

STC
Science and Technology to Community

วารสาร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

SCIENCE AND TECHNOLOGY TO COMMUNITY

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2566 Vol.1 No.1 January - February 2023



ISSN 2822-132X (Print) ISSN 2822-1338 (Online)

สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Institute of Research and Development, Chiang Mai Rajabhat University

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

Science and Technology to Community

ประจำปีที 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – กุมภาพันธ์ 2566

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี มณีโกศล	รักษาราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรพงษ์ วัฒนกุล	รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
อาจารย์ ดร. อัครสิทธิ์ บุญส่งแท้	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์ รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สฤษดิ์ จตุรสีธา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.วรภรณ์ บุญเชียง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.สุชดา บุญเลิศนิรันดร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัตร นานันท์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร. สายันต์ แสงสุวรรณ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.สามารถ ใจเตี้ย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุสรณ์ บุญปก	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตยา วัฒนสินธ์	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนาพร บุญมี	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ศรีประภาคาร	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มงคลกร ศรีวิชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ นิคมทัศน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ อาษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ณรัฐ จันทร์ศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิราภรณ์ ชัยวัง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งนภา ทากัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรกร กรพรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
อาจารย์ ดร.นภารัตน์ จิวลักษณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ดร.ฉนธรส ไชยสุต	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

สถาบันวิจัยและพัฒนา ชั้น B2 อาคารอำนวยการและบริหารกลาง มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ศูนย์แมริม
180 หมู่ 7 ถนนโชตนา (เชียงใหม่-ฝาง) ตำบลชี้เหล็ก อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180 โทรศัพท์ 0-5388-5950

<https://li02.tci-thaijo.org/index.php/STC/index>

ข้อความหรือข้อคิดเห็นในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน มิใช่ความรับผิดชอบของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

1	การจัดกลุ่มจังหวัดในประเทศไทยด้วยปัจจัยประชากรศาสตร์และระบาดวิทยาของโควิด-19 วัฒนา ชยธวัช	1
2	แนวทางการพัฒนารูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี อรนภา วีระชุนย์ และ สุชาญวัชร สมสอน	19
3	การพัฒนาเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ ภาพวิว ทะบรรหาร, กษิติศ ธรรมวานิช, พรพรหม ลิขิตพงศธร, ภาณุวัฒน์ ครุฑจันทร์, วิศรุต อ้นทอง, ชลธิชา เหล็กกล้า, ชารินทร์ ลาฤทธิ และ นพนิรันดร์ น้ำจันทร์	35
4	การพัฒนาสื่อการสอน แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก ชญาสิน อุประ, ประภาพร ต๊ะดง และ ศิริภรณ์ กันขัติ	48
5	สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 กษิติศ ปิยะนราพิบูล, ลีทิตศักดิ์ จันทิมา และ พิมพ์ชนก สุวรรณศรี	60

Table of contents

1	Clustering Provinces in Thailand Based on Demographic and COVID-19 Epidemiological Factors <i>Vadhana Jayathavaj</i>	1
2	Development of Monitoring Model for Pulmonary Tuberculosis Patients in Nonthaburi Province <i>Ornnapa Weerachun and Suchanwat Somsorn</i>	19
3	Development of Coin Based Mobile Phone Charger by Solar Energy <i>Pabview Thabanharn, Kasidit Thamwanich, Pornprom Likhithongsathorn, Panuwat Krutchan, Wisarut Onthong, Chonthicha Lokkeaw, Charin Larit and Noppaniran Namchan</i>	35
4	The Development of 2D Animation Instructional Media Entitled Mae Hong Son Mueng Sam Mohk <i>Chayanin Aupara , Prapaporn Tadong and Sirikorn Kankhat</i>	48
5	E-learning Media through the Metaverse System to Develop Computational Skills of Students in Grades 1–3 <i>Kasidit Piyanaraphiboon, Sittisak Jantima and Pimchanok Suwannasri</i>	60

การจัดกลุ่มจังหวัดในประเทศไทยด้วยปัจจัยประชากรศาสตร์และระบาดวิทยา ของโควิด-19

Clustering Provinces in Thailand Based on Demographic and COVID-19
Epidemiological Factors

วัฒนา ขยธวัช

Vadhana Jayathavaj

สาขาการแพทย์แผนไทย คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพทุมธานี

Thai Traditional Medicine, Faculty of Allied Health Sciences, Pathumthani University

E-mail : vadhana.j@ptu.ac.th

(Received: 22 January 2023, Revised: 3 March 2023, Accepted: 8 March 2023)

<https://doi.org/10.57260/stc.2023.450>

บทคัดย่อ

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด - 19) ได้มีการระบาดอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นวาคม 2562 การจัดกลุ่มพื้นที่เป็นมาตรการสำคัญในการบริหารจัดการโรคติดเชื้อนี้ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวิเคราะห์กลุ่มจังหวัดจากข้อมูลความหนาแน่นของประชากร ขนาดครัวเรือน รายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน อัตราการติดเชื้อ และอัตราการเสียชีวิต จากการวิเคราะห์กลุ่มโดยใช้ K-mean clustering พบว่า สามารถจัดกลุ่มจังหวัดได้เป็น 4 กลุ่ม จำแนกตามอัตราการติดเชื้อและอัตราการเสียชีวิต กลุ่ม 1 ปานกลาง จำนวน 23 จังหวัด กลุ่ม 2 และ 4 ต่ำ จำนวน 28 และ 21 จังหวัด ตามลำดับ และกลุ่ม 3 สูง จำนวน 5 จังหวัด เมื่อทำการแจกแจงจังหวัดตามการวิเคราะห์กลุ่มและการจัดจังหวัดตามพื้นที่สถานการณ์ย่อยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (24 มกราคม 2565) ของศูนย์บริหารสถานการณ์ โควิด-19 ที่จัดเป็นพื้นที่พื้นที่ควบคุม (สีส้ม) 44 จังหวัด พื้นที่เฝ้าระวังสูง (สีเหลือง) 25 จังหวัด และ พื้นที่นําร่องทองเที่ยว (สีฟ้า) 8 จังหวัด ทำให้สามารถจำแนกระดับของจังหวัดพื้นที่ในแต่ละสีว่ายังมีอัตราการติดเชื้อและอัตราการตายอีกสี่ละ 3 ระดับ (สูง กลุ่ม 3 กลาง กลุ่ม 1 และ ต่ำ กลุ่ม 2 และ 4) ด้วย ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อโควิด-19 ได้

