนการใช้ถุงพลาสติก การปั่นจักรยานแทนการใช้ยานรถมอเตอร์ไซค์หรือรถยนต์ ซึ่งส่งผลดีต่อทางผู้ปั่นจักรยาน คือ การออกกำลังกาย และส่งผลดีต่อสภาพแวดล้อมด้วยการลดการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จากรถมอเตอร์ไซค์หรือรถยนต์ และช่วยกระตุ้นเศรษฐกิจโดยการนำแต้มที่ได้รับจากการเข้าร่วมกิจกรรมมาใช้จ่ายตามร้านค้าที่เข้าร่วมโครงการ “Drop Carbon” ซึ่งสามารถแลกของรางวัลรวมถึงการแลกโปรโมชั่นได้

สรุปผล

จากการดำเนินการพัฒนาระบบครั้งนี้ มีผลการวิจัยสรุปตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จากการพัฒนาระบบแนะนำการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานประเภทผู้ประกอบการได้จัดกิจกรรม และสร้างแรงจูงใจในการทำกิจกรรมลดโลกร้อนภายในระบบ รวมไปถึงผู้ใช้งานประเภทนักท่องเที่ยวที่ชื่นชอบในการเข้าร่วมกิจกรรมระหว่างการท่องเที่ยว โดยมีผลการทดสอบดังนี้ ใช้กรณีทดสอบจำนวน 169 กรณีทดสอบ ผ่านทั้งสิ้น 144 กรณีทดสอบ คิดเป็นร้อยละ 85.20 ส่วนอีก 25 กรณีทดสอบไม่ผ่าน คิดเป็นร้อยละ 14.80 เมื่อปรับแก้ไขเรียบร้อยแล้วระบบพร้อมนำไปใช้งานได้จริง

2. การช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์ให้น้อยลง และช่วยฟื้นฟูวิกฤตด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งกิจกรรมโดยรวมเป็นกิจกรรมเน้นไปที่การลดคาร์บอนไดออกไซด์ให้น้อยลง และช่วยฟื้นฟูวิกฤตด้านสิ่งแวดล้อม

3. การช่วยสร้างแรงจูงใจการทำกิจกรรมช่วยลดภาวะโลกร้อน เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จะช่วยสนับสนุนการดำเนินการเกี่ยวกับการสร้างแรงจูงใจในการทำกิจกรรมช่วยลดภาวะโลกร้อน เพราะกิจกรรมที่ผู้ประกอบการได้จัดขึ้นมาจะเน้นการลดการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งช่วยลดการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามสถานที่ต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะ

ในปัจจุบันเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมถูกพัฒนาขึ้นในระยะเวลาที่จำกัดทำให้การทำงานบางส่วนจากระบบ สามารถพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นได้ในอนาคตจึงสามารถที่จะพัฒนาต่อไปได้ ดังนี้

1. ปรับปรุงระบบให้มีการลดขั้นตอนการทำงานหรือการทำซ้ำ เพื่อให้มีความรวดเร็วในการใช้งานมากยิ่งขึ้น
2. ปรับปรุงซอร์สโค้ดให้มีความยืดหยุ่นสำหรับการแก้ไขและพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคต
3. ปรับปรุงความสวยงามของเว็บไซต์ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับประสบการณ์การใช้งานที่ดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติสำหรับหัวข้องานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- นิคมศม อักษรประดิษฐ์. (2558). **กระบวนการบริหารจัดการการท่องเที่ยวแบบคาร์บอนต่ำ (LOW CARBON TOURISM) กรณีศึกษาพื้นที่เกาะหมาก จังหวัดตราด**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนศึกษา, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- บริษัท บอร์นทูเดฟ จำกัด. (ม.ป.ป.ก). **สรุป Concept พื้นฐาน MVC**. ค้นเมื่อ 16 พฤศจิกายน 2565, จาก <https://www.borntodev.com/2020/04/02/สรุป-concept-พื้นฐาน-mvc/>.
- บริษัท บอร์นทูเดฟ จำกัด. (ม.ป.ป.ข). **Git พื้นฐานสุด ๆ จบในหน้าเดียว**. ค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2565, จาก www.borntodev.com/2020/03/30/git-พื้นฐานสุดๆ/.
- มนรัตน์ ใจเอื้อ. (2564). **การท่องเที่ยวแบบลดคาร์บอนไดออกไซด์**. ค้นเมื่อ 16 พฤศจิกายน 2565, จาก <https://tourism.utcc.ac.th/บทความเรื่อง-การท่องเที่ยว-3/>.
- อภิญา พรมนัส. (2563). **วิธีใช้งาน Visual Studio Code**. ค้นเมื่อ 17 พฤศจิกายน 2565, จาก <https://cs.bru.ac.th/สอนวิธีการใช้-visual-studio-code-2/>.
- Mindphp. (2565). **ทำความเข้าใจกับ CodeIgniter Framework**. ค้นเมื่อ 17 พฤศจิกายน 2565, จาก www.mindphp.com/developer/codeigniter-framework/3334-what-is-codeigniter.html.
- Websiterating. (n.d.). **What is MySQL?** Retrieved November 18, 2022, from <https://www.websiterating.com /th/web-hosting/glossary/what-is-mysql/>.

แพลตฟอร์มการขายหน้าร้านสำหรับผู้ประกอบการธุรกิจค้าปลีก

ขนาดกลางและขนาดย่อม

A Point-of-Sale Platform for the Retail Small and Medium Enterprises

ภีมภัทร์ ภูไทกัมปนาทภิญญา^{1*} และชานนท์ เดชสุภา²

Pheemaphat Phuthaikampanatpinya¹ and Chanon Dechsupa²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจัดการการขายหน้าร้านที่อยู่บนพื้นฐานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับธุรกิจค้าปลีกที่รองรับการจัดการคลังสินค้า การส่งเสริมการตลาด และการจำหน่ายสินค้า โดยมีฟังก์ชันการทำงานเทียบเท่ากับระบบของผู้ประกอบการรายใหญ่ ที่สามารถช่วยให้ผู้ประกอบการรายย่อยสามารถลดระยะเวลาและต้นทุนการดำเนินธุรกิจและดำเนินธุรกิจได้อย่างเป็นระบบ แพลตฟอร์มถูกพัฒนาบนข้อมูลของผู้ประกอบการจำหน่ายอาหารและเครื่องดื่มและผู้ประกอบการจำหน่ายเครื่องใช้ไฟฟ้า ครอบคลุมกระบวนการจัดการข้อมูลพนักงาน แคชเชียร์ การจัดการและการตลาด ภาษาพีเอชพีและระบบจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอลถูกนำมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา แพลตฟอร์มถูกประเมินด้วยผู้ประกอบการ 2 ราย โดยผู้ประเมินได้ให้ผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับ “ดี” แพลตฟอร์มที่ได้สามารถนำไปใช้งานได้จริงและสามารถนำไปใช้กับธุรกิจค้าปลีกประเภทอื่นได้

คำสำคัญ : ระบบพีโอเอส ผู้ประกอบการรายย่อย ระบบค้าปลีก ระบบคลังสินค้า

ABSTRACT

The objective of this work was to provide a web-based point-of-sale system for retail stores, supporting inventory management, promotion, and sales. Its capability was the same as that of the system implemented by the mega-entrepreneurs.

^{1,2} มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้ประสานงานหลัก

The system could reduce operational costs and carried on a retail business in a systematic manner. The platform was implemented based on the information of fresh food and beverage entrepreneurs and electrical appliance stores. The system covered the processes of human resource management, cashier control, management, and marketing. The PHP programming language and MySQL database management system were used to implement the framework. The framework was evaluated by two entrepreneurs, who rate the overall assessment result as "good". The platform was practical and could be applied to other retail businesses.

Keywords: Point-of-sale, Small and Medium Enterprises, Retail system, Inventory system

บทนำ

ธุรกิจค้าปลีกแนวใหม่มีแนวโน้มเติบโตเฉลี่ย 1.5 -2.5 เปอร์เซ็นต์ต่อปี (นรินทร์ ต้นไพบูลย์, 2564) แต่ผู้ประกอบการรายย่อยแบบดั้งเดิม (traditional entrepreneurship) มีรายได้ที่ลดลงเนื่องจากช่องทางการจำหน่ายและการเข้าถึงกลุ่มมีมากขึ้น อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการธุรกิจแบบดั้งเดิมยังจำเป็นต้องคงช่องทางการจำหน่ายแบบเดิมไว้ควบคู่กับช่องทางธุรกิจแนวใหม่ ตัวอย่างธุรกิจค้าปลีกรายย่อยหรือร้านขายของชำ (grocery) ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด 2019 ร้านค้าปลีกรายย่อยมีการปรับตัวโดยเพิ่มช่องทางการจำหน่ายสินค้าไปใช้แพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซ (e-commerce platforms) เช่น ลาซาด้า ช้อปปี้ อีเบย์ รวมถึงแพลตฟอร์มรับส่งอาหาร (food delivery platform) เช่น แกร็บฟู้ด โลว์แมน ฟู้ดแพนด้า ผู้ประกอบการยังจำเป็นต้องคงช่องทางการจำหน่ายหน้าร้านไว้ควบคู่กัน

จากรูปแบบการดำเนินธุรกิจแบบหลายแพลตฟอร์มดังที่กล่าวมานั้น ผู้ประกอบการรายย่อยเสียเปรียบทางการแข่งขันในส่วนของการจัดการการขายสินค้าหน้าร้าน เพราะมีข้อจำกัดด้านต้นทุนการดำเนินการและขาดระบบจัดการการจำหน่ายที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบจัดการการขายหน้าร้านค่อนข้างสูง จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบขายปลีกสินค้าและระบบการจัดการร้านค้า จักรพงศ์ พัวสี้อ และสุนิตา จำปา (2561) ได้พัฒนาระบบขายปลีกสินค้ากรณีศึกษาร้าน Family Shop เพื่อเพิ่มความสะดวกให้แก่พนักงานขาย ระบบแสดงข้อมูลสินค้าระบบขายสินค้าทำให้ลูกค้าได้รับความสะดวกรวดเร็ว และบริการที่ทันสมัย อย่างไรก็ตามระบบถูกออกแบบมาเพื่อเฉพาะผู้ประกอบการรายเดียวเท่านั้น จึงไม่สามารถประยุกต์ใช้กับธุรกิจค้าปลีกอื่น ๆ ได้ กรมะณี เกศแพ่ง และฐานิตกานต์ ปลัดขวา (2566) ออกแบบระบบเพื่อช่วยให้เจ้าของ

ร้านค้าให้สามารถจัดการร้านได้ครอบคลุมทั้งในการขายสินค้าหน้าร้าน และหลังร้านที่เป็นการจัดการคลังสินค้า ทั้งนี้เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการทำงาน ลดความผิดพลาดในการทำงาน และช่วยเก็บข้อมูลของทั้งการขายสินค้ามีส่วนลดโปรโมชั่นและสินค้าในคลัง ไม่รองรับธุรกิจค้าปลีกและการจัดการคลังสินค้าในบริบทการค้าปลีกจริง การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงนำเสนอแพลตฟอร์มที่มีชื่อว่า เคพีโอเอส (K-POS) พัฒนาแพลตฟอร์มโดยใช้ซอฟต์แวร์วิซวลสตูดิโอโคด (visual studio code) ในการเขียนโปรแกรม XAMPP Diagrams.net และเครื่องมือที่ใช้จัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL workbench) ในการออกแบบระบบ ระบบประกอบด้วย 2 ระบบหลักคือ: ระบบพีโอเอส (point of sale system) และระบบจัดการคลังสินค้า (stock management system) เพื่อให้บริการผู้ประกอบการรายย่อยที่ประกอบธุรกิจค้าปลีกร้านขายของชำไปใช้ในการจัดการจำหน่ายสินค้าหน้าร้านของตนให้มีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนและแนวทางการดำเนินการแบ่งออกเป็น 9 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. รวบรวมความต้องการ ได้มีการเก็บรวบรวมความต้องการจากกลุ่มธุรกิจจำนวน 2 กลุ่มธุรกิจประกอบด้วย ธุรกิจจำหน่ายเครื่องใช้ไฟฟ้า และธุรกิจจำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม
2. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ทฤษฎีฐานข้อมูล ทฤษฎีภาษาโปรแกรม แพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซ รวมถึงระบบพีโอเอสที่สนับสนุนการประกอบธุรกิจแบบหลายสาขาหรือแบบการรวมกลุ่มผู้ประกอบการ
3. วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ หลังจากเก็บรวบรวมความต้องการแล้ววิเคราะห์ปัญหาของผู้ใช้งานจริงเพื่อนำไปเป็นตัวกำหนดขอบเขตและเป้าหมายของงาน
4. ศึกษาข้อมูลและวิธีใช้งานเครื่องมือ โดยศึกษาการใช้งานโปรแกรม โปรแกรมวิซวลสตูดิโอโคด โปรแกรมเอ็กซ์เอเอ็มพีพี และเครื่องมือที่ใช้จัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล การเชื่อมต่อระบบลิ้นชักเก็บเงินและเครื่องพิมพ์ความร้อน (thermal printer)
5. กำหนดขอบเขตและเป้าหมาย โดยขอบเขตของงานประกอบด้วยฟังก์ชันหลักๆ ดังต่อไปนี้
 - ระบบใช้ฐานข้อมูลแบบรวมศูนย์ (centralized database) ที่รองรับการจำหน่ายสินค้าแบบหลายผู้ประกอบการและหลายสาขา
 - ระบบรองรับการจำหน่ายสินค้าแบบยกชุดหรือแบบแยกรายตัวสินค้า
 - ระบบรองรับการให้ส่วนลดแบบกำหนดเองและแบบอัตโนมัติ
 - ระบบรองรับการขายปกติและการรับมัดจำ

- ระบบสามารถตั้งค่าส่งเสริมการตลาดให้กับกลุ่มสินค้า, รายตัวสินค้า และแผนกสินค้า โดยการตั้งค่าส่งเสริมการตลาดมีความสามารถกำหนดเงื่อนไขการคำนวณส่วนลดแบบลดบาทเปอร์เซ็นต์ ส่วนลดร่วมกับบัตรเครดิต แลกซื้อ และแถมฟรี

- ระบบการขายมีรายงานผลประกอบการธุรกิจ

- ระบบสามารถเชื่อมโยงกับระบบสมาชิก ระบบจัดส่งสินค้า และระบบคลังสินค้าได้

- ระบบรองรับการตั้งค่าข้อมูลผู้ประกอบการ สาขา รวมทั้งการพิมพ์ใบเสร็จรับเงินได้

6. วิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยจัดทำแผนภาพเพื่ออธิบายโครงสร้างและพฤติกรรมของระบบเช่น แผนภาพอีอาร์ (ER-diagram) แผนภาพยูสเคส (use case diagram) และผังงาน (flowchart) อธิบายการทำงานของระบบให้สอดคล้องกับบริบทของงานจริง ก่อนพัฒนาได้นำแบบโมเดลต้นแบบจำลองการทำงานให้ผู้ใช้งานเห็นเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของความต้องการ

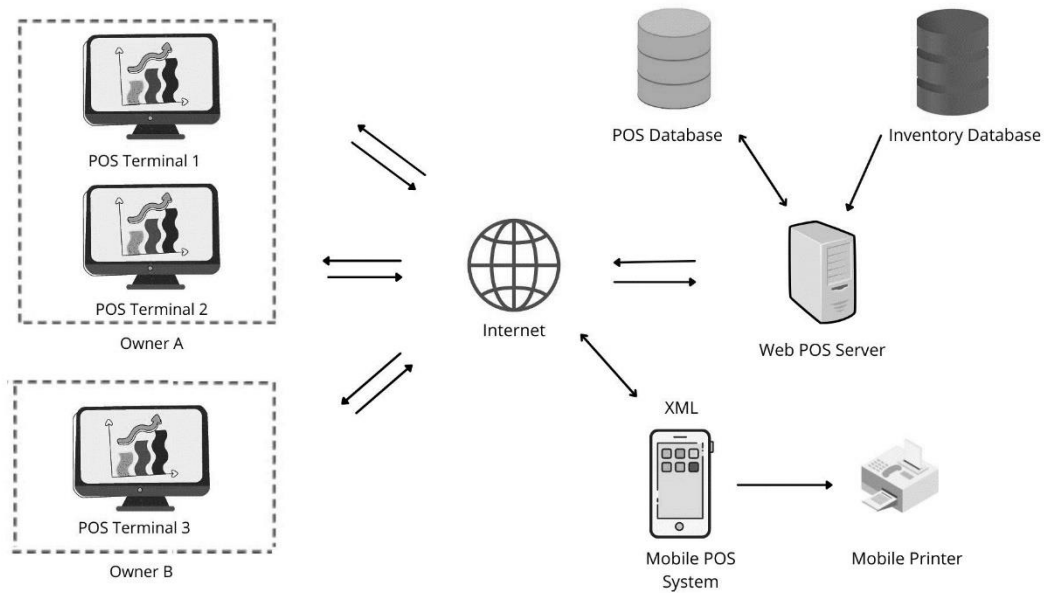
7. พัฒนาระบบ โดยการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา PHP JavaScript CSS และ AdminLTE Bootstrap Themes ในส่วนของ UX/UI interface การเชื่อมต่อระบบลิ้นชักเก็บเงินและเครื่องพิมพ์ความร้อน

8. ทดสอบระบบ โดยใช้เทคนิคการทดสอบแบบอิงตารางการตัดสินใจ (decision-table-based testing) ระบบได้ถูกทดสอบด้วยการขายสินค้าโดยมีการให้ส่วนลด ครอบคลุมทุกประเภทส่วนลด และส่วนลดที่ร่วมส่งเสริมการตลาดที่ระบบคำนวณโดยอัตโนมัติ

9. วิเคราะห์และสรุปผลการใช้งานระบบโดยอิงตามความต้องการของผู้ใช้งานเป็นหลักการวิเคราะห์เพื่อบอกข้อดีและข้อด้อย รวมถึงอุปสรรคในการใช้งานของระบบ โดยข้อมูลการใช้งานได้จากตัวอย่างการขับเคลื่อนธุรกิจด้วยข้อมูลสินค้าที่มีจำหน่ายในระบบจริง