คำสำคัญ: การวิเคราะห์กลุ่ม โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด - 19) อัตราการติดเชื้อ

Abstract

The Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) outbreak has continued since December 2019. Clustering of areas is an important measure in managing this infectious disease. The purpose of this study was to analyze the provinces from population density data, household size, average monthly household income, infection rate, and death rate. From cluster analysis using K-mean clustering, it was found that provinces could be grouped into 4 groups classified by infection rates and mortality rates: group 1, medium (23 provinces), group 2 and 4, low (28 and 21 provinces, respectively), and group 3, high (5 provinces). When classifying provinces according to cluster analysis and provincial classification according to the sub-situation area of the Coronavirus Disease 2019 (January 24, 2022) of the Center for COVID-19 Situation Administration, classified as controlled areas (orange), 44 provinces, monitoring areas cautiously high (yellow), 25 provinces and pilot area tourism (blue), 8 provinces, allowing to classify the level of provinces in each color that there are infection rates and mortality rates in 3 levels (high group 3, medium group 1, and low group 2 and 4) in each color as well, these three levels can be used as supporting information to protect oneself from being infected with COVID-19.

Keywords: Cluster analysis, Coronavirus disease 2019 (COVID-19), Prevalence rate

บทนำ

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด - 19) มีการระบาดและกลายพันธุ์อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ธันวาคม 2562 จนถึงระลอกที่ 6 ในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม 2565 (สำนักข่าว Hfocus เจาะลึกระบบสุขภาพ, 2565) การเปิดประเทศรับนักท่องเที่ยวในต้นปี 2566 ตามมาตรการผ่อนคลายเป็นที่ดึงดูดผู้เดินทางจากทั่วโลก เพื่อพลิกฟื้นเศรษฐกิจของประเทศ ภายใต้คณะกรรมการบริหารจัดการป้องกันควบคุมโรคโควิด 19 รองรับการเดินทางเข้าประเทศแทนศูนย์บริหารสถานการณ์โควิด 19 (ศบค.) (สำนักสารนิเทศ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, 2566) ดังนั้น การมีข้อมูลความรุนแรงของการระบาดเชิงพื้นที่เพื่อการป้องกันตนเองยังมีความจำเป็นสำหรับประชาชน

การวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) เป็นเทคนิคการแบ่งคน สัตว์ สิ่งของ องค์กร และอื่น ๆ (objects) ออกเป็นกลุ่มย่อยอย่างน้อย 2 กลุ่ม โดยให้หน่วยที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีลักษณะที่นำมาจำแนกเหมือนกันหรือคล้ายกัน แต่หน่วยที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่นำมาจำแนกต่างกัน (Tan et al., 2018; Everitt et al., 2011) การจำแนกเขตของรัฐบาลหรือรัฐในอินเดียที่ได้รับผลกระทบจากโควิด-19 ออกเป็นกลุ่มตามความคล้ายคลึงกันภายในกลุ่มและความแตกต่างระหว่างกลุ่ม เพื่อการดำเนินนโยบายของรัฐบาลในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวกทางการแพทย์ (เครื่องช่วยหายใจ ชุดทดสอบ หน้ากาก การรักษา ฯลฯ) สามารถลดจำนวนผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิต (Kumar, 2020) การจัดกลุ่ม 28 รัฐและ 9 สหภาพดินแดนของประเทศอินเดียออกเป็น 3 กลุ่ม จากจำนวนทั้งหมดของผู้ป่วยยืนยัน จำนวนผู้ป่วยรักษาหาย/ออกจากโรงพยาบาล และจำนวนผู้เสียชีวิตทั้งหมด โดยใช้ซอฟต์แวร์ PAST (version 3) (Zargar, et al., 2021) การจัดอันดับและให้คะแนน 180 ประเทศจากจำนวนผู้ติดเชื้อและการเสียชีวิตจาก COVID-19 ในปี พ.ศ. 2563 เพื่อแสดงความพร้อมของระบบและประสิทธิภาพในการต่อสู้กับโรคระบาดแต่ละกลุ่มประเทศ (Sadeghi et al., 2021) การวิเคราะห์กลุ่มเขตท้องที่ต่าง ๆ จากจำนวนผู้ป่วยยืนยัน จำนวนประชากรความหนาแน่นและจำนวนโรงพยาบาลที่ใช้รักษาโควิด-19 ใช้ในการจัดอันดับตามภาระของระบบการรักษาพยาบาล (Sengupta et al., 2021) การวิเคราะห์การจัดกลุ่มอนุกรมเวลาของข้อมูลโควิด-19 ที่ทำให้เป็นมาตรฐานทั่วทุกรัฐและเขตในอินเดียโดยใช้ตัวบ่งชี้ เช่น ผู้ป่วยที่ยังมีชีวิต ผู้ป่วยรายใหม่รายวัน และผู้เสียชีวิตในระดับระดับอำเภอ และระดับประเทศ ทำให้ค้นพบคลัสเตอร์จำแนกตามผู้ป่วยรายใหม่รายวันต่อประชากร ในช่วงระลอกแรกในอินเดีย (ระหว่างเดือนมีนาคม 2020 ถึงเดือนมกราคม 2021) มีรูปแบบที่แตกต่างกันสี่รูปแบบ: การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและการลดลง การเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและการลดลง เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและเพิ่มขึ้นลดลงเป็นยอดเขาหลายยอดและพบว่ารูปแบบรูปร่างเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางภูมิศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการจัดการทรัพยากรเพื่อควบคุมการแพร่กระจายของโรคได้อย่างเหมาะสม (Raj et al., 2022)

ประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีความเสี่ยงต่ำโดยได้คะแนนร้อยละ 70 จากตัวชี้วัด 4 ด้าน ได้แก่ จำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังดูแลอยู่ (Active case) ต่อประชากร ผู้ที่รักษาหายแล้วต่อผู้ติดเชื้อ จำนวนการตรวจต่อจำนวนผู้ติดเชื้อ และจำนวนการตรวจต่อประชากร ส่วนคะแนนอีกร้อยละ 30 เป็นคะแนนคงที่ที่ได้มาจากดัชนี

ความมั่นคงด้านสุขภาพโลก (The Global Health Security Index: GHS) ที่ประเมินโดยมหาวิทยาลัย Johns Hopkins University ประเทศสหรัฐอเมริกา (กรมควบคุมโรค, 2563) การจัดกลุ่มประเทศและดินแดนตามความเสี่ยงสถานการณ์โรคโควิด-19 เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่ม ได้แก่ IHR-JEE, GCI และผู้ป่วยรายใหม่เฉลี่ย (จากข้อมูลย้อนหลัง 14 วัน) และปรับปรุงข้อมูล ทุกวันที่ 15 และ 30 ทุกเดือน จัดเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ประเทศและดินแดนที่มีความเสี่ยงสูง เสี่ยงปานกลาง และเสี่ยงต่ำ (กรมควบคุมโรค, 2564) และ กระทรวงสาธารณสุข ประกาศยกเลิกโควิด-19 จากการเป็นโรคติดต่ออันตราย และกำหนดให้เป็นโรคติดต่อที่ต้องเฝ้าระวังตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2565 เป็นต้นไป (รัฐบาลไทย, 2565) สถานการณ์ผู้ป่วยโควิด-19 ภายในประเทศ รายสัปดาห์ ปรับปรุงล่าสุด 1 มกราคม 2566 สัปดาห์ที่ 52 (25-31 ธันวาคม 2565) ผู้ป่วยรายใหม่รักษาตัวในโรงพยาบาล 2,111 คน (เฉลี่ย 302 คนต่อวัน) เสียชีวิตเฉลี่ย 10 คน/วัน เมื่อสถานการณ์โควิด-19 ยังดำเนินต่อไป (โครงการ SAT COVID Dashbord, 2566) จึงจำเป็นต้องมีการจัดกลุ่มจังหวัดตามระดับความรุนแรงของการระบาดและความหนาแน่นของประชากรเพิ่มขึ้นด้วย การจัดกลุ่มจังหวัดตามปัจจัยตัวชี้วัดทางประชากรศาสตร์ และข้อมูลการระบาดของโควิด-19 จะเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการระมัดระวังและป้องกันตนเองเพิ่มขึ้น เมื่อต้องเข้าไปในพื้นที่ที่มีการจัดกลุ่มจังหวัดของศูนย์บริหารสถานการณ์โควิด-19 ที่ได้จำแนกออกเป็น พื้นที่ควบคุม (สีส้ม) 44 จังหวัด พื้นที่เฝ้าระวังสูง (สีเหลือง) 25 จังหวัด และ พื้นที่นำร่องท่องเที่ยว (สีฟ้า) 8 จังหวัด (ศูนย์บริหารสถานการณ์ โควิด-19, 2565)

วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทำการจัดแบ่งกลุ่มจังหวัดตามปัจจัยตัวชี้วัดทางประชากรศาสตร์และข้อมูลการระบาดของโควิด-19

ระเบียบวิธีวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์กลุ่ม เป็นข้อมูลรายจังหวัด 77 จังหวัด มีแหล่งที่มาดังนี้

1. ประชากรต่อตารางกิโลเมตร จำนวนบ้านต่อตารางกิโลเมตร จำนวนประชากรจากการทะเบียนชาย หญิง เนื้อที่ ความหนาแน่น และบ้าน จำแนกตามภาค และจังหวัด พ.ศ. 2555-2564 จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2565ก) และ รายได้ของครัวเรือนเฉลี่ยต่อปี จาก 8 สถิติรายได้และรายจ่ายของครัวเรือน รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือน เป็นรายภาค และจังหวัด พ.ศ. 2547 – 2564 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2565ข) จำนวนประชากรเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 ได้จากสถิติประชากรรายจังหวัด ณ เดือน มิถุนายน 2565 จากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง (2565)
2. จำนวนผู้ติดเชื้อและจำนวนผู้เสียชีวิตรายจังหวัด ณ วันที่ 30 ธันวาคม 2565 (กรมควบคุมโรค, 2566)

การคำนวณ

อัตราการติดเชื้อโควิด-19 ต่อประชากร 1,000 คน คำนวณจากจำนวนผู้ติดเชื้อ (กรมควบคุมโรค, 2566) หารด้วยจำนวนประชากรเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 (สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง, 2565)

อัตราการตายจากโควิด-19 ต่อประชากร 10,000 คน คำนวณจากจำนวนผู้เสียชีวิต (กรมควบคุมโรค, 2566) หารด้วยจำนวนประชากรเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 (สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง, 2565)

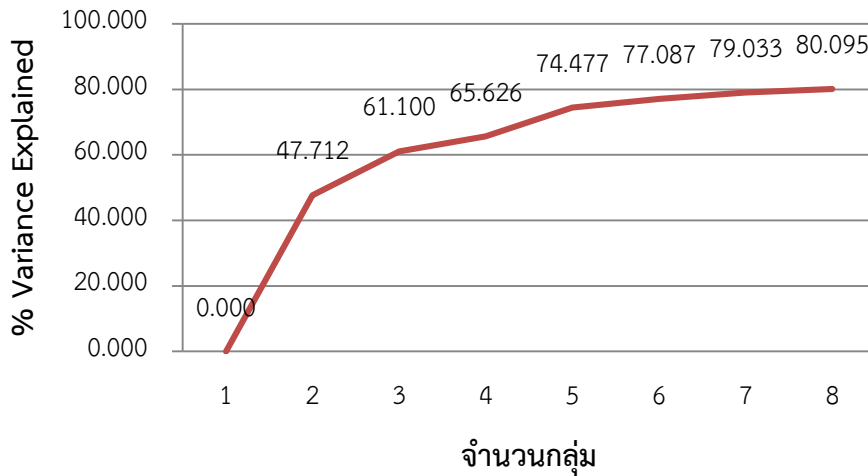
ข้อมูลปัจจัยที่นำมาพิจารณาทำการจัดกลุ่มรายจังหวัด ดังแสดงในตารางที่ 2, 3, 4, และ 4