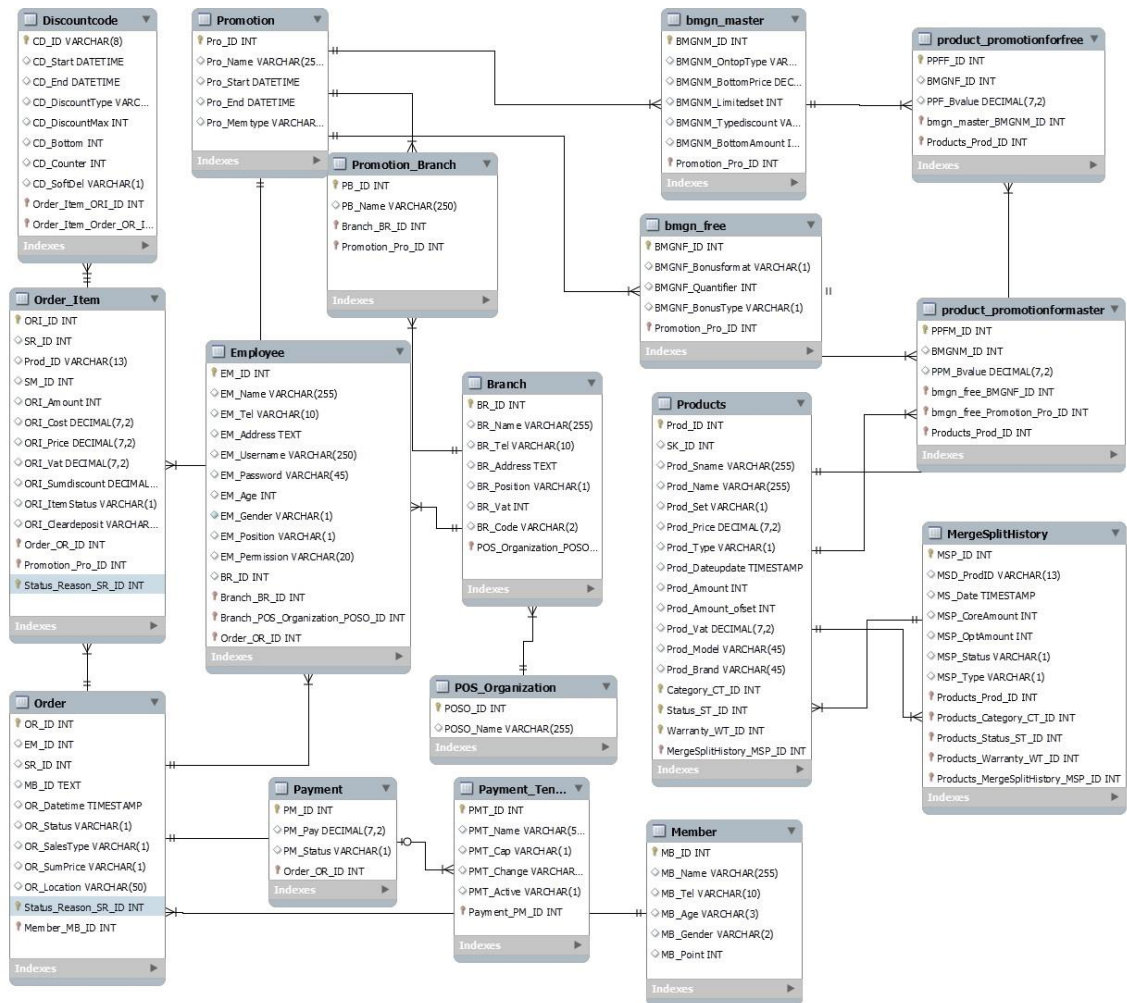
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

สถาปัตยกรรมแพลตฟอร์มเคพีโอเอส (K-POS platform architecture) แสดงดังรูปที่ 1 ระบบมีความแตกต่างจากระบบพีโอเอสทั่วไปคือ ผู้ประกอบการร้านขายของชำสามารถลงทะเบียนเป็นผู้ขอใช้บริการระบบพีโอเอส ทำการตั้งค่าข้อมูล ของผู้ประกอบการ รวมถึงสาขาที่ต้องการ หลังจากนั้นนำข้อมูลสินค้าข้อมูลส่วนลด และข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการประกอบธุรกิจเข้าสู่ระบบ



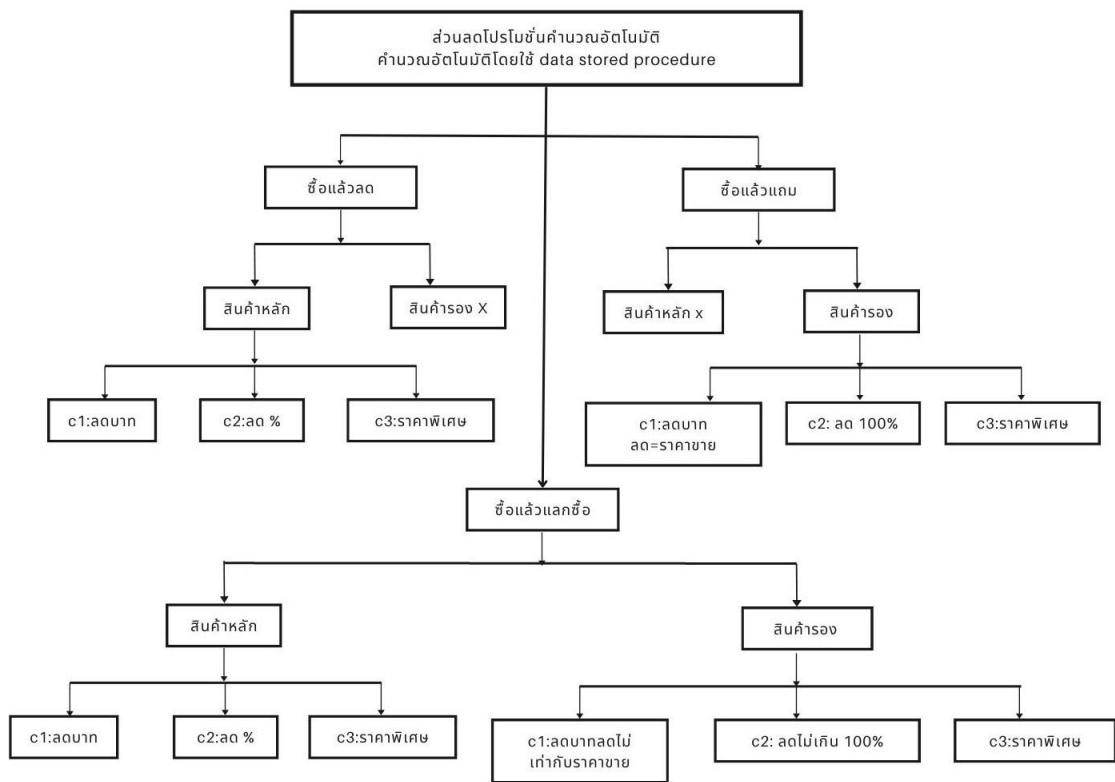
รูปที่ 1 แผนภาพสถาปัตยกรรมระบบเคพีโอเอส

โดยในการวิจัยครั้งนี้แพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1) ระบบพีโอเอส 2) ระบบจัดการส่งเสริมการตลาดและส่วนลด 3) ระบบจัดการคลังสินค้า โดยการออกแบบระบบฟังก์ชันการทำงานของระบบ แบ่งตามบทบาทของผู้ใช้งานจำนวน 3 บทบาท ประกอบด้วย ผู้จัดการหรือเจ้าของธุรกิจ แคชเชียร์ และผู้ตั้งค่าโปรโมชั่น ฟังก์ชันการทำงานของระบบแสดงด้วยแผนภาพยูสเคส แสดงดังรูปที่ 2 - 3 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลใช้แผนภาพอีอาร์ แสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งแสดงตารางข้อมูลหลัก (บางส่วน) ประกอบด้วย ข้อมูลผู้ประกอบการ ข้อมูลสาขา ข้อมูลสินค้า ข้อมูลการขาย ข้อมูลโปรโมชั่น โดยข้อมูลของแต่ละผู้ประกอบการจะถูกเก็บแยกตามรายผู้ประกอบการและสามารถแยกตามรายสาขา เนื่องจากวัตถุประสงค์ของระบบที่ออกแบบนี้ต้องการให้ระบบสามารถคำนวณโปรโมชั่นได้อย่างอัตโนมัติ

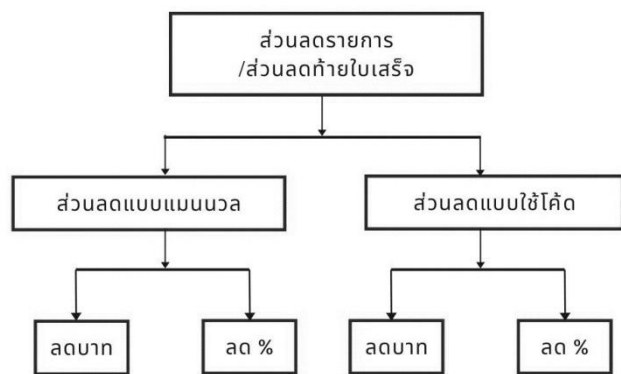


รูปที่ 4 แผนภาพอ็อร์แพลตฟอร์มเคพีไอเอส

การออกแบบโครงสร้างการให้ส่วนลดและการคำนวณโปรโมชั่นแสดงดังรูปที่ 5 โดยส่วนลดและโปรโมชั่นแบ่งเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ ส่วนลดรายการ ส่วนลดท้ายใบเสร็จ ส่วนลดโปรโมชั่นที่ระบบคำนวณโดยอัตโนมัติ ส่วนลดทั้ง 3 กลุ่มที่เกิดขึ้นระหว่างการขายสินค้าสามารถกำหนดให้อยู่ในรูปแบบของส่วนลดบาทหรือส่วนลดเปอร์เซ็นต์ก็ได้ ตัวอย่างโครงสร้างการกำหนดส่วนลดแสดงดังรูปที่ 6 โดยส่วนลดแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ส่วนลดแบบกำหนดเองหรือแบบแมนนวล และส่วนลดแบบใช้โค้ดส่วนลด โดยส่วนลดแต่ละประเภทสามารถให้ส่วนลดเป็นบาทหรือเป็นเปอร์เซ็นต์



รูปที่ 5 โครงสร้างส่งเสริมการตลาดที่คำนวณโดยอัตโนมัติที่ประกอบด้วยส่งเสริมการตลาด 3 ประเภท ได้แก่ ซื้อแล้วลด ซื้อแล้วแถม และซื้อแล้วแลกซื้อ



รูปที่ 6 โครงสร้างส่วนลดรายการและส่วนลดท้ายใบเสร็จ

การพัฒนาระบบใช้ภาษาโปรแกรมพีเอชพีและใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอลและดาต้าสโตร์โพสทีเควอร์ ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการขับเคลื่อนระบบจะถูกอ่านจากตารางข้อมูลการตั้งค่าระบบ เช่น ชื่อร้าน หมายเลขเครื่องพีโอเอส หมายเลขผู้เสียภาษี รวมถึงอัตราภาษี และรูปแบบของเลขที่ใบเสร็จ ตัวอย่างการคำนวณภาษีมูลค่าเพิ่มของแต่ละใบเสร็จ แสดงดังรูปที่ 7

| ร. | รหัสสินค้า | ชื่อสินค้า | จำนวน | ราคา | ส่วนลด | ยอดสุทธิ | ส่วนลด | ลบ |
|----|---------------|--|-------|--------|--------|----------|--------|----|
| 1 | 0000000741899 | บานา ผลไม้สด สับปะรด โคน นอร์มัลใส่ถุงรูป รอกัดใบส้ม เนื้อ 4 | 1 | 60.00 | 6.00 | 54.00 | | |
| 2 | 0000000000066 | คอกอก ชาฮีจีน สุรวิทย์ชาวด ชาวิไล สด คมสัน | 1 | 195.00 | 0.00 | 195.00 | | |
| 3 | 0000000000067 | คอกอกชาฮีจีน สุรวิทย์ชาวด เนื้อ 2 แบบ 1 | 1 | 40.00 | 40.00 | 0.00 | | |
| 4 | 0000000662877 | ปลา เนื้อ วรรณ ผลไม้สด 9000 ก. | 1 | 345.00 | 0.00 | 345.00 | | |
| 5 | 0000000123568 | คอกอก ชาฮีจีน สุรวิทย์ชาวด เนื้อ 100 มก | 1 | 139.00 | 69.50 | 69.50 | | |

ส่วนลดรวม 115.50 บาท ยอดรวมสุทธิ 663.50 บาท ค่านี้ 48.00 บาท

จำนวน: 663.50 รหัสสินค้า:

คำนวณภาษี

รูปที่ 7 ตัวอย่างหน้าจอระบบพีโอเอส

แพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นได้รับการประเมินโดยผู้ประกอบการ จำนวน 2 ราย ได้แก่ ผู้จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม ประเมินผลการทำงานของแพลตฟอร์ม 3 ด้านคือ ด้านฟังก์ชันการทำงาน หน้าจอแสดงผลการทำงาน และด้านความปลอดภัย ผู้ประเมินให้ผลประเมินอยู่ในระดับ “ดี” ผู้ประกอบการร้านจำหน่ายเครื่องใช้ไฟฟ้าร่วมประเมินในด้านฟังก์ชันการทำงานเท่านั้น การประเมินวัดผลโดยผู้ประกอบการร้านจำหน่ายเครื่องใช้ไฟฟ้าให้การประเมินด้านฟังก์ชันการทำงานในระดับ “ดีมาก” โดยให้เหตุผลว่าระบบสามารถตั้งค่าส่งเสริมการตลาดได้ตามต้องการ ภาพรวมผลการประเมินจาก 2 ผู้ประกอบการอยู่ในระดับ “ดี” อย่างไรก็ดี ผู้ประกอบการเสนอแนะให้พัฒนาระบบให้รองรับการโอนย้ายสินค้าหรือแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างผู้ประกอบการ และอยากให้พัฒนา API เชื่อมต่อกับระบบเดิมที่มีอยู่

สรุปผล

แพลตฟอร์มการขายหน้าร้านสำหรับผู้ประกอบการค้าปลีกได้ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อช่วยให้ผู้ประกอบการรายย่อยสามารถลดต้นทุนการดำเนินธุรกิจและดำเนินธุรกิจได้อย่างเป็นระบบ ระบบรองรับการตั้งค่าข้อมูลผู้ประกอบการ ข้อมูลสาขา รวมถึงส่งเสริมการตลาดที่มีความซับซ้อน รองรับตามแต่ละรูปแบบ และยังสามารถเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบต่าง ๆ ได้ เช่น ระบบสมาชิก ระบบคลังสินค้า และระบบการจัดส่งสินค้า เป็นต้น แพลตฟอร์มถูกประเมินโดยกลุ่มผู้ประกอบการค้าปลีก 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ผู้จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม ผู้ประเมินให้ผลประเมินอยู่ในระดับ “ดี” อย่างไรก็ตาม ระบบปัจจุบันรองรับการโอนย้ายสินค้าระหว่างสาขาที่อยู่ภายใต้ผู้ประกอบการเดียวกันได้เท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

พัฒนาระบบให้รองรับการโอนย้ายสินค้าหรือแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างผู้ประกอบการและพัฒนา API เชื่อมต่อกับระบบเดิมที่มีอยู่

เอกสารอ้างอิง

- นรินทร์ ต้นไพบูลย์. (2564). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2564-2566 ธุรกิจร้านค้าปลีกสมัยใหม่. ค้นเมื่อ 1 มกราคม 2566, จาก <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/wholesale-retail/modern-trade/io/io-modern-trade-21>.
- จักรพงษ์ พัวสี้อ และสุนิตา จำปา. (2561). ระบบขายปลีกสินค้า กรณีศึกษา: ร้าน Family Shop. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์.
- กฤษฎิ์ เกศแพง และฐานิตกานต์ ปลัดขวา. (2566). ระบบจัดการร้านค้า: กรณีศึกษา ร้านแว่งใหญ่ มาร์ท. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

การออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสาน ผ่านระบบคลาวด์

The Design of Integrated Agricultural Smart Farm Control System via Cloud Technology

เรืองทิพย์ เย็นจะบก^{1*} เมธิณีพรหมศรี² ศิริลักษณ์ ท่วงเอี่ยม³ และวันเพ็ญ ผลิศร⁴

Rueangthip Yenjabok¹ Methinee Promsri² Sirilak hongiam³ and Wanpen Plisorn⁴

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ และ 2) ประเมินความเหมาะสมของการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพและมูลค่าให้กับผลผลิตจากเกษตรกรโดยใช้หลักการ Internet of Things (IoT) และเทคโนโลยีคลาวด์ ผลการออกแบบประกอบด้วย 3 ระบบย่อย คือ 1) ระบบควบคุมฟาร์มพืชแยกเป็นพืชดินและพืชน้ำ 2) ระบบควบคุมฟาร์มปศุสัตว์ และ 3) ระบบควบคุมฟาร์มสัตว์น้ำประมง โดยสามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชันในระบบ Android มีการประเมินความเหมาะสมของออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน และผู้ใช้งานจำนวน 30 คนผ่านแบบประเมินความเหมาะสมในการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ ผลการศึกษาพบว่าความเหมาะสมในการออกแบบระบบด้านฟังก์ชันโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด (4.58 ± 0.49) และความเหมาะสมในการออกแบบระบบด้านการใช้งานโดยเกษตรกรผู้ใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด (4.70 ± 0.42) ถือเป็นรูปแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้เหมาะสม

คำสำคัญ : ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ การเกษตรแบบผสมผสาน ระบบคลาวด์

1, 2, 3 และ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี

* ผู้ประสานงานหลัก

ABSTRACT

This research aims to 1) design of integrated agricultural smart farm control system via Cloud technology and 2) evaluate the suitability of design an integrated agricultural smart farm control system via Cloud technology. This system is used to increase the efficiency and value of the produce from farmers by applying the principles of Internet of Things (IoT) and Cloud technology. The system consists of 3 subunits which are 1) the control system for crop farms for both soil crops and aquatic crops 2) the livestock farm control system and 3) the aquatic farm control system. The system can be controlled via an application on the Android system. The suitability of the design an intelligent farm control system for integrated agriculture through Cloud technology was evaluated by 10 experts and 30 users through Cloud technology integrated smart farm control system design suitability assessment form. The results showed that the suitability of the functional system design by the experts was at the highest level (4.58 ± 0.49) and the suitability of the system design for the user farmer was at the highest level (4.70 ± 0.42) which can be applied properly.