การทำให้เป็นค่ามาตรฐาน

เนื่องจากตัวแปรมีขนาดและช่วงแตกต่างกันมาก การมีตัวแปรบางตัวที่มีช่วง/สเกลต่างกันมากมักจะสร้างปัญหา กล่าวคือ "ผลลัพธ์" อาจมีอิทธิพลของค่าขนาดใหญ่ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำให้ข้อมูลเป็นมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 ก็จะสามารถลดอิทธิพลจากขนาดลงได้ (Evgeniou, n.d.)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรม Past (version 4.09) เป็นซอฟต์แวร์ฟรีสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ พร้อมด้วยฟังก์ชันสำหรับการจัดการข้อมูล การลงจุด สถิติหลายตัวแปรและหลายตัวแปร การวิเคราะห์ระบบนิเวศน์ อนุกรมเวลาและการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ สันฐานวิทยาและชั้นหิน (Hammer, 2022) โดยใช้ตัวเลือกการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) k-means clustering ที่จัดจังหวัดให้มาเกาะกลุ่มกันตามระยะห่างทางเรขาคณิตของข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ และการจัดกลุ่มแบบลำดับชั้น (The hierarchical clustering) สร้างแผนภาพต้นไม้ (Dendrogram) ที่แสดงวิธีจัดกลุ่มจุดข้อมูล (แถว) ค่าเฉลี่ยของกลุ่มคู่ที่ไม่ได้ถ่วงน้ำหนัก (Unweighted pair-group average - UPGMA) กลุ่มจะเข้าร่วมตามระยะห่างเฉลี่ยระหว่างสมาชิกทั้งหมดในสองกลุ่ม ซึ่งเป็นโปรแกรมเดียวกันกับที่ Zargar, et al. (2021) ใช้การจัดกลุ่ม 28 รัฐและ 9 สหภาพดินแดนของประเทศอินเดียออกเป็น 3 กลุ่ม จากจำนวนทั้งหมดของผู้ป่วยยืนยัน จำนวนผู้ป่วยรักษาหาย/ออกจากโรงพยาบาล และจำนวนผู้เสียชีวิตทั้งหมด แต่เป็นรุ่นที่ใหม่กว่า



ภาพที่ 1 แสดงจำนวนกลุ่มที่บ่งชี้ของความแปรปรวนที่อธิบายได้

ผลการวิจัย

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดกลุ่มประกอบไปด้วยข้อมูลรายจังหวัด คือ ขนาดครัวเรือน (จำนวนคนต่อครัวเรือน) ความหนาแน่นของประชากร (คนต่อตารางกิโลเมตร) ความหนาแน่นของครัวเรือน (ครัวเรือนต่อตารางกิโลเมตร) รายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน (บาท/เดือน) อัตราการติดเชื้อโควิด-19 ต่อประชากร 1,000 คน และ อัตราการเสียชีวิตต่อประชากร 10,000 คน ดังแสดงในตารางที่ 2, 3, 4, และ 5 นำมาทำให้เป็นค่ามาตรฐาน (Normalized) ใช้วิธีการ K-means clustering ที่จัดจังหวัดให้มาเกาะกลุ่มกันตามระยะห่างทางเรขาคณิตของข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ เลือกจำนวนกลุ่มด้วย The elbow method จากการพิจารณาค่า % Variance explained ที่เพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนกลุ่มเพิ่มขึ้นแล้ว จึงได้เลือก 4 กลุ่ม เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของค่า % Variance explained เริ่มลดลงเมื่อจำนวนกลุ่มเพิ่มขึ้น (The Data Science Lab, 2013) ดังแสดงในภาพที่ 1 สามารถจัดจังหวัดทั้ง 77 จังหวัดออกเป็น 4 กลุ่ม (โปรแกรม PAST แสดงค่า WGSS 156.74 F 1.9092 Var% 65.626) ทำให้ได้กลุ่มจังหวัดดังแสดงในตารางที่ 2, 3, และ 4 และเมื่อนำมาแจกแจงความถี่สรุปเป็นรายเขต/ภาคแล้ว (เขต คือ ตัวเลขหลักแรกของรหัสจังหวัด) ดังแสดงในตารางที่ 1

การนำข้อมูลการปรับระดับของพื้นที่สถานการณ์ย่อยในพื้นที่ทั่วราชอาณาจักรของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (24 มกราคม 2565) จัดกลุ่มจังหวัดออกเป็น 3 กลุ่ม จำแนกออกเป็น พื้นที่ควบคุม (สีส้ม) 44 จังหวัด พื้นที่เฝ้าระวังสูง (สีเหลือง) 25 จังหวัด และ พื้นที่นำร่องท่องเที่ยว (สีฟ้า) 8 จังหวัด (ศูนย์บริหารสถานการณ์ โควิด-19, 2565) เมื่อนำสีมาระบายลงบนรหัสและชื่อจังหวัดที่ได้จากการวิเคราะห์กลุ่มจำแนกตามเขตและกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6

การแสดงสถิติเชิงพรรณนาของทั้งสี่กลุ่มจากการวิเคราะห์กลุ่ม แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 1 แสดงการแจกแจงความถี่จำแนกจังหวัดตามเขตและกลุ่ม

เขต	ภาค	กลุ่ม				รวม
		1	2	3	4	
เขต 1	กลาง	6	1	3		10
เขต 2	ตะวันออก	7	1			8
เขต 3	อีสานใต้		2		8	10
เขต 4	อีสานเหนือ		2		8	10
เขต 5	เหนือตอนบน		9			9
เขต 6	เหนือตอนล่าง		7		1	8
เขต 7	ตะวันตก	5	2	1		8
เขต 8	ใต้ตอนบน	5	1	1		7
เขต 9	ใต้ตอนล่าง		3		4	7
	รวม	23	28	5	21	77

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลรายจังหวัดเขต 1 ภาคกลาง และ เขต 2 ภาคตะวันออก

รหัส จังหวัด	จังหวัด	กลุ่ม	คนต่อครัว เรือน	คนต่อ ตร.กม.	ครัวเรือนต่อ ตร.กม.	รายได้ ครัวเรือนเฉลี่ย	อัตรา การติดเชื้อ	อัตราการ เสียชีวิต
10	กรุงเทพมหานคร	3	1.8	3,524	2,006	40,201	179	15
11	สมุทรปราการ	3	1.9	1,351	730	32,914	182	14
12	นนทบุรี	3	1.8	2,071	1,171	41,129	113	4
13	ปทุมธานี	1	1.8	780	433	39,507	74	9
14	พระนครศรีอยุธยา	1	2.4	321	134	31,416	86	7
15	อ่างทอง	1	2.7	284	106	24,510	103	8
16	ลพบุรี	1	2.4	119	49	26,676	48	7
17	สิงห์บุรี	1	2.6	249	97	26,598	60	8
18	ชัยนาท	2	2.5	130	52	23,326	23	1
19	สระบุรี	1	2.2	180	81	33,660	85	9
20	ชลบุรี	1	1.5	363	250	32,356	149	9
21	ระยอง	1	1.4	212	148	28,142	120	7
22	จันทบุรี	1	2.2	85	39	30,878	82	4
23	ตราด	1	2.1	81	39	29,917	85	10
24	ฉะเชิงเทรา	1	2.2	135	60	23,196	112	6
25	ปราจีนบุรี	1	2.2	104	47	27,233	106	6
26	นครนายก	1	2.5	123	49	29,547	96	10
27	สระแก้ว	2	2.5	78	31	20,709	72	3

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลรายจังหวัดเขต 7 ภาคตะวันตก เขต 5 ภาคเหนือตอนบน และ เขต 6 ภาคเหนือตอนล่าง

รหัส จังหวัด	จังหวัด	กลุ่ม	คนต่อครัว เรือน	คนต่อ ตร.กม.	ครัวเรือนต่อ ตร.กม.	รายได้ ครัวเรือน	อัตรา ผู้ติดเชื้อ	อัตรา ผู้เสียชีวิต
70	ราชบุรี	1	2.6	167	64	25,995	101	6
71	กาญจนบุรี	2	2.5	46	18	25,940	59	4
72	สุพรรณบุรี	2	2.7	156	58	17,574	62	5
73	นครปฐม	1	2.2	425	193	38,788	91	9
74	สมุทรสาคร	3	1.9	673	347	27,591	294	18
75	สมุทรสงคราม	1	2.6	458	177	24,964	137	12
76	เพชรบุรี	1	2.2	78	36	26,922	93	6
77	ประจวบคีรีขันธ์	1	2.0	87	43	26,463	82	5
50	เชียงใหม่	2	2.1	89	42	22,963	39	3
51	ลำพูน	2	2.2	89	41	25,377	18	2
52	ลำปาง	2	2.4	58	24	19,858	20	2
53	อุตรดิตถ์	2	2.6	57	22	21,664	31	3
54	แพร่	2	2.4	66	28	20,367	27	2
55	น่าน	2	2.7	41	15	20,556	33	1
56	พะเยา	2	2.4	73	31	16,338	20	2
57	เชียงราย	2	2.3	111	49	15,619	9	2
58	แม่ฮ่องสอน	2	2.4	23	9	15,496	21	3
60	นครสวรรค์	2	2.4	108	44	20,527	42	4
61	อุทัยธานี	2	2.5	48	19	18,428	47	5
62	กำแพงเพชร	2	2.5	83	33	20,941	37	3
63	ตาก	4	3.0	41	14	22,632	58	7
64	สุโขทัย	2	2.6	89	34	22,461	39	4
65	พิษณุโลก	2	2.4	78	33	20,913	37	2
66	พิจิตร	2	2.6	117	44	22,192	22	3
67	เพชรบูรณ์	2	2.7	77	29	26,151	27	2

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลรายจังหวัดเขต 3 อีสานเหนือ เขต 4 อีสานใต้เขต 8 ภาคใต้ตอนบน และ เขต 9 ภาคใต้ตอนล่าง

รหัสจังหวัด	จังหวัด	กลุ่ม	คนต่อครัวเรือน	คนต่อตร.กม.	ครัวเรือนต่อตร.กม.	รายได้ครัวเรือน	อัตราผู้ติดเชื้อ	อัตราผู้เสียชีวิต
30	นครราชสีมา	2	2.6	129	50	24,779	33	3
31	บุรีรัมย์	4	3.3	153	47	23,045	44	1
32	สุรินทร์	4	3.4	169	50	24,009	39	2
33	ศรีสะเกษ	4	3.6	165	46	16,569	35	2
34	อุบลราชธานี	4	3.0	119	40	20,969	35	3
35	ยโสธร	4	3.0	128	43	19,667	38	3
36	ชัยภูมิ	2	2.8	88	32	20,280	30	2
37	อำนาจเจริญ	4	3.1	119	39	20,814	29	2
38	บึงกาฬ	4	3.0	98	33	24,345	32	1
39	หนองบัวลำภู	4	3.3	132	40	23,867	32	2
40	ขอนแก่น	2	2.7	165	60	18,028	48	2
41	อุดรธานี	4	2.9	134	46	22,607	36	2
42	เลย	2	2.8	56	20	26,532	35	3
43	หนองคาย	4	2.8	171	60	21,575	55	2
44	มหาสารคาม	4	3.1	179	58	26,542	43	2
45	ร้อยเอ็ด	4	3.2	156	48	17,714	44	3
46	กาฬสินธุ์	4	3.1	140	46	19,398	36	3
47	สกลนคร	4	2.9	119	41	22,508	26	2
48	นครพนม	4	3.0	130	43	18,525	27	2
49	มุกดาหาร	4	2.9	81	28	20,608	27	2
80	นครศรีธรรมราช	1	2.6	156	59	31,053	84	4
81	กระบี่	1	2.4	102	42	29,841	54	4
82	พังงา	2	2.2	64	29	24,594	68	2
83	ภูเก็ต	3	1.5	771	510	33,328	178	8
84	สุราษฎร์ธานี	1	2.1	83	40	34,402	46	3
85	ระนอง	1	2.1	59	29	21,991	107	7
86	ชุมพร	1	2.1	85	41	30,598	63	4
90	สงขลา	2	2.5	194	76	22,691	74	3
91	สตูล	4	3.0	131	43	23,867	61	6
92	ตรัง	2	2.7	130	48	24,457	45	3
93	พัทลุง	2	2.6	153	58	24,084	74	4
94	ปัตตานี	4	3.7	376	103	20,692	82	8
95	ยะลา	4	3.1	120	38	19,182	108	8
96	นราธิวาส	4	3.6	181	50	17,512	63	5