Keywords : smart farm control system, integrated agricultural, cloud technology

บทนำ

อาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพที่มีมาตั้งแต่สมัยโบราณ ทั้งนี้เพราะเป็นอาชีพที่ก่อให้เกิดปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น ปัจจัยด้านอาหาร ปัจจัยด้านยารักษาโรค ประเทศไทยเป็นประเทศแห่งเกษตรกรรม ประชากรไทยกว่าครึ่งหนึ่งประกอบอาชีพเกษตรกรรม ประมาณแล้วไม่น้อยกว่า 30 ล้านคน (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2564) ดังนั้นการเกษตรจึงมีความสำคัญอย่างมาก ทั้งในด้านของรายได้และความเป็นอยู่

การเกษตรกรรมแบ่งออกเป็นหลายรูปแบบ ทั้งเกษตรกรรมประเภทพืชอย่างพืชไร่และพืชดิน ทั้งเกษตรกรรมด้านการเลี้ยงปศุสัตว์ และเกษตรกรรมด้านการเลี้ยงสัตว์น้ำ (ประมง) งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะเกษตรกรรมแบบผสมผสาน ซึ่งเป็นรูปแบบการเกษตรที่ประกอบด้วย พืช ปศุสัตว์ และการประมง เนื่องจากปัจจุบันโลกกำลังพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในด้านเทคโนโลยี ทางด้านเกษตรกรรมจึงจำเป็นต้องมีการปรับตัว

เพื่อรองรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพให้มากยิ่งขึ้น และคาดหวังว่าการออกแบบในครั้งนี้จะสามารถนำไปพัฒนาได้จริงในอนาคต

ในวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดทฤษฎีของเทคโนโลยีดังต่อไปนี้ เพื่อประยุกต์ใช้ในฟาร์มอัจฉริยะ ได้แก่ 1) internet of things (IoT) คือ เทคโนโลยีที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ทำให้สามารถเชื่อมโยง รับส่งข้อมูล สั่งการเพื่อควบคุมอุปกรณ์การเกษตรผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 2) ระบบคลาวด์ (cloud computing technology) คือการใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อส่งมอบบริการผ่านเครือข่าย (โดยทั่วไปคืออินเทอร์เน็ต) ด้วยการประมวลผลแบบคลาวด์ ผู้ใช้สามารถเข้าถึงไฟล์และใช้แอปพลิเคชันจากอุปกรณ์ใดก็ได้ที่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ เช่น การแจ้งข้อมูลต่าง ๆ ของพืชสู่ผู้ใช้งาน และเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้ IoT ในการจัดการการปลูกพืชโดยใช้เทคนิคอควาโปนิคส์ (aquaponics) ผ่านคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ หรือสมาร์ทโฟน โดยมีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตในที่นี้สามารถเชื่อมต่อได้ทั้ง แบบแลน (local area network : LAN) และแลนไร้สาย (wireless LAN : Wi-Fi) เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานและการเข้าถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เราจำเป็นต้องสั่งการต่อไป ในการเชื่อมต่อั้นจะผ่านระบบ IoT Cloud : Cayenne IoT Ready TM ซึ่งเป็นแม่ข่าย (server) ให้บริการจัดเก็บข้อมูล รวมถึงการดูแลและการสั่งการต่าง ๆ ภายในระบบอีกที ทั้งนี้ในการทำงานส่วนใหญ่จะมีศูนย์ควบคุมหลัก คือ Raspberry Pi เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ (สุวิทย์ วงศ์ศิลา, 2564)

Cloud Computing คือบริการที่ครอบคลุมถึงการให้กำลังประมวลผลหน่วยจัดเก็บข้อมูล และระบบออนไลน์ต่าง ๆ จากผู้ให้บริการ เพื่อลดความยุ่งยากในการติดตั้ง ดูแลระบบ ช่วยประหยัดเวลา และลดต้นทุนในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย ซึ่งมีทั้งแบบบริการฟรี และแบบเก็บเงิน (ไอที 24 ชั่วโมง, 2558)

เกษตรอัจฉริยะเป็นการทำการเกษตรรูปแบบใหม่โดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีความแม่นยำสูงเข้ามาช่วยในการทำงาน โดยให้ความสำคัญกับความปลอดภัยต่อผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด ในยุคที่แรงงานในภาคเกษตรลดลงมาตลอดหลายปี ทำให้ภาคการเกษตรจำเป็นต้องมีการปรับตัวโดยนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมากขึ้น (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2561)

จากการศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ การเกษตรแบบผสมผสานมีรายละเอียด ดังนี้

ธิตศักดิ์ โพธิ์ทอง, ประสิทธิ์ เมฆอรุณ และสิทธิชัย ชูสำโรง (2562) กล่าวถึงแนวคิด “สมาร์ทฟาร์ม” คือ การใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวก การจัดการฟาร์มเกษตรกรรมในรูปแบบที่เรียกว่า ระบบฟาร์ม

อัจฉริยะ (smart farming system) เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อที่จะสอดคล้องกับ Thailand 4.0 ที่เป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริมในด้านการเกษตร

บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนาจ, สราวุธ แผลงสร, วีระสิทธิ์ ปิติเจริญพร และพิมพ์ใจ สีหะนาม (2562) ศึกษาการออกแบบระบบสมาร์ทฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับฟาร์มมะนาว จังหวัดเพชรบุรี ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบนวัตกรรมกำไรเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี IoT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสำหรับฟาร์มมะนาว จังหวัดเพชรบุรี โดยใช้แนวความคิดของเทคโนโลยี IoT โดยมีเซนเซอร์วัดค่าข้อมูลของฟาร์มมะนาว โดยกำหนดไว้ 4 ค่า คือ temperature humidity moisture และ pH

ณัฐพล ธนแขวงสกุล, อีระพงษ์ ฤทธิมาก และปรีชา โคตะพัฒน์ (2560) ศึกษาการออกแบบตัวต้นแบบระบบฟาร์มเลี้ยงไก่โดยใช้เทคโนโลยี IoT โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบตัวต้นแบบระบบฟาร์มเลี้ยงไก่โดยใช้เทคโนโลยี IoT และ 2) ประเมินผลการออกแบบตัวต้นแบบระบบฟาร์มเลี้ยงไก่โดยใช้เทคโนโลยี IoT ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และด้านเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ จำนวน 15 คน ใช้การเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวิเคราะห์การออกแบบตัวต้นแบบ 2) แบบประเมินความคิดเห็นของผลการออกแบบตัวต้นแบบ และ 3) แบบประเมินความเหมาะสมของผลการออกแบบตัวต้นแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนากระบวนการควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการสำรวจความต้องการของผู้ใช้ (user requirement) โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบและวิเคราะห์ฟังก์ชันการทำงาน (system/functional design) โดยได้แบ่งการใช้งานด้านเกษตรแบบผสมผสานเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้
 - ด้านพืชน้ำ
 - ด้านพืชดิน
 - ด้านปศุสัตว์
 - ด้านประมง
3. ขั้นตอนออกแบบสถาปัตยกรรม (architecture design) โดยรวมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานโดยมีฟังก์ชันการทำงานแบบสั่งงานผ่านทางระบบเครือข่ายไร้สาย และทำการเก็บข้อมูล (data) ลงบนพื้นที่เก็บข้อมูลของคลาวด์

4. ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด (detail design) ของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ การเกษตรแบบผสมผสานโดยมีการออกแบบรายละเอียดของระบบ ดังนี้

- ระบบดูแลพืชน้ำ
 - โมดูลควบคุมค่า pH และค่า EC
 - โมดูลควบคุมค่าอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน
 - โมดูลควบคุมระบบน้ำวน
 - โมดูลควบคุมแสงสว่าง
- ระบบดูแลพืชดิน
 - โมดูลควบคุมค่าความชื้นในดิน
 - โมดูลควบคุมค่าอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน
 - โมดูลควบคุมระบบการรดน้ำพืช
 - โมดูลควบคุมแสงสว่าง
- ระบบดูแลปลุสัตว์
 - โมดูลควบคุมการให้อาหารสัตว์
 - โมดูลควบคุมแสงสว่าง
 - โมดูลควบคุมอุณหภูมิ
- ระบบดูแลสัตว์น้ำ
 - โมดูลควบคุมการให้อาหารสัตว์
 - โมดูลควบคุมค่า pH ในน้ำ
 - โมดูลควบคุมค่าออกซิเจนในน้ำ
 - โมดูลควบคุมระดับน้ำ

ค่า pH เป็นค่าที่แสดงความเป็นกรดต่าง ซึ่งค่า pH 6.5-9.0 เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และค่า EC ย่อมาจาก electrical conductivity ในภาษาไทยแปลว่าการนำไฟฟ้าของน้ำคือความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้า เกลือหรือสารเคมีอื่น ๆ ที่ละลายในน้ำ ซึ่งช่วยในการระบุความบริสุทธิ์ของน้ำ ยิ่งน้ำบริสุทธิ์ค่าการนำไฟฟ้ายิ่งต่ำ

5. ขั้นตอนการพัฒนาาระบบ (implementation) โดยการพัฒนาซอฟต์แวร์ ด้วยวงจรการพัฒนาาระบบ (software development lifecycle : SDLC) ในรูปแบบ Waterfall Model มีการพัฒนาแบบขั้นน้ำตกจะทำงานขั้นต่อไปเมื่อขั้นก่อนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผนระบบ
- ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจความต้องการ
- ขั้นที่ 3 ขั้นการออกแบบระบบ

ขั้นที่ 4 ขั้นการพัฒนาระบบ

ขั้นที่ 5 ขั้นการทดลองระบบ

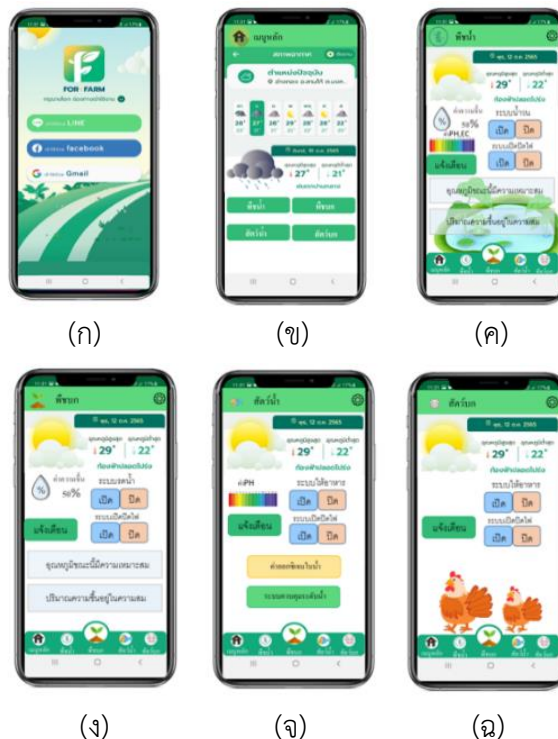
ขั้นที่ 6 ขั้นการบำรุงรักษาระบบ

6. ขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบ (user acceptance testing) กับผู้ใช้งาน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบจำนวน 10 ท่าน และเกษตรกรผู้ใช้งานจำนวน 30 คน ผ่านการวิเคราะห์สถิติข้อมูล ได้แก่ การคำนวณ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่าน้ำหนักคะแนน (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากขั้นตอนการดำเนินงานข้างต้นสามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ ดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ และวิเคราะห์ฟังก์ชันการทำงาน โดยการออกแบบแบ่งส่วนการควบคุมดูแลระบบต่าง ๆ เป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบการดูแลพืชไร่ ระบบการดูแลพืชดิน ระบบการดูแลสัตว์น้ำ และระบบการดูแลสัตว์บก ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แอปพลิเคชันควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสาน

(ก) หน้าเข้าสู่ระบบแอปพลิเคชันควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานจะมีการเข้าสู่ระบบด้วย Line เข้าสู่ระบบด้วย Facebook และเข้าสู่ระบบด้วย Gmail

(ข) หน้าหลักแอปพลิเคชันควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสาน จะประกอบไปด้วยตำแหน่งปัจจุบัน สภาพอากาศ ปุ่มกดไปยังหน้าพืชน้ำ ปุ่มกดไปยังหน้าพืชบก ปุ่มกดไปยังหน้าสัตว์น้ำ ปุ่มกดไปยังหน้าสัตว์บก

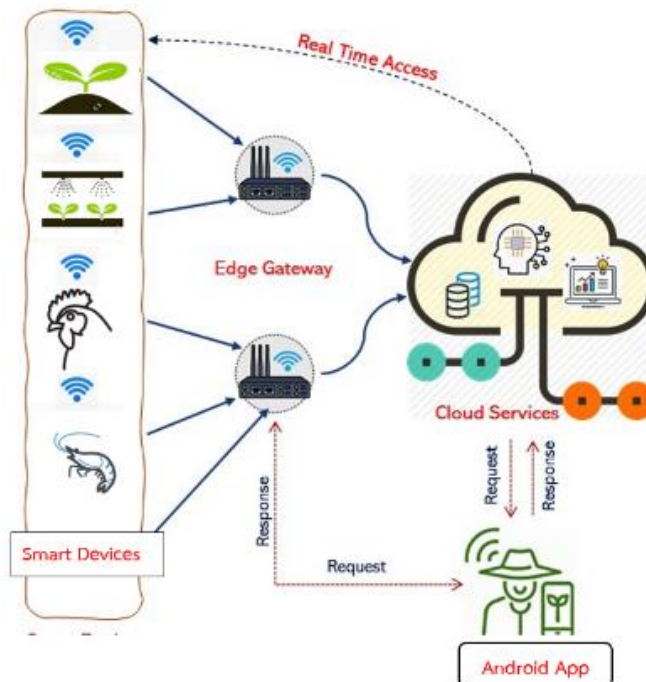
(ค) หน้าพืชน้ำจะประกอบไปด้วยการแสดงค่า pH ค่า EC ค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นในโรงเรือน ปุ่มควบคุมเปิดปิดระบบน้ำวน ปุ่มเปิดปิดควบคุมแสงสว่าง

(ง) หน้าพืชบกจะประกอบไปด้วย การแสดงค่าความชื้นในดิน ค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นในโรงเรือน ปุ่มควบคุมเปิดปิดระบบการรดน้ำพืช ปุ่มเปิดปิดควบคุมแสงสว่าง

(จ) หน้าสัตว์น้ำจะประกอบไปด้วย การแสดงค่าอุณหภูมิ ปุ่มควบคุมการให้อาหารสัตว์ ปุ่มเปิดปิดควบคุมแสงสว่าง

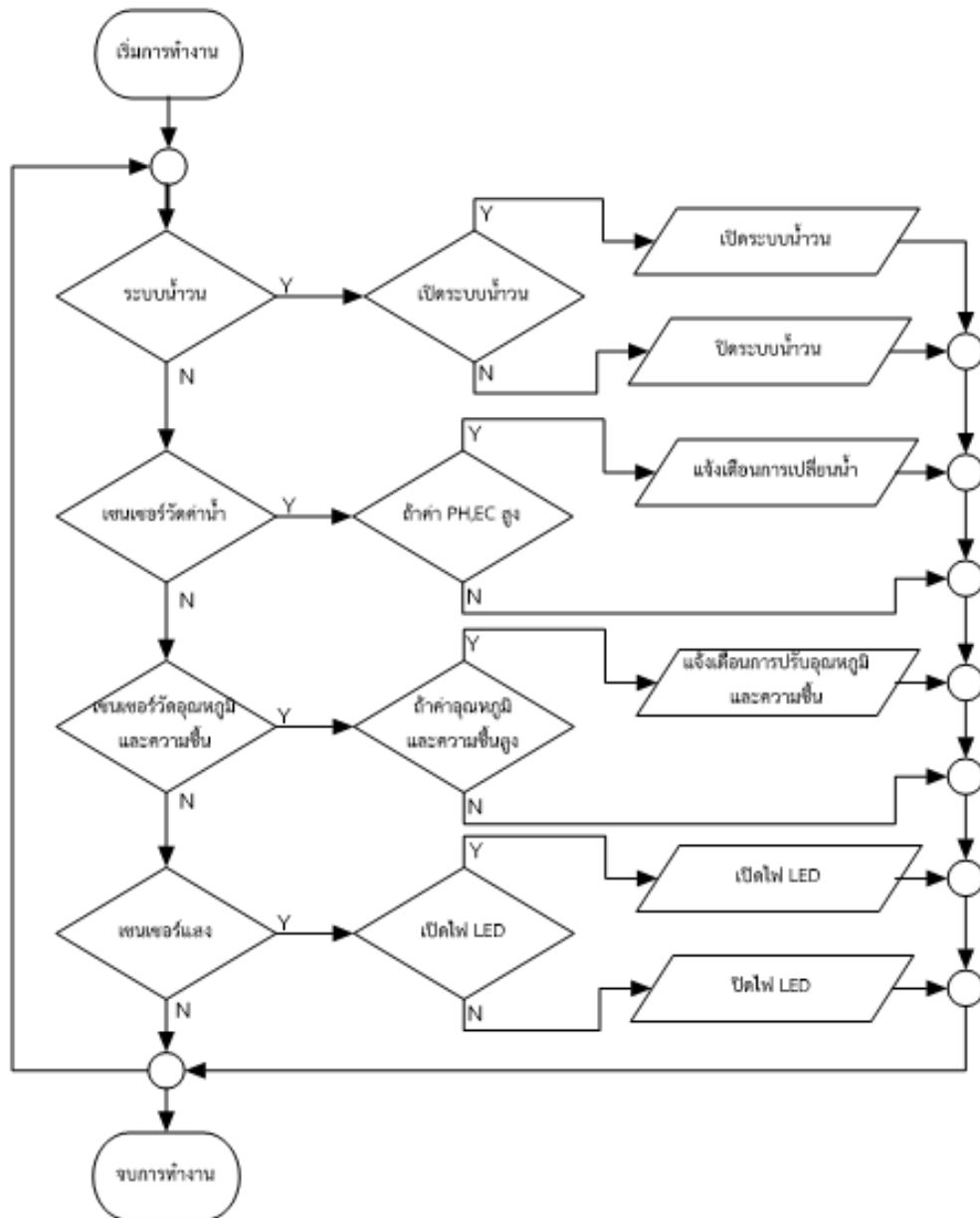
(ฉ) หน้าสัตว์บกจะประกอบไปด้วย การแสดงค่า pH ในน้ำ ค่าออกซิเจนในน้ำ และค่าระดับน้ำ มีปุ่มควบคุมการให้อาหารสัตว์ และปุ่มเปิดปิดควบคุมแสงสว่าง