ตารางที่ 5 แสดงการจำแนกจังหวัดตามเขตและกลุ่ม เขต 1, 2, 3, และ 4

กลุ่ม 1		กลุ่ม 2		กลุ่ม 3		กลุ่ม 4	
รหัส	จังหวัด	รหัส	จังหวัด	รหัส	จังหวัด	รหัส	จังหวัด
13	ปทุมธานี	18	ชัยนาท	10	กรุงเทพมหานคร		
14	พระนครศรีอยุธยา			11	สมุทรปราการ		
15	อ่างทอง			12	นนทบุรี		
16	ลพบุรี						
17	สิงห์บุรี						
19	สระบุรี						
20	ชลบุรี	27	สระแก้ว				
21	ระยอง						
22	จันทบุรี						
23	ตราด						
24	ฉะเชิงเทรา						
25	ปราจีนบุรี						
26	นครนายก						
		30	นครราชสีมา			31	บุรีรัมย์
		36	ชัยภูมิ			32	สุรินทร์
						33	ศรีสะเกษ
						34	อุบลราชธานี
						35	ยโสธร
						37	อำนาจเจริญ
						38	บึงกาฬ
						39	หนองบัวลำภู
		40	ขอนแก่น			41	อุดรธานี
		42	เลย			43	หนองคาย
						44	มหาสารคาม
						45	ร้อยเอ็ด
						46	กาฬสินธุ์
						47	สกลนคร
						48	นครพนม
						49	มุกดาหาร

หมายเหตุ: พื้นที่ควบคุม (สีส้ม) พื้นที่เฝ้าระวังสูง (สีเหลือง) และ พื้นที่นำร่องท่องเที่ยว (สีฟ้า) (ศูนย์บริหารสถานการณ์ โควิด-19, 2565)

ตารางที่ 6 แสดงการจำแนกจังหวัดตามเขตและกลุ่ม เขต 5,6,7,8, และ 9

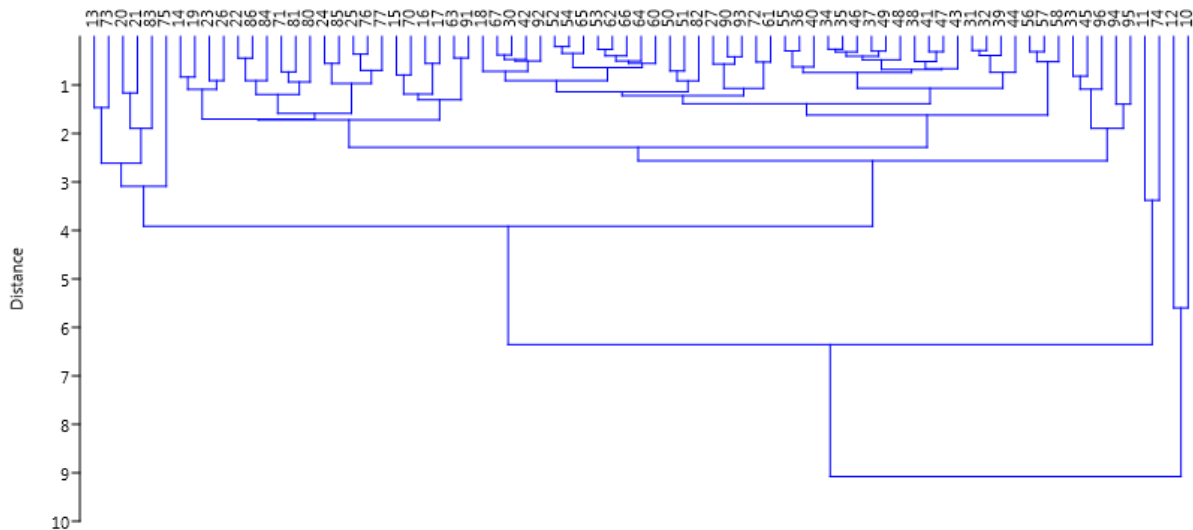
กลุ่ม 1		กลุ่ม 2		กลุ่ม 3		กลุ่ม 4	
รหัส	จังหวัด	รหัส	จังหวัด	รหัส	จังหวัด	รหัส	จังหวัด
		50	เชียงใหม่				
		51	ลำพูน				
		52	ลำปาง				
		53	อุตรดิตถ์				
		54	แพร่				
		55	น่าน				
		56	พะเยา				
		57	เชียงราย				
		58	แม่ฮ่องสอน				
		60	นครสวรรค์			63	ตาก
		61	อุทัยธานี				
		62	กำแพงเพชร				
		64	สุโขทัย				
		65	พิษณุโลก				
		66	พิจิตร				
		67	เพชรบูรณ์				
70	ราชบุรี	71	กาญจนบุรี	74	สมุทรสาคร		
73	นครปฐม	72	สุพรรณบุรี				
75	สมุทรสงคราม						
76	เพชรบุรี						
77	ประจวบคีรีขันธ์						
80	นครศรีธรรมราช	82	พังงา	83	ภูเก็ต		
81	กระบี่						
84	สุราษฎร์ธานี						
85	ระนอง						
86	ชุมพร						
		90	สงขลา			91	สตูล
		92	ตรัง			94	ปัตตานี
		93	พัทลุง			95	ยะลา
						96	นราธิวาส

หมายเหตุ: พื้นที่ควบคุม (สีส้ม) พื้นที่เฝ้าระวังสูง (สีเหลือง) และ พื้นที่นำร่องท่องเที่ยว (สีฟ้า) (ศูนย์บริหารสถานการณ์ โควิด-19, 2565)