2. ขั้นตอนออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์

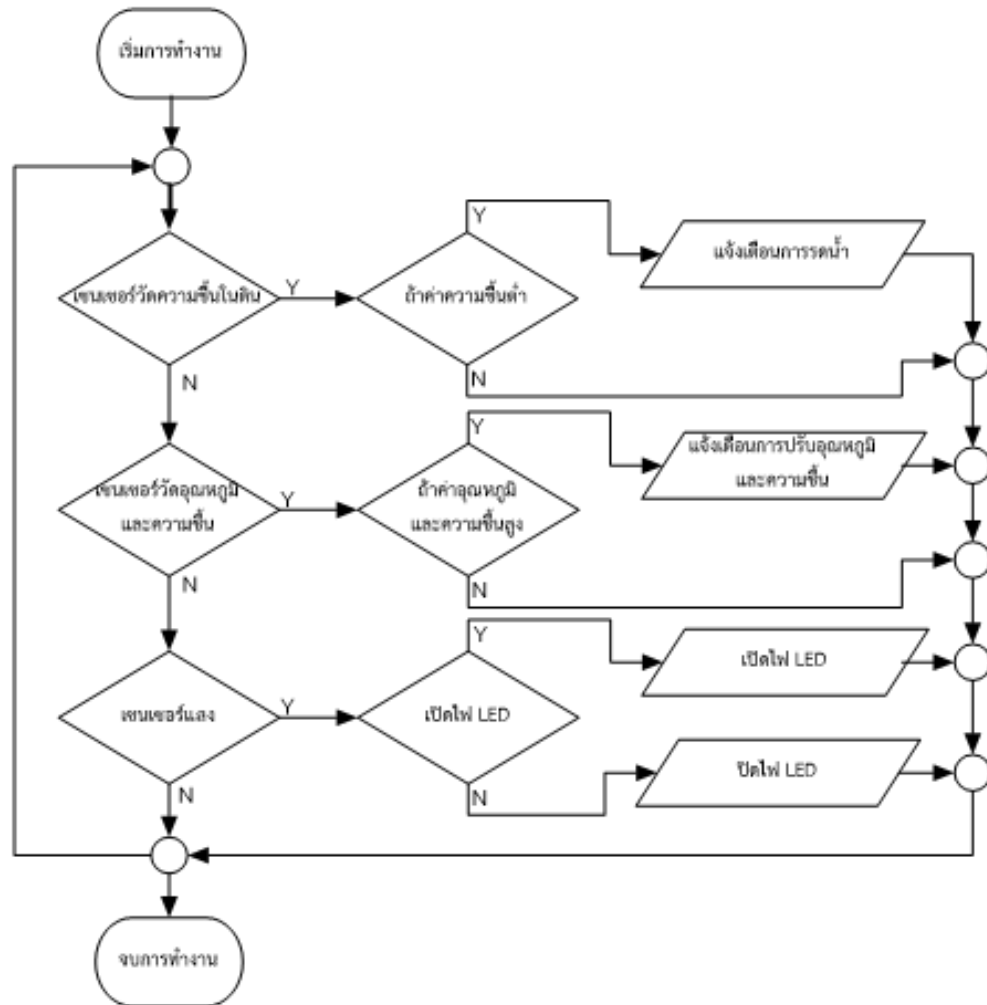
3. ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียดของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ (รูปที่ 3) โดยมีการออกแบบระบบการทำงานย่อยเป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบการดูแลพืชน้ำ ระบบการดูแลพืชบก ระบบการดูแลสัตว์บก (ปศุสัตว์) และระบบการดูแลสัตว์น้ำ (ประมง)



รูปที่ 3 ผังงานระบบการทำงานของการดูแลพืชน้ำ

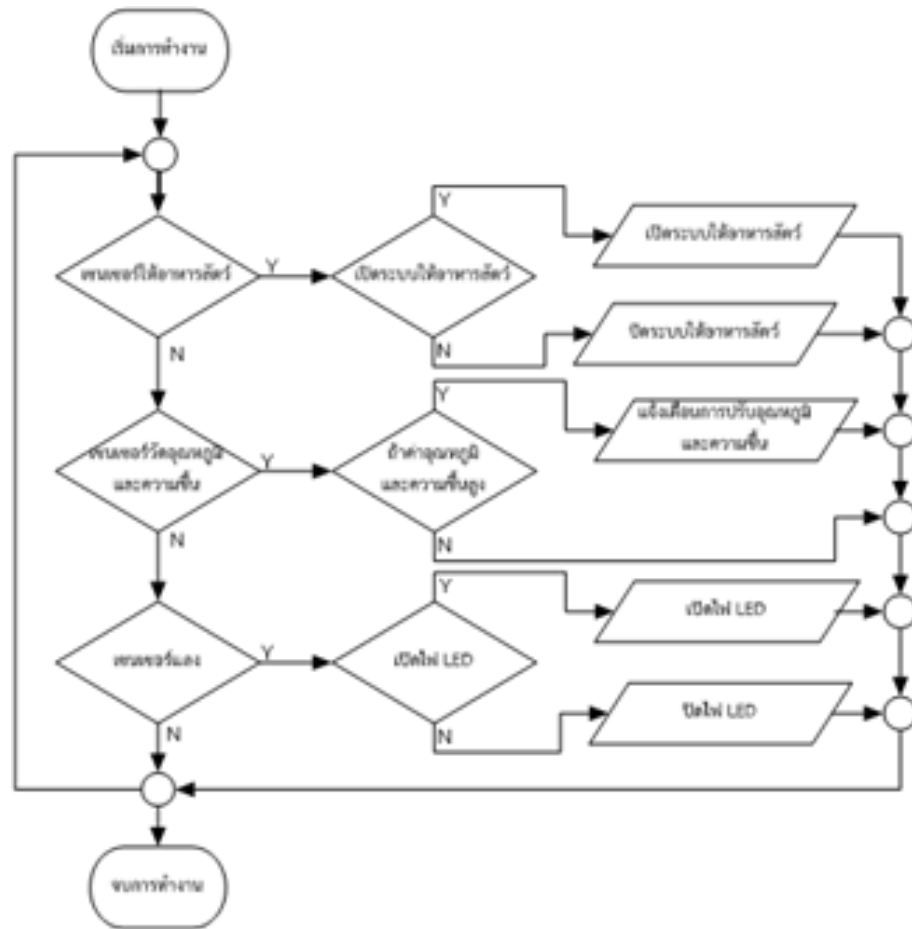
การทำงานของระบบการดูแลพืชน้ำจะมีระบบในการตรวจวัดค่าและสั่งการต่าง ๆ จำนวน 4 ระบบ ได้แก่ ระบบน้ำวน สามารถสั่งการเปิดปิดระบบได้ ระบบวัดค่าในน้ำที่สามารถวัดได้ทั้ง

ค่า EC และค่า pH ระบบวัดอุณหภูมิ และความชื้นภายในโรงเรือน และระบบการตรวจวัดค่าแสงที่สามารถสั่งการเปิดปิดไฟ LED (light emitting diode) ได้ ในกรณีที่แสงไม่พอ ดังรูปที่ 4



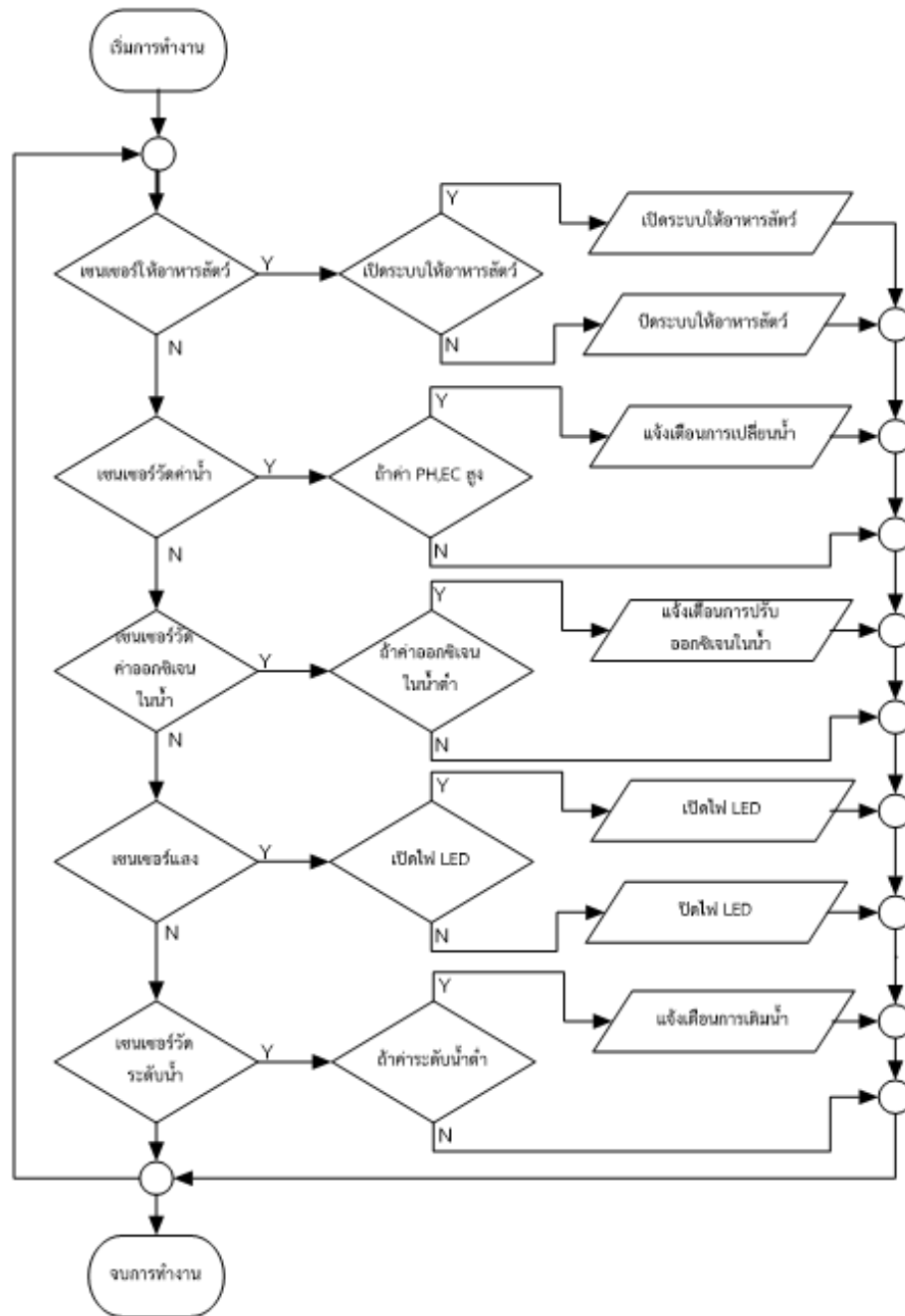
รูปที่ 4 ผังงานระบบการทำงานของการดูแลพืชดิน

การทำงานของระบบการดูแลพืชดิน จะมีระบบในการตรวจวัดค่า และสั่งการต่าง ๆ จำนวน 3 ระบบ ได้แก่ ระบบการตรวจวัดค่าความชื้นในดิน ว่ามีความชื้นเพียงพอต่อความต้องการของพืชหรือไม่ ระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน และระบบการตรวจวัดค่าแสงที่สามารถสั่งการเปิดปิดไฟ LED ได้ ในกรณีที่แสงไม่พอ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผังงานระบบการทำงานของ การดูแลสัตว์บก

การทำงานของระบบการดูแลสัตว์บก จะมีระบบในการตรวจวัดค่า และสั่งการต่าง ๆ จำนวน 3 ระบบ ได้แก่ ระบบการให้อาหารสัตว์ภายในโรงเรือน โดยการตั้งเวลาระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน และระบบการตรวจวัดค่าแสงที่สามารถสั่งการเปิดปิดไฟ LED ได้ ในกรณีที่แสงไม่พอดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผังงานระบบการทำงานของ การดูแลสัตว์น้ำ

การทำงานของระบบการดูแลสัตว์น้ำ จะมีระบบในการตรวจวัดค่า และสั่งการต่าง ๆ จำนวน 5 ระบบ ได้แก่ ระบบการให้อาหารสัตว์ภายในโรงเรือนโดยการตั้งเวลา ระบบวัดค่าในน้ำ ที่สามารถวัดได้ทั้งค่า EC และค่า pH ระบบการวัดค่าออกซิเจนภายในน้ำว่ามีค่าออกซิเจนพอต่อการ

เจริญเติบโตของสัตว์น้ำหรือไม่ ระบบการตรวจวัดค่าแสงที่สามารถสั่งการเปิดปิดไฟ LED ได้ในกรณีที่แสงไม่พอ และระบบการวัดระดับน้ำที่สามารถแจ้งเตือนในกรณีที่น้ำในบ่อเลี้ยงมีน้อยกว่าที่กำหนดได้

จากขั้นตอนการดำเนินงานสามารถสรุปผลการดำเนินงานด้วยวิธีการประเมินความเหมาะสมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบจำนวน 10 ราย และเกษตรกรผู้ใช้งานจำนวน 30 คน รายละเอียด ดังนี้

ผลประเมินความเหมาะสมของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยทำการประเมินความเหมาะสมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบ จำนวน 10 ราย ด้วยแบบประเมินความเหมาะสมในด้านฟังก์ชัน และสรุปผลการประเมิน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลประเมินความเหมาะสมของระบบด้านฟังก์ชันการทำงานของระบบ

| รายการประเมิน | (\bar{x}) | S.D. | แปลผล |
|-------------------------------------|---------------|------|-----------|
| 1. ด้านตรงตามความต้องการ | 4.70 | 0.48 | มากที่สุด |
| 2. ด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ | 4.60 | 0.51 | มากที่สุด |
| 3. ด้านความง่ายต่อการใช้งาน | 4.60 | 0.51 | มากที่สุด |
| 4. ด้านประสิทธิภาพ | 4.70 | 0.48 | มากที่สุด |
| 5. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล | 4.30 | 0.48 | มากที่สุด |
| ผลการประเมินความเหมาะสมด้านฟังก์ชัน | 4.58 | 0.49 | มากที่สุด |

จากตารางที่ 1 สรุปผลประเมินความเหมาะสมของการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ ผลการประเมินพบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.58 ± 0.49) โดยมีผลการประเมินแต่ละรายการ ดังนี้ ด้านตรงตามความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด (4.70 ± 0.48) ด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่อยู่ในระดับมากที่สุด (4.60 ± 0.51) ด้านความง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด (4.60 ± 0.51) ด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (4.70 ± 0.48) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด (4.30 ± 0.48)

ผลประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานของระบบ โดยเกษตรกรผู้ใช้งาน ผู้วิจัยทำการประเมินความเหมาะสมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสาน ผ่านระบบคลาวด์ ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (graphical user interface : GUI) และการใช้งานโดยเกษตรกรผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน ด้วยแบบประเมินความเหมาะสม และสรุปผลการประเมิน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานของระบบ

| รายการประเมิน | (\bar{x}) | S.D. | แปลผล |
|---|---------------|------|-----------|
| 1. ด้านการออกแบบที่ตรงตามความต้องการ | 4.80 | 0.40 | มากที่สุด |
| 2. ด้านความง่ายต่อการใช้งาน | 4.66 | 0.47 | มากที่สุด |
| 3. ด้านการประยุกต์ให้เหมาะสมกับเกษตรกรแบบผสมผสานสำหรับครัวเรือน | 4.80 | 0.40 | มากที่สุด |
| 4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล | 4.80 | 0.40 | มากที่สุด |
| ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งาน | 4.76 | 0.42 | มากที่สุด |

จากตารางที่ 2 สรุปผลประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานของการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ ผลการประเมินพบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.76 ± 0.42) โดยมีผลการประเมินแต่ละรายการ ดังนี้ ด้านการออกแบบที่ตรงตามความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80 ± 0.40) ด้านความง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด (4.66 ± 0.47) ด้านการประยุกต์ให้เหมาะสมกับเกษตรกรแบบผสมผสานสำหรับครัวเรือนอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80 ± 0.40) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80 ± 0.40)

สรุปผล

1. การออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ ถูกออกแบบขึ้นการเกษตรกรเพื่อควบคุมระบบฟาร์มการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ โดยระบบที่ได้ทำการออกแบบประกอบด้วย 3 ระบบย่อย คือ 1) ระบบควบคุมฟาร์มพืช แยกออกเป็นพืชดินและพืชน้ำ 2) ระบบควบคุมฟาร์มปศุสัตว์ และ 3) ระบบควบคุมฟาร์มสัตว์น้ำประมง โดยสามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชันในระบบแอนดรอยด์

2. การประเมินความเหมาะสมของการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบจำนวน 10 ราย แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านตรงตามความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด (4.70 ± 0.48) 2) ด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่อยู่ในระดับมากที่สุด (4.60 ± 0.51) 3) ด้านความง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด (4.60 ± 0.51) 4) ด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (4.70 ± 0.48) และ 5) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด (4.30 ± 0.48) โดยมีภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.58 ± 0.49)

3. การประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานของการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ การเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์โดยเกษตรกรผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบที่ตรงตามความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80 ± 0.40) 2) ด้านความง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด (4.66 ± 0.47) 3) ด้านการประยุกต์ให้เหมาะสมกับเกษตรแบบผสมผสานสำหรับครัวเรือนอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80 ± 0.40) และ 4) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80 ± 0.40) โดยมีภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.76 ± 0.42)

ผลการประเมินความเหมาะสมด้านด้านการออกแบบ GUI จากการประเมินความเหมาะสมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสาน ผ่านระบบคลาวด์ด้านการออกแบบ GUI และการใช้งานโดยเกษตรกรผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน ด้วยแบบประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงถึงความเหมาะสมในการวิเคราะห์แนวทาง ผังระบบการทำงานและการสำรวจปัญหาที่ดี

ดังนั้น งานวิจัยเรื่องการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ ถือเป็นการพัฒนาระบบที่มีการประยุกต์ใช้หลักการ ทฤษฎี งานวิจัย และเทคโนโลยีเข้ากับสภาพการณ์ปัจจุบันได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

การออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์สามารถนำต้นแบบการออกแบบไปพัฒนาต่อเพื่อสร้างแอปพลิเคชัน IoT ที่เหมาะสมกับการดูแลการเกษตรแบบผสมผสาน และทำให้สามารถใช้งานได้ทั้งในระบบแอนดรอยด์และระบบไอโอเอส

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2564). รายงานสรุปข้อมูลสำคัญของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2565, จาก <https://www.opsmoac.go.th/about-performance>.
- ณัฐพล ธนเขวงสกุล, อีระพงษ์ ฤทธิ์มาก และปรีชา โคตะพัฒน์. (2560). การออกแบบตัวต้นแบบระบบฟาร์มเลี้ยงไก่โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง. วารสารแม่ใจเทคโนโลยี สารสนเทศและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยแม่ใจ, (3)2, หน้า 26 - 40.

- ธิดาศักดิ์ โพธิ์ทอง, ประสิทธิ์ เมฆอรุณ และสิทธิชัย ชูสำโรง. (2562). การพัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะ สำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิดและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. **วารสารเกษตร นเรศวร**, (16)2, หน้า 10 - 17.
- บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนาจ, สราวุธ แผลงศร, วีระสิทธิ์ ปิติเจริญพร และพิมพ์ใจ สีหะนาม. (2562). การออกแบบระบบสมาร์ทฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับมะนาว จังหวัดเพชรบุรี. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ปีที่ 6**. (หน้า 808 - 816). นครราชสีมา: วิทยาลัยนครราชสีมา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). **การวิจัยเบื้องต้น**. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2561). **เกษตรอัจฉริยะความหวังใหม่ของ ภาคการเกษตรไทย**. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2565, จาก https://www.arda.or.th/knowledge_detail.php?id=7.
- สุวิทย์ วงศ์ศิลา. (2564). **Internet of Things สำหรับ Smart Farmer**. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2565, จาก https://stri.cmu.ac.th/article_detail.php?id=78.
- ไอที 24 ชั่วโมง. (2558). **Cloud Computing คืออะไร?**. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2565, จาก <https://www.it24hrs.com/2015/cloud-computing-and-cloud-definition>.

การพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้าโดยใช้สถาปัตยกรรม RESTful API

Development of Warehouse Management System

Based on RESTful API Architecture

พรนภัส เขียวอิม^{1*} และอภิสิทธิ์ แสงใส²

Pornnapas Khiaw-im¹ and Apisit Saengsai²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้พัฒนาระบบจัดการคลังสินค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยประหยัดเวลาการทำงาน ลดข้อผิดพลาดที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากพนักงาน และเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ ซึ่งมีกลุ่มลูกค้าคือผู้ใช้งานที่มีโกดังสินค้า หรือมีการเก็บสินค้า โดยระบบที่พัฒนารองรับการทำงานได้ทั้งบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและอุปกรณ์แบบพกพา ใช้ภาษา C# ภาษา JAVA ภาษา XML โปรแกรม .NET Framework สถาปัตยกรรม RESTful API และใช้ MySQL สำหรับจัดการฐานข้อมูล โดยระบบดังกล่าวถูกทดสอบ และถูกประเมินการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญ มีระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 2.67/3.00 (ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ดี) ซึ่งระบบดังกล่าวถูกพัฒนาและติดตั้งใช้งานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

คำสำคัญ : ระบบจัดการคลังสินค้า สถาปัตยกรรม RESTful API

ABSTRACT

This research presents a warehouse management system (WMS) based on RESTful API architecture. The objectives of this research are to save work time, to reduce potential errors, and to increase convenience for warehouse management users. WMS was implemented to warehouse owners, and users who perform storing, blending, or

^{1,2} สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา

* ผู้ประสานงานหลัก

packaging by leasing a warehouse. The system supports desktop computers and hand-held devices. It utilized software such as C #, JAVA, XML, .NET Framework, RESTful API architecture, and MySQL. WMS was tested and evaluated for use by experts with a satisfaction rate of 2.67/3.00 (user can use it well). The system has already been developed and installed.

Keywords : warehouse management system, RESTful API architecture

บทนำ

เดิมการเก็บข้อมูลภายในคลังสินค้าใช้การจดบันทึกลงในโปรแกรมซอฟต์แวร์สเปรดชีต (spreadsheet software) หรือลงในโปรแกรม MS Excel เพียงอย่างเดียว ซึ่งหากคลังสินค้านั้นมีการจัดเก็บสินค้าจำนวนมากข้อมูลที่พนักงานภายในคลังต้องบันทึกก็จะมีจำนวนมากตามไปด้วย ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่ข้อมูลที่เกิดความผิดพลาด นอกจากนี้ยังใช้ระยะเวลาในการบันทึกหรือค้นหาข้อมูล โดยผลที่เกิดขึ้นอาจทำให้สินค้าค้างสต็อกเนื่องจากสินค้าบางรายการไม่มีการบันทึกหรือถูกบันทึกเป็นข้อมูลอื่น จากงานวิจัย State of Small Business Report ในปี 2558 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า 56% ของธุรกิจขนาดเล็กมีความต้องการในการปรับปรุงการบริการให้กับลูกค้า หนึ่งในวิธีที่จะปรับปรุงการให้บริการกับลูกค้าที่ดีขึ้นได้คือการจัดส่งสินค้าได้ตามที่ลูกค้าต้องการ หากบริษัทมีการจัดการคลังสินค้าที่ดีจะสามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการของลูกค้าได้ แต่ในทางกลับกันหากมีข้อผิดพลาดบางอย่างเกิดขึ้น อาจจะมีผลทำให้บริษัทสูญเสียลูกค้าไป หรือทำให้เกิดผลกระทบในวงกว้างมากขึ้นได้

ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนาต่ออย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยเหลือในกระบวนการทำงานต่าง ๆ ในการจัดการคลังสินค้าเพื่อช่วยประหยัดเวลา ลดข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น และประหยัดทรัพยากรบุคคลในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้ใช้งานระบบสามารถทำงานที่มีประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำมากขึ้น ซึ่งนอกจากนี้ระบบจัดการคลังสินค้ายังเป็นส่วนช่วยในการจัดเก็บข้อมูลในระยะยาว และช่วยคำนวณการเบิกจ่ายสินค้าได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องได้ เป็นส่วนช่วยให้ผู้ใช้งานระบบลดเวลาในการคำนวณข้อมูลต่าง ๆ ที่สำคัญเหล่านี้ลงไปได้ ทำให้สามารถนำเวลาเหล่านี้ไปเพิ่มประสิทธิภาพในงานอื่น ๆ ได้เพิ่มเติม

ในบทวิจัยนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเพิ่มเติมของระบบจัดการคลังสินค้ารวมไปตลอดจนถึงทฤษฎีต่าง ๆ ในการพัฒนาต่อระบบให้แล้วเสร็จ และตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้าให้มากที่สุด โดยการพัฒนาระบบในงานวิจัยนี้เป็นส่วนที่พัฒนาเพิ่มเติมจากซอฟต์แวร์คลังสินค้าสำเร็จรูป

ที่เคยถูกพัฒนามาสำหรับใช้จัดการคลังสินค้าขั้นพื้นฐาน ได้แก่ การรับสินค้า การเบิกจ่ายสินค้า การตรวจสอบที่อยู่ของสินค้า การคัดแยกสินค้า รวมไปถึงการจัดการทางด้านเอกสาร โดยระบบที่เคยมีอยู่แต่เดิมนั้นผู้ใช้งานจะสามารถใช้งานในการจัดการคลังสินค้าได้เบื้องต้น และอาจยังต้องมีบุคคลากรบางส่วนมาจัดการงานด้านเอกสารอยู่ จึงทำให้ต้องพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจำนวนมอดูลที่ได้ทำการพัฒนา และปรับปรุงเพิ่มเติมทั้งหมดจำนวน 4 มอดูลประกอบไปด้วย มอดูลที่ช่วยในการแก้ไขสถานที่ในการจัดวางสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา สำหรับใช้งานภายในคลังสินค้า มอดูลสำหรับยืนยันการบันทึกการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลังเก็บสินค้าที่ทำงานควบคู่ไปกับโปรแกรม SAP (Stechies, 2021) ที่เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการจัดทำบัญชีของบริษัท และมอดูลสำหรับการหยิบของออกจากคลังเก็บสินค้าที่ทำงานบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา

โดยระบบที่พัฒนาใช้ภาษา C# ภาษา JAVA ภาษา XML โปรแกรม .NET Framework สถาปัตยกรรม RESTful API และใช้ MySQL สำหรับจัดการฐานข้อมูล

เนื่องจากในปัจจุบันการเก็บควบคุมคลังสินค้า การตรวจสอบข้อมูลในการการรับสินค้าเข้าภายในคลัง หรือจ่ายสินค้าออกจากคลัง เป็นเรื่องยากต่อการจัดการดูแล และสิ้นเปลืองการใช้กระดาษ จึงทำให้ต้องจัดทำระบบจัดการคลังสินค้าขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการบริหารจัดการคลังสินค้า และลดการใช้กระดาษลง โดยวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อให้ซอฟต์แวร์ของโครงการภายในองค์กรมีคุณภาพสูงขึ้น
2. เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดความผิดพลาดของข้อมูล
3. เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้โดยขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ในส่วนของการขอบเขตการวิจัยนี้ทางผู้พัฒนาได้รับมอบหมายให้พัฒนาระบบจัดการคลังสินค้า (warehouse management system : WMS) โดยมีรายละเอียดขอบเขตในการพัฒนา ดังนี้

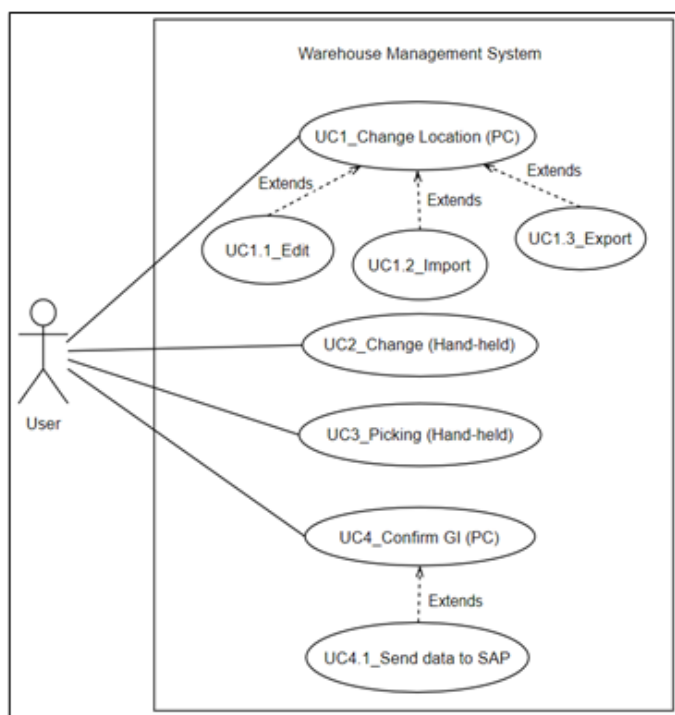
1. มอดูลเปลี่ยนสถานที่วางสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (change location : PC) คือ มอดูลที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานที่จัดเก็บสินค้าที่ทำงานอยู่ภายในระบบ โดยระบบจะทำการแสดงข้อมูลรายละเอียดของสินค้า และรายละเอียดของสถานที่วางสินค้า ซึ่งผู้ใช้งานจำเป็นต้องทำการกรอกข้อมูลในขั้นตอนของการรับสินค้าให้เรียบร้อย

2. มอดูลเปลี่ยนสถานที่วางสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา (change : handheld) คือ มอดูลที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานที่จัดเก็บสินค้าที่ใช้งานบนอุปกรณ์แบบพกพา

3. มอดูลหยิบสินค้าออกจากคลังสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา (picking : hand-held) คือ มอดูลที่ใช้ในการหยิบสินค้าที่ระบบจะทำการแสดงข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ สำหรับการหยิบสินค้า

4. มอดูลยืนยันการบันทึกการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลังสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (confirm GI : PC) คือ มอดูลยืนยันการบันทึกการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลังสินค้าบนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ โดยระบบจะทำการแสดงข้อมูลรายละเอียดการเบิกจ่ายสินค้า ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการแก้ไขข้อมูล M3 จากข้อมูลที่ทำให้การเลือกได้

การวิเคราะห์ระบบสารสนเทศตามที่ผู้พัฒนาได้ทำการพัฒนานั้นจะมีการวิเคราะห์และออกแบบการทำงานของระบบจัดการคลังสินค้า โดยจะเป็นการศึกษาวิธีการดำเนินงานของระบบเพื่อเพิ่มความเข้าใจในการพัฒนา การวิเคราะห์ระบบ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิธีการดำเนินการของระบบในส่วนที่พัฒนาปรับแก้เพิ่มเติมมา ซึ่งในวิเคราะห์ และออกแบบระบบ จะมีรายละเอียดผังแผนภาพยูสเคส (use case diagram) เป็นแผนภาพที่ใช้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของระบบที่จะสามารถอธิบายให้เข้าใจได้ว่า ผู้ใช้งานคนไหนสามารถทำอะไรภายในระบบได้บ้าง นอกจากนี้ยังเป็นแผนภาพที่เน้นการอธิบายให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่ายไม่ซับซ้อน อธิบายลักษณะการทำงานดังรูปที่ 1 โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 มอดูลหลัก ดังนี้



รูปที่ 1 แผนภาพยูสเคส

ในการพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้า เป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปโดยได้เลือกใช้โปรแกรม .NET Framework 4 ในการพัฒนารวมถึงมีการใช้สถาปัตยกรรม RESTful API เข้ามาเป็นส่วนช่วยในการพัฒนาระบบ นอกจากนั้นยังมีการเลือกใช้ภาษาต่าง ๆ ที่มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ได้แก่ ภาษา SQL ภาษา C# ภาษา JAVA และ ภาษา XML และยังมีการนำซอฟต์แวร์ต่าง ๆ มาใช้ในการพัฒนา ได้แก่ Visual Studio Code 2010 SQL Server Management Studio ASP.NET Framework DevExpress และ Android Studio

ระบบจัดการคลังสินค้านั้นได้รับการตรวจสอบ และประเมินจากพนักงานคลังสินค้าจำนวน 4 ท่าน หัวหน้างานคลังสินค้าจำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน รวมทั้งสิ้น 8 ท่าน เพื่อให้ทราบว่าระบบสามารถตอบโจทย์ และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากหรือน้อยเพียงใด โดยหัวข้อที่ใช้ในการประเมิน คือ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ความใช้งานง่าย และความมีประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งมีเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่

- 0 หมายถึง ควรปรับปรุง
- 1 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง ดี
- 3 หมายถึง ดีเยี่ยม

ในการประเมินผลการประเมินทางผู้พัฒนาได้ทำการคำนวณคะแนนเฉลี่ย และคะแนนเฉลี่ยรวม หลังจากผู้ประเมินได้ทำการประเมินระบบแล้วจึงสามารถแบ่งเกณฑ์ผลการประเมินได้ 3 ระดับ ดังนี้

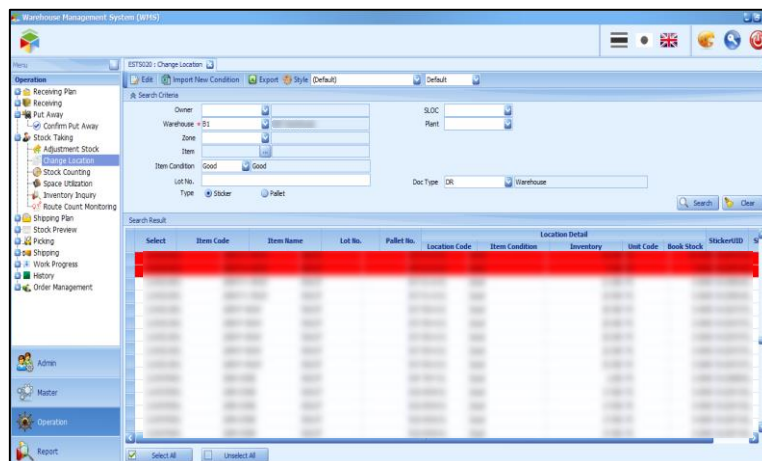
- 0.00 – 1.00 หมายถึง ควรปรับปรุง
- 1.01 – 2.00 หมายถึง ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้แต่ยังมีข้อผิดพลาด
- 2.01 – 3.00 หมายถึง ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ดี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้านั้นในช่วงแรกได้ทำการศึกษา และวิเคราะห์การทำงานในรูปแบบเดิมที่มีอยู่ จากนั้นจึงสามารถออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 มอดูล ซึ่งในทั้ง 4 มอดูลนี้ได้มีการปรับปรุงขั้นตอนในการทำงานที่แตกต่างกันออกไป โดยมอดูลดังกล่าวจะมีรายละเอียด ดังนี้

1. มอดูลเปลี่ยนสถานที่วางสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มอดูลนี้เป็นการแสดงข้อมูลที่ใช้ทำการบันทึกข้อมูลการรับสินค้าต่าง ๆ เข้าสู่ระบบ โดยผู้ใช้งานสามารถทำการส่งออกข้อมูล (export) ออกมาตรวจสอบ หรือบันทึกไฟล์ลงเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อได้ง่าย หน้าจอการเปลี่ยนสถานที่วางสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ จะแสดงดังรูปที่ 2

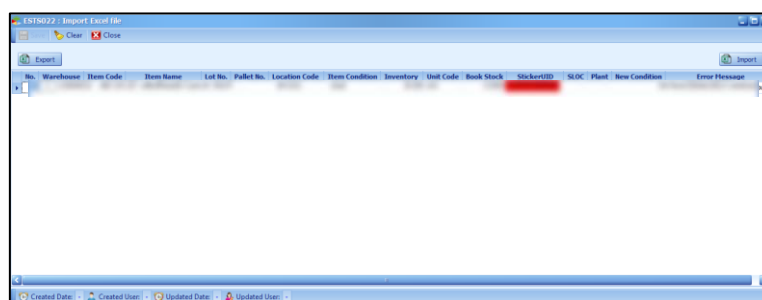
ตัวอย่างรายงานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสินค้าที่ถูกส่งออกมานั้นจะแสดงดังรูปที่ 3 และผู้ใช้นั้นสามารถนำเข้าข้อมูล (import) ได้ เพื่อใช้ในการแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ที่ทำการกรอกผิดพลาด โดยตัวอย่างหน้าจะถูกแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 2 หน้าจอการเปลี่ยนสถานที่วางสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC)

| Warehouse | Item Code | Item Name | Lot No. | Pallet No. | Location Detail | | | | | StickerUID | SLOC | Plant | New Condition |
|-----------|------------|-----------|---------|------------|-----------------|----------------|-----------|-----------|------------|----------------|------|-------|---------------|
| | | | | | Location Code | Item Condition | Inventory | Unit Code | Book Stock | | | | |
| B1 | 1000401203 | ROHS | NOLOT | | B1A-01-A-01 | Damage | 90,000 | PC | 0.0000 | B1220615000070 | | | Good |

รูปที่ 3 ตัวอย่างรายงานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสินค้า



รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้าต่างแสดงผลซ้อนของการนำเข้าข้อมูล

2. มอดูลเปลี่ยนสถานที่วางสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา มอดูลนี้เป็นมอดูลสำหรับการเปลี่ยนสถานที่วางสินค้าที่อยู่บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำงานได้หน้างานโดยตรง และลดข้อผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลใหม่ โดยผู้ใช้ต้องทำการ

กรอกข้อมูลที่แสดงบนหน้าจอทั้งหมดให้ถูกต้อง หรือทำการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา เพื่อช่วยในการกรอกข้อมูลเข้าสู่ระบบได้โดยตรง ซึ่งมีตัวอย่างหน้าจอแสดงดังรูปที่ 5

The screenshot shows a mobile application interface titled "Change". It contains the following fields and information:

- Code: 1000401403
- Lot No.: NOLOT
- Receiving Date: 04/08/2022 16:03
- Expired Date: 04/08/2023
- Condition: Good
- Pallet No.:
- M3: 1.0000
- Status: Good (with a dropdown arrow)
- New Location: (input field)
- New Pallet: (input field)
- Receiving Date: 04/08/2022 16:03
- M3: 1.0000
- Quantity: 500.00 PC
- Remark: (input field)
- Don't change Location / Pallet
- CONFIRM button

รูปที่ 5 หน้าจอ Change

3. มอดูลหยิบสินค้าออกจากคลังสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา เป็นมอดูลที่ใช้ในการหยิบสินค้าออกจากคลังสินค้า ซึ่งอยู่ในกระบวนการขนส่งสินค้าออกจากคลังเก็บสินค้า โดยผู้ใช้งานต้องทำการกรอกข้อมูล หรือสแกนบาร์โค้ด (bar code) ด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา เพื่อเข้าไปยังหน้าจอของการบันทึกข้อมูลการหยิบสินค้า ซึ่งมอดูลนี้จะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานได้โดยตรง เนื่องจากทำการบันทึกสินค้าที่หยิบออกมาจากคลังเก็บสินค้าได้ทันทีที่ทำการหยิบ โดยตัวอย่างหน้าจอจะถูกแสดงดังรูปที่ 6 และดังรูปที่ 7

Picking

Shipment No.: **DN2207312157**

Shipment Date: 31/07/2022

Door:

Picking No.: PK2207316087

DN No.: DN2207312157

Invoice No.: I20220800225

Ship To: **Thailand Center (Thailand) Co., Ltd**

Location: **B1T-02-A-01**

Source Pallet

Scan Source Pallet

SKU Barcode

Scan SKU Barcode

| Pallet | Product Barcode | Sticker UID | Remain |
|--------|-----------------|----------------|--------|
| | 1122812501 | B1220722258835 | 40.0 |
| | 1122812501 | B1220722258835 | 360.0 |
| | 1122812501 | B1220722258837 | 40.0 |
| | 1122812501 | B1220722258837 | 360.0 |

รูปที่ 6 หน้าจอค้นหาข้อมูลการหยิบสินค้า

Picking

ShipmentNo : **DN2207312157**

Location : B1T-02-A-01

Door :

TAG/MAT : 1122812501

Name : **THAILAND CENTER (THAILAND) CO., LTD**

Total Stock : 1600.0

Remain Pick : 360.0

UOM : PC

LOT : NOLOT

Serial :

Dest. Pallet **New**

LOT

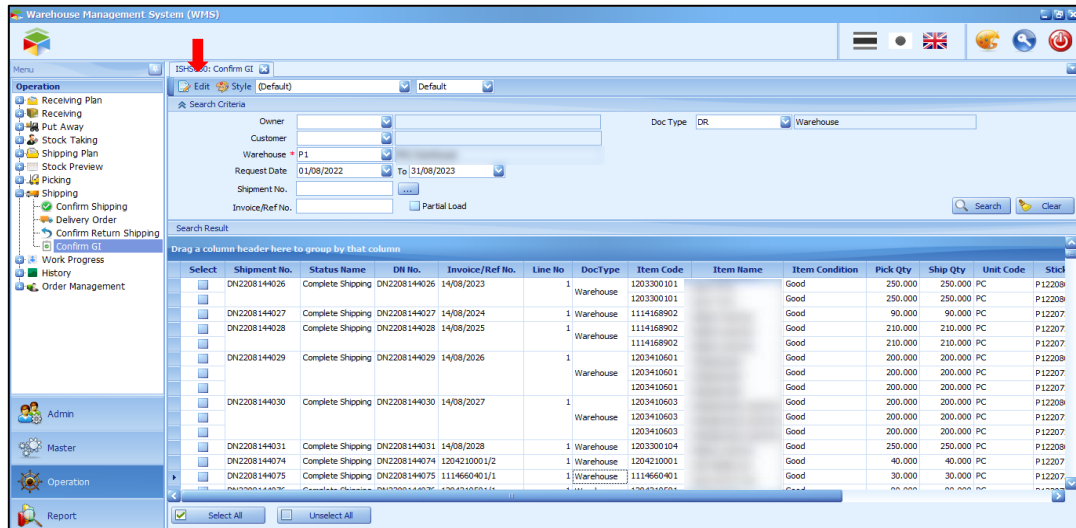
QTY

Save

รูปที่ 7 หน้าจอบันทึกข้อมูลการหยิบสินค้า

4. มอดูลยืนยันการบันทึกการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลังสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ เป็นมอดูลที่ใช้สำหรับยืนยันการบันทึกการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลังเก็บสินค้า โดยผู้ใช้ต้องทำการค้นหาข้อมูลให้เรียบร้อยข้อมูลจึงจะทำการแสดงขึ้นมาบนหน้าจอ นอกจากนี้ผู้ใช้อย่าง

สามารถดปุ่ม “edit” เพื่อทำการแก้ไขข้อมูล “M3” ได้ หลังจากข้อมูลที่ต้องการถูกต้องสมบูรณ์แล้ว นั้น ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดข้อมูลที่ต้องการเพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม SAP ได้ โดยตัวอย่างหน้าจอจะถูก แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ตัวอย่างหน้าต่างแสดงผลซ้อนของการนำเข้าข้อมูล

ทั้งนี้ทางผู้พัฒนาได้ดำเนินการจัดทำการประเมิน โดยสถิติวิธีการใช้งานระบบในแต่ละหน้าจอ และมีการถาม-ตอบตามประเด็นต่าง ๆ จากผู้ประเมิน โดยผลการประเมินระบบจากพนักงานคลังสินค้าจะถูกแสดงดังตารางที่ 1 ผลการประเมินระบบจากหัวหน้างานคลังสินค้าจะถูกแสดงดังตารางที่ 2 และผลการประเมินระบบจากผู้เชี่ยวชาญจะถูกแสดงดังตารางที่ 3 โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินระบบจะถูกแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 1 ผลการประเมินระบบจากพนักงานคลังสินค้า

| หัวข้อการประเมิน | คะแนนจากพนักงาน (คนที่) | | | |
|--|-------------------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้งาน | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2. ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้โดยง่าย | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 3. ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบ | 3 | 3 | 3 | 2 |

ตารางที่ 2 ผลการประเมินระบบจากหัวหน้างานคลังสินค้า

| หัวข้อการประเมิน | คะแนนจากหัวหน้างานคลังสินค้า |
|--|------------------------------|
| 1. ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้งาน | 2 |
| 2. ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้โดยง่าย | 2 |
| 3. ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบ | 3 |

ตารางที่ 3 ผลการประเมินระบบจากผู้เชี่ยวชาญ

| หัวข้อการประเมิน | คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ (คนที่) | | |
|--|------------------------------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1. ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้งาน | 3 | 3 | 3 |
| 2. ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้โดยง่าย | 2 | 3 | 2 |
| 3. ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบ | 3 | 3 | 3 |

ตารางที่ 4 ผลการประเมินระบบโดยรวม

| หัวข้อ | คะแนนเฉลี่ย |
|--|-------------|
| 1. ผลการประเมินระบบจากพนักงานคนที่ 1 | 2.67 |
| 2. ผลการประเมินระบบจากพนักงานคนที่ 2 | 3.00 |
| 3. ผลการประเมินระบบจากพนักงานคนที่ 3 | 2.67 |
| 4. ผลการประเมินระบบจากพนักงานคนที่ 4 | 2.33 |
| 5. ผลการประเมินระบบจากหัวหน้างานคลังสินค้า | 2.33 |
| 6. ผลการประเมินระบบจากผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 | 2.67 |
| 7. ผลการประเมินระบบจากผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 | 3.00 |
| 8. ผลการประเมินระบบจากผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 | 2.67 |
| คะแนนเฉลี่ยรวม | 2.67 |

ดังนั้น จึงสามารถสรุปผลการประเมินได้ว่า การประเมินระบบอยู่ในเกณฑ์สามารถใช้งานได้ดี โดยมีผลคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งสิ้น 2.67/3.00 คะแนน จากผลการประเมินพบว่า ภาพรวมของคะแนนที่ได้รับนั้นอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพึงพอใจเป็นอย่างมากจากผู้ใช้งานเนื่องจากระบบที่ได้ใช้งานนั้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามการทำงานของระบบบางส่วนยังมีความซับซ้อนเกิดขึ้นเมื่อมีการปรับเปลี่ยนไปตามความต้องการ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานระบบจากอุปกรณ์ทั้ง 2 อุปกรณ์ ได้แก่ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา เห็นได้จากผลประเมินในหัวข้อผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้โดยง่าย ทั้งนี้จากภาพรวมที่ได้รับจากการประเมินพบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง “อิทธิพลของเทคโนโลยีต่อประสิทธิภาพการบริหารจัดการคลังสินค้าในธุรกิจค้าปลีกสมัยใหม่” (สุภา จิรวัฒนานนท์, 2563)

สรุปผล

จากการพัฒนา ผู้พัฒนาได้ทำการพัฒนา และปรับปรุงระบบจัดการคลังสินค้าที่เคยมีอยู่ แต่เดิมให้ระบบเกิดเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ลูกค้า หรือผู้ใช้งานระบบเพิ่มเติมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในระยะเวลา 3 เดือน โดยตลอดระยะเวลาทั้งหมดที่ทำการพัฒนาเพิ่มเติมมานั้นประกอบไปด้วยมอดูลต่าง ๆ จำนวน 4 มอดูล ได้แก่ มอดูลเปลี่ยนสถานที่วางสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มอดูลเปลี่ยนสถานที่วางสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา มอดูลหยิบสินค้าออกจากคลังสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา และมอดูลยืนยันการบันทึกการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลังสินค้าบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ โดยใช้ภาษา C# ภาษา JAVA ภาษา XML โปรแกรม .NET Framework สถาปัตยกรรม RESTful- API สำหรับพัฒนาระบบ และใช้ MySQL สำหรับจัดการฐานข้อมูล การพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้านั้น ผู้พัฒนาได้ประยุกต์ความรู้จากการศึกษามาใช้ ระบบจัดการสินค้านี้ได้ทำการพัฒนาได้แล้วเสร็จ ดำเนินการตรวจสอบจนถึงได้ทำการดำเนินการส่งมอบงานให้แก่ลูกค้า หรือผู้ใช้งานเรียบร้อยแล้ว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นนั้นได้ทำการวัดมาจากแบบประเมินความพึงพอใจ ในการใช้งานระบบของผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถสรุปผลการประเมินได้ว่า จากการประเมินผลการใช้งานของระบบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 8 ท่าน ผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ดี โดยมีผลคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งสิ้น 2.67/3.00 คะแนน พร้อมทั้งได้รับผลตอบรับว่าสามารถช่วยลดข้อผิดพลาดในการกรอกข้อมูล ประหยัดระยะเวลาในการดำเนินงาน รวมถึงลดความยุ่งยากของการทำงานแบบเดิมลงไปได้

จากการพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้าในด้านของผู้พัฒนาได้รับทั้งประโยชน์และประสบการณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ผู้พัฒนายังได้รับความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาระบบจัดการ

ที่เกี่ยวกับคลังสินค้า รู้จักการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าในการส่งมอบงาน ได้รู้จักข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้าเพิ่มขึ้น และได้รู้จักเครื่องมือใหม่ ๆ ที่สามารถนำมาปรับใช้ได้ในอนาคต ในด้านของผู้ใช้ระบบได้รับซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพ และช่วยลดทรัพยากรในหลาย ๆ ด้านลงจากการใช้ซอฟต์แวร์นี้

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบในปัจจุบัน เป็นการพัฒนาเพิ่มเติมในบางส่วนที่ผู้พัฒนา และผู้ใช้งานระบบ เล็งเห็นว่าไม่ตอบโจทย์ในการทำงานภายในคลังสินค้าได้อย่างดีเพียงเท่านั้น ในอนาคตจึงอาจมีส่วนอื่นที่ต้องพัฒนาเพิ่มขึ้น เพื่อลดความซับซ้อนลง หรือประเด็นอื่น ๆ ซึ่งสามารถที่จะพัฒนาต่อไปได้ ดังนี้

1. ปรับปรุงความสวยงามของหน้าจอระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจการทำงานต่าง ๆ ภายในระบบได้มากยิ่งขึ้น
2. ปรับปรุงกระบวนการพัฒนาโปรแกรม ให้มีการประมวลผลการทำงานในส่วนต่าง ๆ ได้รวดเร็ว เพื่อประสบการณ์ที่ดีของผู้ใช้งาน
3. ปรับเปลี่ยนพื้นที่จัดเก็บข้อมูลของระบบให้อยู่บนคลาวด์ เพื่อลดพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลลง
4. ปรับเพิ่มในส่วนของคุณภาพความปลอดภัยระบบ เพื่อป้องกันการรั่วไหลของข้อมูล
5. ปรับปรุงกระบวนการแก้ไขข้อมูลที่สำคัญ เช่น ทำการเก็บข้อมูลผู้แก้ไข เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท ซี.เอส.ไอ. (ประเทศไทย) จำกัด สำหรับหัวข้อในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

สุภา จิรวัฒนานนท์. (2563). อิทธิพลของเทคโนโลยีต่อประสิทธิภาพการบริหารจัดการคลังสินค้า

ในธุรกิจค้าปลีกสมัยใหม่. วารสารเกษมบัณฑิต, 20(2), หน้า 45-53.

Stechies. (2021). SAP Full Form & Definition of SAP ERP Software. Retrieved

December 21, 2022, from <https://www.stechies.com/u-mean-sap/>.

การวิเคราะห์ความเสี่ยงที่จะเสียชีวิตในเส้นทางการเดินทางจากอุบัติเหตุจราจรทางบก โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล

Analysis of the risk of death in road traffic accidents using data mining techniques

ภัณฑิรา มาติยา^{1*} ภูมรัตน์ อยู่สุข² และสุภาพร บรรดาศักดิ์^{3*}

Puntira Matiya¹ Poommarat Yoosuk² and Supaporn Bundasak^{3*}

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่จะเสียชีวิต เพื่อทำการเปรียบเทียบความเหมาะสมของตัวพยากรณ์กับข้อมูลที่น่ามาวิจัย และเพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ ส่งเสริมให้อัตราการเสียชีวิตลดลง โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากระบบรายงานข้อมูลอุบัติเหตุของกระทรวงคมนาคม ใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ตั้งแต่วันที่ 13 เมษายน 2564 - 31 มีนาคม 2565 จำนวน 20 แอดทรีบิวต์ จำนวนข้อมูล 12,500 ข้อมูล โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลทั้งหมด 4 โมเดล ได้แก่ การเรียนรู้แบบต้นไม้ตัดสินใจ วิธีการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย วิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าเทคนิคที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุดคือวิธีการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 75%

คำสำคัญ : อุบัติเหตุ การจราจรทางบก เหมืองข้อมูล พยากรณ์

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the risk of death to compare the appropriateness of the predictor with the research data and to be a guideline for accident prevention to encourage the death rate to decrease. By collecting data from the accident reporting system of the Ministry of Transport, data for analysis from

^{1,2,3} สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

* ผู้ประสานงานหลัก

13 April 2021 - 31 March 2022 20 features 12,500 data were used. By using four models of data mining techniques, which were decision tree, Naïve Bayes, K-nearest neighbors, and support vector machine. The results showed that the most suitable technique for information was the Naïve Bayes with 75%

Keywords : accidents, road traffic, data mining, forecasting

บทนำ

ข้อมูลจากกลุ่มสถิติการขนส่งของแผนงานกรมการขนส่งทางบก ด้วยความอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักงานตำรวจแห่งชาติ จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุจราจรทางบกทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2564 มีผู้ที่ได้รับบาดเจ็บและเสียชีวิตจำนวน 59,909 ราย เฉลี่ยเดือนละ 4,992 ราย เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 2.55 เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2563 หากจำแนกตามสถิติผู้ที่เสียชีวิตจากการเกิดอุบัติเหตุมีจำนวน 6,024 ราย คิดเป็นร้อยละ 10.05 มีผู้ที่ได้รับความเสียหายจากการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุดในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 โดยผู้ที่ได้รับความเสียหายมีจำนวน 7,360 ราย เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 36.22 เมื่อทำการจำแนกตามสถิติผู้ที่ได้รับความเสียหายจากการเกิดอุบัติเหตุเป็นรายภาคพบว่า ส่วนกลาง (กรุงเทพมหานคร) มีจำนวน 15,615 ราย คิดเป็นร้อยละ 26.06 ในส่วนภูมิภาคมีจำนวน 44,294 ราย (ร้อยละ 73.94) ภาคที่มีผู้ได้รับความเสียหายมากที่สุดคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวน 19,469 ราย คิดเป็นร้อยละ 43.95 รองลงมาคือภาคใต้ มีจำนวน 7,813 ราย คิดเป็นร้อยละ 17.64 และภาคเหนือ มีจำนวน 7,145 ราย คิดเป็นร้อยละ 16.13 ผู้จัดทำนำข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุจากระบบรายงานข้อมูลอุบัติเหตุของกระทรวงคมนาคม (transport accident management systems: TRAMS) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม, 2565) ตั้งแต่วันที่ 13 เมษายน พ.ศ. 2564 - 31 มีนาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 20 แอตทริบิวต์ จำนวนข้อมูล 12,500 ข้อมูล โดยจำแนกตามเวลาที่เกิดเหตุ จังหวัด อำเภอ ตำบล ประเภทรถ สภาพอากาศ ผู้เสียชีวิต โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล ทั้งหมด 4 โมเดล ได้แก่ การเรียนรู้แบบต้นไม้ตัดสินใจ วิธีการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย วิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาความเสี่ยงที่จะเสียชีวิตจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรทางบก นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาคาดการณ์ความรุนแรงที่เกิดขึ้นจากการเกิดอุบัติเหตุ และสำหรับผู้ที่มีความสนใจหรือทำการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับอุบัติเหตุจราจรสามารถนำไปประกอบการตัดสินใจในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

โดยผู้วิจัยได้มีการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับเหมืองข้อมูลและกระบวนการขุดเหมืองเพื่อช่วยให้ผู้วิเคราะห์คาดการณ์แนวโน้มในอนาคต นำหลักการของกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM มาประยุกต์ใช้กับการทำเหมืองข้อมูล ศึกษาทฤษฎีของเทคนิคเหมืองข้อมูลที่นำมาใช้ทั้ง 4 โมเดล อีกทั้งยังได้มีการศึกษางานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ จากปัญหาการเกิดอุบัติเหตุจากรถทางบกที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยต่อประชากรรวมไปถึงความเสียหายต่อเส้นทางที่ใช้ในการสัญจร การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่จะเสียชีวิต เพื่อทำการเปรียบเทียบความเหมาะสมของตัวพยากรณ์กับข้อมูลที่นำมาวิจัย และเพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ ส่งเสริมให้อัตราการเสียชีวิตลดลง