ตารางที่ 7 แสดงสถิติเชิงพรรณนาของกลุ่ม

รายการ	กลุ่ม				รวม
	1	2	3	4	
จำนวนจังหวัด	23	28	5	21	77
จำนวนคนต่อครัวเรือน					
ต่ำสุด	1.43	2.10	1.51	2.84	1.43
สูงสุด	2.68	2.77	1.94	3.66	3.66
เฉลี่ย	2.22	2.51	1.76	3.14	2.55
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.34	0.18	0.16	0.25	0.48
ความหนาแน่นประชากร (คนต่อตารางกิโลเมตร)					
ต่ำสุด	59	23	673	41	23
สูงสุด	780	194	3,524	376	3,524
เฉลี่ย	206	93	1678	145	244
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	171	41	1173	63	479
ความหนาแน่นครัวเรือน (ครัวเรือนต่อตารางกิโลเมตร)					
ต่ำสุด	29	9	347	14	9
สูงสุด	433	76	2,006	103	2,006
เฉลี่ย	98	37	953	46	117
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	94	16	665	16	275
รายได้ต่อครัวเรือนเฉลี่ย (พันบาท/เดือน)					
ต่ำสุด	21.991	15.496	27.591	16.569	15.496
สูงสุด	39.507	26.532	41.129	26.542	41.129
เฉลี่ย	29.333	21.530	35.033	21.269	24.666
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4.461	3.154	5.627	2.594	5.762
อัตราผู้ติดเชื่อต่อประชากรกลางปี 1,000 คน					
ต่ำสุด	46	9	113	26	9
สูงสุด	149	74	294	108	294
เฉลี่ย	90	39	189	45	66
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	26	18	65	20	47
อัตราผู้เสียชีวิตต่อประชากรกลางปี 10,000 คน					
ต่ำสุด	3	1	4	1	1
สูงสุด	12	5	18	8	18
เฉลี่ย	7	3	12	3	5
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2	1	6	2	3

การจัดทำแผนผังต้นไม้โดยการจัดกลุ่มจังหวัดด้วยวิธี Hierarchical Clustering ใช้ระยะห่าง Euclidean Distance ดังแสดงในภาพที่ 2 รหัสจังหวัดในกลุ่ม 3 คือ 10 กรุงเทพฯ 11 สมุทรปราการ 12 นนทบุรี 74 สมุทรสาคร อยู่เรียงกันด้านบนขวามือ ส่วน 83 ภูเก็ต แยกออกมาอยู่ทางซ้าย ซึ่งการจัดกลุ่มจังหวัดในภาพแผนผังต้นไม้ก็สอดคล้องเป็นส่วนใหญ่กับการจัดกลุ่มด้วยวิธีการ k-means clustering ในตารางที่ 5 และ 6



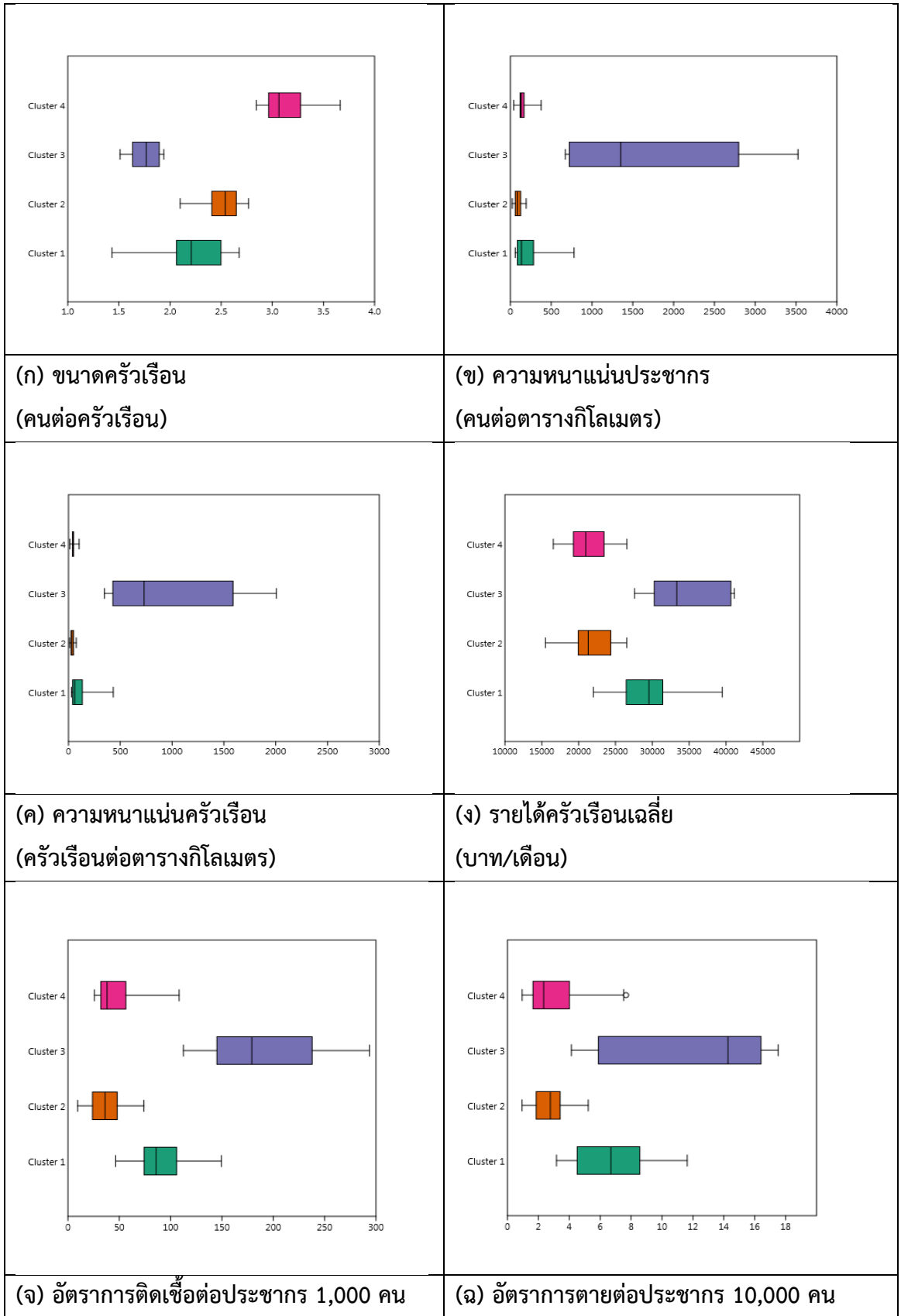
ภาพที่ 2 แสดงแผนผังต้นไม้การรวมกลุ่มจังหวัดด้วยวิธี Hierarchical Clustering