ศราวุธ แดงมาก (2560) ได้กล่าวไว้ว่า การทำเหมืองข้อมูลเป็นการเรียงเรียงชุดข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อระบุรูปแบบความสัมพันธ์ มีเทคนิคและเครื่องมือต่างๆในการทำเหมืองข้อมูล เพื่อช่วยให้ผู้วิเคราะห์คาดการณ์แนวโน้มในอนาคต เป็นสิ่งที่จะช่วยในการตัดสินใจอย่างมีข้อมูลมากขึ้น กระบวนการขุดเหมืองข้อมูลมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกข้อมูล (data) ที่จะนำมาทำเป็นข้อมูลเป้าหมาย เพื่อใช้ในการทำเหมืองข้อมูลจากฐานข้อมูลหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ
2. ข้อมูลเป้าหมาย (target data) ส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลที่มีรูปแบบชัดเจน เช่น อายุ เพศ วันเดือนปีเกิด เป็นต้น
3. การเตรียมข้อมูล (preprocessed data) ทำการสำรวจข้อมูล ปรับปรุงข้อมูล ล้างข้อมูลที่มีความผิดพลาด
4. การแปลงข้อมูล (transformed data) เพื่อลดการกระจายของข้อมูลให้เหมาะกับการวิเคราะห์
5. รูปแบบของข้อมูล (patterns) อาศัยการทำเหมืองข้อมูลในลักษณะต่างๆ โดยใช้โปรแกรม Weka ในการวิเคราะห์ข้อมูล
6. การนำเสนอผลลัพธ์หรือความรู้ใหม่ (knowledge) ที่ค้นพบได้จากการทำเหมืองข้อมูล หรือนำข้อมูลไปพัฒนาต่อได้

นคร ละลอกน้ำ (2562) ได้กล่าวถึงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM ไว้ดังต่อไปนี้ CRISP-DM เป็นคำที่ มาจากคำว่า cross-industry standard process for data mining เป็นแนวทางในการทำเหมืองข้อมูล เป็นขั้นตอนการทำงานที่ต่อเนื่องกัน ขั้นตอนถัดไปจะรอผลลัพธ์จากขั้นตอนก่อนหน้า ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. การทำความเข้าใจปัญหา (business understanding) กำหนดวัตถุประสงค์ในมุมมองทางธุรกิจ

2. การรวบรวมข้อมูล (data understanding) การทำความเข้าใจข้อมูล ตรวจสอบคุณภาพข้อมูลเพื่อหาข้อมูลที่เหมาะสมกับโจทย์ที่จะนำไปวิเคราะห์
3. การเตรียมข้อมูล (data preparation) แปลงข้อมูลให้มีความถูกต้อง (cleaning data) โดยการลบข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ มีความผิดพลาด ให้สามารถนำไปวิเคราะห์ได้
4. การเลือกเทคนิคต่าง ๆ (modeling) และทดลองสร้างแบบจำลองหลากหลายรูปแบบ เพื่อให้ได้มาซึ่งแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา
5. การวัดประสิทธิภาพ (evaluation) ของผลลัพธ์จากการทดลองสร้างแบบจำลองหลากหลายรูปแบบ
6. การนำแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดไปใช้งาน (deployment) เพื่อวิเคราะห์ คาดการณ์ หรือแก้ปัญหาตามที่ผู้วิเคราะห์ต้องการ

ภัทริรา สุวรรณโค, นิตาชล จำนงศรี และจิตติมนต์ อังสกุล (2560) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองพยากรณ์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุทางถนนเฉพาะในช่วงเทศกาลปีใหม่ โดยใช้ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2551 - พ.ศ. 2558 จำนวน 214,952 ข้อมูล ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ 10 แอตทริบิวต์ จากข้อมูลของแอตทริบิวต์ จุดเกิดเหตุ สามารถจำแนกได้เป็น 4 คลาส คือ ไม่ทราบ จุดเกิดเหตุมีอัตราส่วนเท่ากับ 2.43 เกิดเหตุในเมือง มีอัตราส่วนเท่ากับ 16.96 เกิดเหตุบนทางหลวง มีอัตราส่วนเท่ากับ 24.62 เกิดเหตุในชนบทมีอัตราส่วนเท่ากับ 41.46 ผู้วิจัยใช้หลักการแยกด้วยวิธีการ 10 - fold cross validation เลือกเทคนิค 3 เทคนิคมาประกอบการวิจัย ดังนี้ 1) Naive Bayes 2) multilayer perceptron 3) meta bagging เมื่อสร้างแบบจำลองพยากรณ์ความเสี่ยงแล้ว ผู้วิจัยทำการวัดประสิทธิภาพโดยวัดค่าความถ่วงดุลและพื้นที่ใต้เส้นกราฟ ROC(AUC) ของแบบจำลองพยากรณ์ ผลสรุปว่าเทคนิค meta bagging มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป เนื่องจากมีค่าประสิทธิภาพมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 77.3

อิชาม อาแว และคณะ (2565) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนสมาชิกครอบครัวจากชุมชนในพื้นที่จุดเสี่ยงและผู้ใช้รถจักรยานยนต์จำนวน 30 คน โดยใช้ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2563 - 2564 เก็บข้อมูลโดยการสนทนาและการสังเกต เครื่องมือในการวิจัยคือ แบบสัมภาษณ์ แบบประเมินพฤติกรรม จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังทำแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่าปี พ.ศ. 2564 อัตราการบาดเจ็บของชุมชนคือ 102 คนหรือลดลงร้อยละ 7.53 จากปี พ.ศ. 2563 ซึ่งมีอัตราการบาดเจ็บ 197 คน และคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการรับรู้และป้องกันอุบัติเหตุทางสถิติ หลังทำแบบสอบถามคือ ($t = -10.04, p < .001$) ซึ่งสูงกว่าก่อนพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญ

Gupta, Solanki, Singh, and García-Díaz (2018) ได้ทำการรวบรวมงานวิจัยการวิเคราะห์ปัญหาความรุนแรงของอุบัติเหตุทางจราจรด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล พบว่ามีการนำเทคนิคเหมือง

ข้อมูลมาใช้ในการวิจัยตั้งแต่ ปี 1971 เป็นต้นมา เทคนิควิธีที่ใช้ได้แก่ K-mean algorithm K-modes clustering Naïve Bayes Bayesian classifier decision tree ANN ARM DT C-means C4.5 C-RT CS-MS4 Decision List และID3

Husin, Afdzal, Azmi, and Hamadi (2021) ได้ทำการรวบรวมชุดข้อมูลจำนวนอุบัติเหตุทางถนนของประเทศมาเลเซีย นำข้อมูลมาจาก Polis Diraja Malaysia (PDRM) มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพยากรณ์และคาดการณ์แนวโน้มของกรณีอุบัติเหตุทางถนน โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2544 - ธันวาคม พ.ศ. 2562 ผู้วิจัยนำแบบจำลอง Box-Jenkins และ State space มาประกอบการวิเคราะห์จากผลการศึกษาพบว่า การคาดการณ์ล่วงหน้าในอีก 10 ปีข้างหน้าตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 - ธันวาคม พ.ศ. 2573 มีแนวโน้มการเกิดอุบัติเหตุคงที่

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้เริ่มดำเนินการวิจัยโดยนำทฤษฎีและงานวิจัยที่ได้ศึกษามาปรับใช้กับงานวิจัยในครั้งนี้

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานในการสร้างโมเดลการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่จะเสียชีวิตในเส้นทางการเดินทางจากอุบัติเหตุจราจรทางบก โดยนำกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM มาประยุกต์ใช้ ดังนี้

1. ปัญหาที่พบและการทำความเข้าใจปัญหา

ทำความเข้าใจปัญหาด้านความเสี่ยงที่จะเสียชีวิตในเส้นทางการเดินทางจากอุบัติเหตุจราจรทางบก เช่น ปัญหาในเรื่องลักษณะหรือเส้นทางการจราจร สาเหตุ มูลเหตุสันนิษฐานจากการเกิดอุบัติเหตุจราจร สภาพอากาศขณะเกิดอุบัติเหตุ ช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ สถานที่ที่เกิดอุบัติเหตุ รถที่เกิดอุบัติเหตุ

2. ทำความเข้าใจข้อมูล

มีการรวบรวมข้อมูลจากระบบรายงานข้อมูลอุบัติเหตุของกระทรวงคมนาคม (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม, 2565) ใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ตั้งแต่วันที่ 13 เมษายน พ.ศ. 2564 - 31 มีนาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 20 แอตทริบิวต์ จำนวนข้อมูล 12,500 ข้อมูล นำมาใช้จริงจำนวน 7 แอตทริบิวต์ จำนวนข้อมูล 9,350 ข้อมูล ได้แก่ เวลาที่เกิดเหตุ จังหวัด อำเภอ ตำบล รถที่เกิดอุบัติเหตุ สภาพอากาศ และมีผู้เสียชีวิตใช่หรือไม่ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ใช้สำหรับงานวิจัย

| | |
|-------------|---------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | รายละเอียด |
| Time | เวลาที่เกิดเหตุ |
| Province | จังหวัด |
| District | อำเภอ |
| Subdistrict | ตำบล |
| Cars | รถที่เกิดอุบัติเหตุ |
| Climate | สภาพอากาศ |
| Die | เสียชีวิตหรือไม่เสียชีวิต |

3. การเตรียมข้อมูล

จัดเตรียมข้อมูลอุบัติเหตุที่รวบรวมมาจากกระบบรายงานข้อมูลอุบัติเหตุของกระทรวงคมนาคม (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม, 2565) ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ในโปรแกรม Weka 3.9.6 ดังรูปที่ 1 และ 2

- การแปลงข้อมูล จากข้อมูลที่ทำกรรวบรวมมา ซึ่งข้อมูลที่ได้มาเป็นภาษาไทย จึงต้องทำการแปลงข้อมูลให้เป็นภาษาอังกฤษให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบที่โปรแกรม Weka สามารถวิเคราะห์ได้

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|-------|----------------|------|-------------|------------|---------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------|
| 1 | ลำดับ | วันที่เกิดเหตุ | เวลา | จังหวัด | อำเภอ | ตำบล | รถคันที่ 1 | บริเวณที่เกิดเหตุ/ลักษณะทาง | จำนวนทาง |
| 2 | 3 | 1/1/2022 | 0:03 | ชุมพร | ThaSae | NaKratam | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 3 | 4 | 1/1/2022 | 0:05 | ภูเก็ต | Kathu | Kamala | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 4 | 5 | 1/1/2022 | 0:05 | อุดรธานี | MueangUd | NongKhonKwang | รถปิคอัพบรรทุก 4 ล้อ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 5 | 7 | 1/1/2022 | 0:08 | อยุธยา | BangPa-in | BanPho | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 6 | 8 | 1/1/2022 | 0:10 | อุทัยธานี | LanSak | Rabam | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 7 | 11 | 1/1/2022 | 0:20 | นครราชสีมา | KhamThali | PongDaeng | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 8 | 13 | 1/1/2022 | 0:25 | เชียงใหม่ | WiangHaei | MueangHaeng | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 9 | 14 | 1/1/2022 | 0:25 | ชัยนาท | Sankhabur | DongKhon | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 10 | 15 | 1/1/2022 | 0:30 | ลำปาง | HangChat | WiangTan | รถบรรทุกมากกว่า 6 ล้อ ไม่เกิน 10 ล้อ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 11 | 16 | 1/1/2022 | 0:30 | พิษณุโลก | MueangPh | BanKuang | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 12 | 17 | 1/1/2022 | 0:30 | นครราชสีมา | MueangNa | KhokKruat | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 13 | 18 | 1/1/2022 | 0:30 | นิงกาฬ | Seka | Seka | รถบรรทุกมากกว่า 10 ล้อ (รถพ่วง) | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 14 | 19 | 1/1/2022 | 0:30 | สมุทรสงคราม | MueangSa | BangKaeo | รถบรรทุกมากกว่า 6 ล้อ ไม่เกิน 10 ล้อ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 15 | 21 | 1/1/2022 | 0:30 | สุพรรณบุรี | Phichai | BanKhon | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 16 | 22 | 1/1/2022 | 0:40 | สุพรรณบุรี | NongYaSal | NongKham | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 17 | 23 | 1/1/2022 | 1:00 | หนองบัวลำภู | MueangNc | NaMaFueang | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 18 | 24 | 1/1/2022 | 1:00 | นนทบุรี | PakKret | BanMal | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 19 | 25 | 1/1/2022 | 1:00 | เพชรบุรี | Cha-am | Cha-am | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 20 | 29 | 1/1/2022 | 1:20 | อ่างทอง | PaMok | Ekkarat | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 21 | 30 | 1/1/2022 | 1:20 | นครราชสีมา | ThungSon | NongHong | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 22 | 31 | 1/1/2022 | 1:22 | สระบุรี | Phunphin | Maluan | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 23 | 32 | 1/1/2022 | 1:30 | สระบุรี | PhraPhutti | PhuKhang | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 24 | 34 | 1/1/2022 | 1:30 | เชียงใหม่ | MueangCh | TheSala | รถปิคอัพบรรทุก 4 ล้อ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 25 | 35 | 1/1/2022 | 1:30 | สุพรรณบุรี | SongPhiNc | SongPhiNong | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 26 | 36 | 1/1/2022 | 1:35 | ชัยนาท | MueangCh | BanLuai | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 27 | 37 | 1/1/2022 | 1:38 | สระบุรี | Phunphin | Phunphin | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 28 | 38 | 1/1/2022 | 1:40 | อุดรธานี | BanPhue | KhueaNam | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 29 | 39 | 1/1/2022 | 1:40 | สุพรรณบุรี | BangPlaMe | Takha | รถจักรยานยนต์ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 30 | 42 | 1/1/2022 | 2:00 | ขอนแก่น | MueangKh | KhonKaen | รถปิคอัพบรรทุก 4 ล้อ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |
| 31 | 43 | 1/1/2022 | 2:00 | นครราชสีมา | NonSung | DonChomphu | รถโดยสารขนาดใหญ่ | ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน | 7681 |

รูปที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลก่อนการทำความสะอาดข้อมูล

- คัดข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ออก ได้แก่ ข้อมูลที่ไม่ทราบค่า ข้อมูลที่กรอกว่าอื่น ๆ ข้อมูลที่บันทึกไม่ครบทั้งแถวข้อมูล และทำการทำความสะอาดข้อมูล โดยกำจัดค่าที่เป็น outlier หรือข้อมูลที่มีค่าว่าง

- การแปลงนามสกุลของไฟล์ หลังจากทำการทำความสะอาดข้อมูลแล้ว ทำการแปลงนามสกุลของไฟล์ให้เป็น .csv เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรม Weka สามารถวิเคราะห์ให้ได้

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|------|----------|----------|-------------|------|----------|-----|---|---|
| 1 | time | province | district | subdistrict | cars | climate | die | | |
| 2 | t2 | p12 | d1 | s1 | car1 | climate1 | yes | | |
| 3 | t2 | p42 | d2 | s2 | car2 | climate1 | no | | |
| 4 | t2 | p74 | d3 | s3 | car3 | climate1 | no | | |
| 5 | t2 | p33 | d4 | s4 | car1 | climate1 | no | | |
| 6 | t2 | p76 | d5 | s5 | car2 | climate1 | no | | |
| 7 | t2 | p21 | d6 | s6 | car2 | climate1 | no | | |
| 8 | t2 | p14 | d7 | s7 | car2 | climate1 | no | | |
| 9 | t2 | p10 | d8 | s8 | car2 | climate1 | no | | |
| 10 | t2 | p53 | d9 | s9 | car5 | climate1 | no | | |
| 11 | t2 | p38 | d10 | s10 | car1 | climate1 | no | | |
| 12 | t2 | p21 | d11 | s11 | car2 | climate1 | yes | | |
| 13 | t2 | p27 | d12 | s12 | car6 | climate1 | no | | |
| 14 | t2 | p61 | d13 | s13 | car5 | climate1 | no | | |
| 15 | t2 | p75 | d14 | s14 | car2 | climate1 | no | | |
| 16 | t2 | p67 | d15 | s15 | car2 | climate1 | no | | |
| 17 | t2 | p71 | d16 | s16 | car1 | climate1 | no | | |
| 18 | t2 | p24 | d17 | s17 | car1 | climate1 | no | | |
| 19 | t2 | p39 | d18 | s18 | car1 | climate1 | no | | |
| 20 | t2 | p72 | d19 | s19 | car1 | climate1 | no | | |

รูปที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลหลังการทำความสะอาดข้อมูล

4. สร้างแบบจำลองวิเคราะห์ข้อมูล

กระบวนการในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรม Weka จากข้อมูลที่ผ่านมา การทำความสะอาดแล้วได้ 9,350 ข้อมูล จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ชุดข้อมูลฝึกฝน (training Set) จำนวน 9,250 ข้อมูล และชุดข้อมูลทดสอบ (test set) จำนวน 100 ข้อมูลเพื่อเอาไว้วัดประสิทธิภาพความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ที่นำมาใช้ โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ทั้งหมด 4 โมเดล ได้แก่

- การเรียนรู้แบบต้นไม้ตัดสินใจ (decision tree)
- วิธีการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes)
- วิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-nearest neighbors)
- ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (support vector machine)

5. การประเมินผลลัพธ์

การวัดประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ในรายงานฉบับนี้ประกอบด้วยค่าความถูกต้อง และค่าประสิทธิภาพ โดยทำการวัดประสิทธิภาพหลายครั้งเพื่อหาค่าที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุด ก่อนที่จะนำผลลัพธ์ไปใช้

6. นำผลลัพธ์ไปใช้

นำผลการวิเคราะห์จากตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 4 โมเดลมาจัดทำเป็นตาราง และกราฟแท่ง นำข้อมูลจำนวนผู้เสียชีวิตมาสร้างแผนที่ (map chart) โดยการนำตาราง การทำกราฟแท่ง และการสร้างแผนที่ทำให้ง่ายต่อการดูภาพรวมของผลลัพธ์และผลสรุปของการวิเคราะห์ข้อมูล

- การทำตาราง สร้างตารางนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Power Point นำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 4 โมเดล นำมาจัดทำเป็นตาราง เพื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องและค่าประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์

- การทำกราฟแท่ง สร้างกราฟแท่งนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft office Excel นำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 4 โมเดล นำมาทำเป็นกราฟแท่งเพื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องและค่าประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์

- การสร้างแผนที่ สร้างแผนที่ด้วยโปรแกรม Microsoft Power BI โดยนำข้อมูลจำนวนผู้เสียชีวิตมาเปรียบเทียบกับสถานที่ที่เกิดอุบัติเหตุในแต่ละจุดทั่วประเทศจากระบบรายงานข้อมูลอุบัติเหตุของกระทรวงคมนาคม โดยเป็นข้อมูลที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วได้ 9,350 ข้อมูล นำมาสร้างแผนที่ เพื่อแสดงจุดที่เกิดอุบัติเหตุรวมถึงจำนวนผู้เสียชีวิตในแต่ละจุด ช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ สภาพอากาศขณะเกิดอุบัติเหตุ ประเภทรถที่เกิดอุบัติเหตุ มูลเหตุสันนิษฐานจากการเกิดอุบัติเหตุ ลักษณะทางที่เกิดอุบัติเหตุและลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

สร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Weka 3.9.6 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบต้นไม้ตัดสินใจ วิธีการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย วิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทำ class balancer ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นใช้เทคนิค 10 - fold cross validation เพื่อหาค่าตอบที่ดีที่สุด

1. การเรียนรู้แบบต้นไม้ตัดสินใจ

นำชุดข้อมูลฝึกฝนเข้าสู่โปรแกรม Weka จากนั้นใช้ model tree.J 48 ในการวิเคราะห์ มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 54.2575% ดังรูปที่ 3 และ 4

```

=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===

Correctly Classified Instances 5018.8189      54.2575 %
Incorrectly Classified Instances 4231.1811      45.7425 %
Kappa statistic 0.0852
Mean absolute error 0.4586
Root mean squared error 0.6149
Relative absolute error 91.7239 %
Root relative squared error 122.9796 %
Total Number of Instances 9250

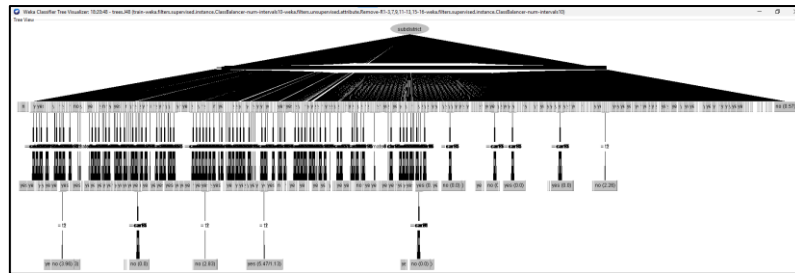
=== Detailed Accuracy By Class ===

          TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  MCC  ROC Area  PRC Area  Class
          0.364    0.279    0.566    0.364    0.443    0.091  0.558    0.550    yes
          0.721    0.636    0.531    0.721    0.612    0.091  0.558    0.536    no
Weighted Avg.  0.543    0.457    0.549    0.543    0.528    0.091  0.558    0.543

=== Confusion Matrix ===
      a    b    <-- Classified as
1684.98 2940.02 |    a = yes
1291.16 3333.84 |    b = no

```

รูปที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบต้นไม้ตัดสินใจ



รูปที่ 4 แผนภาพการเรียนรู้แบบต้นไม้ตัดสินใจ

ยกตัวอย่างการอธิบายกฎการจำแนก If-Then ได้ 5 ข้อ ดังนี้

- If subdistrict = s565 And cars = car2 Then Yes

อธิบายผล : ถ้าเป็นตำบล/แขวงช่วงเปา และรถที่เกิดอุบัติเหตุเป็นรถจักรยานยนต์

คำตอบคือเสียชีวิต

- If subdistrict = s565 And cars = car3 And time = t2 Then Yes

อธิบายผล : ถ้าเป็นตำบล/แขวงช่วงเปา และรถที่เกิดอุบัติเหตุเป็นรถบรรทุก 4 ล้อ และเวลาที่เกิดอุบัติเหตุเป็นช่วงเวลากลางคืน คำตอบคือเสียชีวิต

- If subdistrict = s90 And cars = car1 And time = t2 Then Yes

อธิบายผล : ถ้าเป็นตำบล/แขวงศาลาธรรมสพน์ และรถที่เกิดอุบัติเหตุเป็นรถรถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะและเวลาที่เกิดอุบัติเหตุเป็นช่วงเวลากลางคืน คำตอบคือเสียชีวิต

- If subdistrict = s308 And climate = climate1 Then Yes

อธิบายผล : ถ้าเป็นตำบล/แขวงลาดสวาย และสภาพอากาศขณะที่เกิดอุบัติเหตุเป็นอากาศมีดครึ้ม คำตอบคือเสียชีวิต

- If subdistrict = s1344 And climate = climate6 Then Yes

อธิบายผล : ถ้าเป็นตำบล/แขวงหนองไผ่แก้ว และสภาพอากาศขณะที่เกิดอุบัติเหตุ เป็นภัยธรรมชาติ เช่น พายุ น้ำท่วม คำตอบคือเสียชีวิต

2. วิธีการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย

นำข้อมูล Training Set เข้าสู่โปรแกรม Weka จากนั้นใช้ Naïve Bayes ในการวิเคราะห์ มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 63.777% ดังรูปที่ 5

```

=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===
Correctly Classified Instances      5899.3756          63.777 %
Incorrectly Classified Instances    3350.6244          36.223 %
Kappa statistic                    0.2755
Mean absolute error                 0.3691
Root mean squared error             0.5096
Relative absolute error             77.8284 %
Root relative squared error         101.9131 %
Total Number of Instances          9250

=== Detailed Accuracy By Class ===
                TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                -----  -----  -
Weighted Avg.   0.638   0.362   0.642     0.638   0.635     0.280   0.693     0.686
                -----  -----  -

=== Confusion Matrix ===
      a    b    <-- classified as
2536.19 2089.85 |    a = yes
1261.77 3363.23 |    b = no
  
```

รูปที่ 5 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิควิธีการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย

3. วิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

นำชุดข้อมูลฝึกฝนเข้าสู่โปรแกรม Weka จากนั้นใช้ Lazy เลือก LBk เลือก K ที่ดีที่สุดในที่นี้ K ที่ดีที่สุดคือ K-19 ในการวิเคราะห์ มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 65.3525% ดังรูปที่ 6

```

=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===
Correctly Classified Instances      6045.1102          65.3525 %
Incorrectly Classified Instances    3204.8898          34.6475 %
Kappa statistic                    0.3071
Mean absolute error                 0.4139
Root mean squared error             0.466
Relative absolute error             82.783 %
Root relative squared error         93.2098 %
Total Number of Instances          9250

=== Detailed Accuracy By Class ===
                TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                -----  -----  -
Weighted Avg.   0.654   0.346   0.659     0.654   0.651     0.312   0.718     0.712
                -----  -----  -

=== Confusion Matrix ===
      a    b    <-- classified as
2592.61 2032.39 |    a = yes
1172.5   3452.5  |    b = no
  
```

รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิควิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

4. ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

นำชุดข้อมูลฝึกฝนเข้าสู่โปรแกรม Weka จากนั้นใช้ function เลือก SMO เลือก calibrator เป็น logistic แล้วเลือก kernel เป็น PolyKernel ในการวิเคราะห์หาค่าความถูกต้องเท่ากับ 63.2930% ดังรูปที่ 7

```

Classifier output
Time taken to build model: 499.33 seconds

=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===
Correctly Classified Instances      4781.7856      63.293 %
Incorrectly Classified Instances    2773.2144      36.707 %
Kappa statistic                     0.2659
Mean absolute error                 0.3671
Root mean squared error             0.6059
Relative absolute error             73.414 %
Root relative squared error        121.1725 %
Total Number of Instances          7555

=== Detailed Accuracy By Class ===
               TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  MDC     ROC Area  FRC Area  Class
0.457   0.192   0.705   0.457   0.555   0.284   0.633   0.594   Yes
0.808   0.543   0.598   0.808   0.688   0.284   0.633   0.580   No
Weighted Avg.   0.633   0.367   0.652   0.633   0.621   0.284   0.633   0.587

=== Confusion Matrix ===
  a  b  <-- classified as
1728 2050 |  a = Yes
 724 3054 |  b = No

```

รูปที่ 7 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์แล้ว จึงนำตัวแบบพยากรณ์มาเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพและค่าความถูกต้องทั้ง 4 ตัวแบบพยากรณ์ เปรียบเทียบความเหมาะสมของตัวพยากรณ์กับข้อมูลที่น่ามาวิจัย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องและค่าประสิทธิภาพของตัวพยากรณ์

| ตัวแบบพยากรณ์ | ค่าความถูกต้อง | ค่าประสิทธิภาพ |
|---------------------------------|----------------|----------------|
| การเรียนรู้แบบต้นไม้ตัดสินใจ | 54.26% | 66% |
| วิธีการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย | 63.78% | 75% |
| วิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด | 65.35% | 69% |
| ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน | 63.29% | 71% |

สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาตัวแบบพยากรณ์การวิเคราะห์ความเสี่ยงที่จะเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจากรางทางบก เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ และส่งเสริมให้อุตสาหกรรมเสียชีวิตรลดลง โดยคาดการณ์ความรุนแรงจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากอุบัติเหตุที่เคยเกิดขึ้นแล้ว เพื่อทำการ

เปรียบเทียบความเหมาะสมของตัวพยากรณ์กับข้อมูลที่นำมาวิจัย หากมีผู้วิจัยท่านอื่นนำงานวิจัยนี้ไปต่อยอดสามารถพัฒนาเป็นระบบที่ช่วยในเรื่องการเตือนภัยเกี่ยวกับอุบัติเหตุ หรือระบบป้องกันช่วยเหลือการเกิดอุบัติเหตุจรรยาบรรณทางบก

การประเมินการวิจัยครั้งนี้ได้นำข้อมูลจำนวนทั้งหมด 12,500 ข้อมูล มาทำความสะอาด คัดข้อมูล และเลือกข้อมูลที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตไว้ทำให้ได้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งสิ้น 9,350 ข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่เสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจรรยาบรรณทางบก ผลการวิเคราะห์ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมในการนำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล คือ เทคนิควิธีการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย เนื่องจากผลประเมินประสิทธิภาพของข้อมูลที่เป็น unknow data จำนวน 100 ข้อมูลมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 75% ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเสียชีวิตคือพื้นที่ที่ขับขี่ ช่วงเวลาที่ผู้คนขับขี่ สภาพอากาศที่แปรปรวน ประเภทของยานพาหนะ ลักษณะทางลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตได้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวน 9,350 ข้อมูล มีการเกิดอุบัติเหตุที่ส่งผลให้เสียชีวิตทั้งหมด 973 ครั้ง เมื่อนำผลมาจัดอันดับ 3 อันดับแรกแล้วพบว่า ตำบลที่เกิดอุบัติเหตุและเสียชีวิตมากที่สุดอันดับหนึ่งคือตำบล/แขวงบางพระ รองลงมาคือตำบล/แขวงสะพานสูงและบ้านกล้วย ตามลำดับ ช่วงเวลาที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุและเสียชีวิตมากที่สุดอันดับหนึ่งคือช่วงเวลากลางวัน รองลงมาเป็นช่วงเวลากลางคืนตามลำดับ สภาพอากาศที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุและเสียชีวิตมากที่สุดอันดับหนึ่งคือ อากาศแจ่มใส รองลงมาคือฝนตกและมีหมอก/ควัน/ฝุ่นตามลำดับ ประเภทรถที่เกิดอุบัติเหตุและเสียชีวิตมากที่สุดอันดับหนึ่งคือรถบรรทุก 4 ล้อ รองลงมาคือรถยนต์นั่งส่วนบุคคล/รถยนต์นั่งสาธารณะ และรถจักรยานยนต์ตามลำดับ บริเวณหรือลักษณะทางที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุและเสียชีวิตอันดับหนึ่งคือทางตรงที่ไม่มีความลาดชัน รองลงมาคือทางโค้งกว้างที่ไม่มีความลาดชันและทางโค้งกว้างที่ลาดชันตามลำดับ ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่ส่งผลให้เสียชีวิตอันดับหนึ่งคือพลิกคว่ำ/ตกถนนในทางตรง รองลงมาคือชนท้ายและพลิกคว่ำ/ตกถนนในทางโค้งตามลำดับ ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการขับเร็วเกินอัตรากำหนด รองลงมาคือคน/รถ/สัตว์ตัดหน้ากระชั้นชิดและหลับในตามลำดับ

นำข้อมูลมาแสดงผลเป็นแผนที่ด้วยโปรแกรม Microsoft Power BI Desktop แสดงจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจรรยาบรรณทางบกในพื้นที่ทั่วประเทศไทย เป็นการดูพิกัดละเอียด ลอง จีจุดในพื้นที่ที่เกิดอุบัติเหตุเพื่อให้มองเห็นภาพรวมของผู้ที่เสียชีวิตในพื้นที่นั้น ๆ โดยแทนจำนวนผู้ที่เสียชีวิตเป็นสีต่างๆ ดังนี้

สีน้ำเงิน มีผู้เสียชีวิต 1 - 2 คน

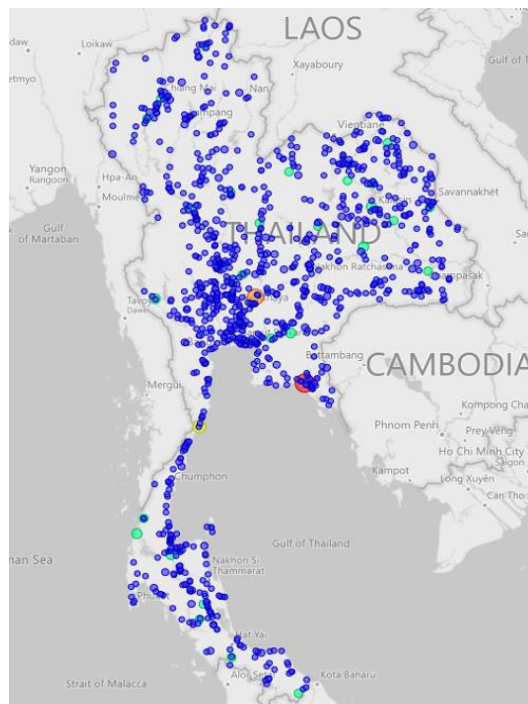
สีเขียว มีผู้เสียชีวิต 3 - 4 คน

สีเหลือง มีผู้เสียชีวิต 5 - 6 คน

สีส้ม มีผู้เสียชีวิต 7 - 8 คน

สีแดง มีผู้เสียชีวิตมากที่สุด

แสดงให้เห็นว่าแต่ละจุดจะพบผู้เสียชีวิตส่วนใหญ่เป็นจำนวน 1 - 2 ราย อ้างอิงตามจุดสีน้ำเงินที่แทนจำนวนผู้เสียชีวิตในแต่ละครั้ง และมีจุดที่มีผู้เสียชีวิตครั้งละหลายๆ ดั่งนี้ จุดสีเหลืองในครั้งนั้นเกิดอุบัติเหตุจากการขับรถบรรทุก 4 ล้อเร็วเกินอัตรากำหนด ทำให้เสียหลักพุ่งชนสิ่งกีดขวางบนผิวจราจร ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 6 ราย จุดสีส้มในครั้งนั้นเกิดอุบัติเหตุจากการขับรถโดยสารขนาดใหญ่เร็วเกินอัตรากำหนด ทำให้รถโดยสารพลิกคว่ำตกถนนในทางตรง ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 8 ราย และจุดสีแดง ในครั้งนั้นเกิดอุบัติเหตุจากการขับรถจักรยานยนต์ชนกับรถบรรทุก 4 ล้อ เนื่องจากคน/รถ/สัตว์ตัดหน้ากระชั้นชิด ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตมากถึง 10 รายในการเกิดอุบัติเหตุเพียงครั้งเดียว ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แผนที่แสดงจำนวนผู้เสียชีวิตทั่วประเทศไทย

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ผลการพยากรณ์มีความถูกต้องแม่นยำ มากขึ้น ผู้วิจัยควรพิจารณาปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ที่มีผลต่อความเสี่ยงของการเกิด อุบัติเหตุเพิ่มขึ้น เช่น ปัจจัยจากตัวผู้ขับขี่ การดื่มแอลกอฮอล์/พักผ่อนไม่เพียงพอ/ช่วงอายุของผู้ขับขี่/การประมาท เป็นต้น และข้อมูลที่น่ามาใช้ในการพยากรณ์

ควรเป็นช่วงข้อมูลจากการจราจรปกติไม่ควรนำช่วงเวลาเทศกาลที่สำคัญ เช่น ปีใหม่ สงกรานต์ มาร่วมพยากรณ์ด้วย เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าว มีสภาพการจราจรที่ไม่เป็นปกติ มีการเกิดอุบัติเหตุจราจรมากเป็นพิเศษ จึงอาจทำให้ผลการพยากรณ์คลาดเคลื่อนได้

เอกสารอ้างอิง

- นคร ละลอกน้ำ. (2562). การใช้เทคนิคดาต้าไมน์นิ่งเพื่อการศึกษา. **วารสารการศึกษาและการพัฒนาลังคม**, 14(2), หน้า 8 - 9.
- ภัทธีรา สุวรรณโค, นิสาชล จำนงศรี และจิตติมนต์ อังสกุล. (2560). แบบจำลองการพยากรณ์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุทางถนนในเทศกาลปีใหม่ด้วยการทำเหมืองข้อมูล. **วารสารวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ**, 7(2), หน้า 10 - 19.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม. (2565). **อุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม**. ค้นเมื่อ 23 ตุลาคม 2565, จาก <https://datagov.mot.go.th/dataset/roadaccident>
- ศราวุธ แดงมาก. (2560). โลกแห่งดิจิทัล ยุคแห่งข้อมูลข่าวสารความมหาศาลของข้อมูลทางการแพทย์สู่การค้นพบความรู้ที่มีค่าด้วยการทำเหมืองข้อมูล. **วารสารเวชบันทึกศิริราช**, 10(1), หน้า 30 - 32.
- อิซาม อาแว, นิรุสณีย์ อากาจิ, มูฮัมหมัดไซค์ ซา, มามะเพาซี สือแม, ไฮย์ทรง นาวา และวนิดา อาแว. (2565). การพัฒนารูปแบบการ ป้องกันอุบัติเหตุโดยมีชุมชนเป็นฐานแบบบูรณาการเชิงพื้นที่: บริบทพื้นที่จังหวัดนราธิวาส. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**. 14(3). 282 - 299
- Gupta, M., Solanki, V. K., Singh, V. K., & García-Díaz, V. (2018). 4Data mining approach of accident occurrences identification with effective methodology and implementation. **International Journal of Electrical and Computer Engineering**, 8(5), pp. 4033 - 4040.
- Husin, W. Z. W., Afdzal, A. S., Azmi, N. L. H., & Hamadi, S. A. T. S. (2021) Box-Jenkins and State Space Model in Forecasting Malaysia Road Accident Cases. **Journal of Physics: Conference Series**, 2084, pp. 1 - 14.

**กองบรรณาธิการ
วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี**

E-mail: journal-scidru@dru.ac.th
<https://sci.dru.ac.th/journal>

**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี**

172 ถนนอิสรภาพ แขวงวัดกัลยาณ์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600
โทร. 02-890-1801 ต่อ 10710 <https://sci.dru.ac.th>