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 8 พบความสัมพันธ์ประชากรต่อตารางเมตรสัมพันธ์กับครัวเรือนต่อตารางเมตร และ อัตราการติดเชื้อมีอัตราการเสียชีวิตมีความสัมพันธ์กันสูง เป็น 1 และ 0.87 ตามลำดับ เมื่อตัดครัวเรือนต่อตารางเมตร และอัตราการเสียชีวิตออกไปผลการวิเคราะห์กลุ่มมีเพียง 2 จังหวัดที่ย้ายกลุ่ม คือ จังหวัดระยองและชลบุรี ซึ่งย้ายจากกลุ่ม 1 เป็นกลุ่ม 2 เท่านั้น จึงคงไว้ทุกปัจจัย

ตารางที่ 8 แสดงสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

หัวข้อ	คนต่อครัวเรือน	คนต่อ ตร.กม.	ครัวเรือนต่อ ตร.กม.	รายได้ ครัวเรือน	อัตราการ ติดเชื้อ	อัตราการ เสียชีวิต
คนต่อครัวเรือน		0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
คนต่อตร.กม.	-0.36		0.000	0.000	0.000	0.000
ครัวเรือนต่อ ตร.กม.	-0.41	1.00		0.000	0.000	0.000
รายได้ครัวเรือน	-0.62	0.57	0.59		0.000	0.000
อัตราผู้ติดเชื้อ	-0.51	0.54	0.54	0.54		0.000
อัตราผู้เสียชีวิต	-0.45	0.54	0.53	0.54	0.87	

p-value แสดงด้วยอักษรตัวเอน 0.001 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แสดงด้วยอักษรตัวตรง เช่น 1.00



ภาพที่ 3 แสดงแผนผังกล่องปัจจัยที่นำมากำหนดการวิเคราะห์กลุ่ม

การอภิปรายผล

จากการจัดทำแผนภาพกล่องจำแนกปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์กลุ่ม ดังแสดงในภาพที่ 3 กลุ่ม 3 จะมีความแตกต่างไปจากกลุ่มอื่นในทุกปัจจัย กลุ่ม 2 และ 4 มีค่า Interquartile range ที่ซ้อนทับในทุก ๆ ปัจจัย กลุ่มที่มีจำนวนจังหวัดน้อยที่สุด คือ กลุ่ม 3 มีจำนวน 5 จังหวัด คือ ภาคกลาง ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี สมุทรปราการ ภาคตะวันตก คือ สมุทรสาคร ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย คือ ภูเก็ต จากการจัดกลุ่มจังหวัดเป็น 4 กลุ่ม แล้วแสดงเป็นแผนผังกล่องในภาพที่ 2 การที่กลุ่ม 2 และ 4 มีค่า Interquartile range ที่ซ้อนทับในทุก ๆ ปัจจัยกล่าวได้ว่าสามารถรวมกันได้ ก็จะเหลือเพียง 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 อัตราการติดเชื้อและอัตราการเสียชีวิตปานกลาง กลุ่ม 2 และ 4 อัตราการติดเชื้อและอัตราการเสียชีวิตต่ำ และกลุ่ม 3 อัตราการติดเชื้อและอัตราการเสียชีวิตสูง

การจัดจำนวนกลุ่มเป็น 4 กลุ่ม ก็สอดคล้องกับจำนวนกลุ่มที่มีการจัดในประเทศอินโดนีเซียของ Herawati et al. (2022) โดยที่มากกว่าการจัดกลุ่มของประเทศอินเดียโดย Zargar et al. (2021) ที่จัดเพียง 3 กลุ่ม ซึ่งก็สามารถดำเนินมาตรการในการควบคุมและป้องกันได้อย่างเหมาะสมกับจำนวนกลุ่มที่แตกต่างกันในจำนวนกลุ่ม/รูปแบบมาตรการที่ไม่มากจนเกินไป

สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงจากตารางที่ 8 จำนวนคนต่อตารางกิโลเมตร และจำนวนครัวเรือนต่อตารางกิโลเมตร มีค่าสหสัมพันธ์กับอัตราผู้ติดเชื้อ 0.54 และ 0.54 ตามลำดับ และกับอัตราผู้เสียชีวิต 0.54 และ 0.53 ตามลำดับด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกลุ่มพื้นที่ในประเทศอินเดียของ Sengupta et al. (2021) ได้ดำเนินการวิเคราะห์กลุ่มเขตท้องที่ต่าง ๆ จากจำนวนผู้ป่วยยืนยัน จำนวนประชากรความหนาแน่นและจำนวนโรงพยาบาลที่ใช้รักษาโควิด-19 ซึ่งพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรก็จะผู้ติดเชื้อมาก

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปการประชุมคณะกรรมการบริหารสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด - 19) ครั้งที่ 2/2565 วันพฤหัสบดีที่ 20 มกราคม 2565 ได้ปรับระดับของพื้นที่สถานการณ์ย่อยในพื้นที่ทั่วราชอาณาจักรของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (24 มกราคม 2565) จัดกลุ่มจังหวัดออกเป็น 3 กลุ่ม จำแนกออกเป็น พื้นที่ควบคุม (สีส้ม) 44 จังหวัด พื้นที่เฝ้าระวังสูง (สีเหลือง) 25 จังหวัด และ พื้นที่นำร่องท่องเที่ยว (สีฟ้า) 8 จังหวัด (ศูนย์บริหารสถานการณ์ โควิด-19, 2565) ดังแสดงแถบสีบนรหัสและชื่อจังหวัดในตารางที่ 6 และ 7 มีความแตกต่างไปจากการใช้ปัจจัยความหนาแน่นของประชากร ขนาดครัวเรือน รายได้เฉลี่ยต่อเดือน อัตราการติดเชื้อ และอัตราการเสียชีวิต ซึ่งอาจเกิดจากการคำนึงถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจจากแหล่งท่องเที่ยวด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการซ้อนการจัดกลุ่มจังหวัดของศูนย์บริหารสถานการณ์ โควิด-19 เป็นพื้นที่ควบคุม พื้นที่เฝ้าระวังสูง กับ พื้นที่นำร่องท่องเที่ยว ก็กับการวิเคราะห์กลุ่มจัดเป็น 4 กลุ่ม ที่สามารถแสดงระดับอัตราการติดเชื้อและอัตราการเสียชีวิตในระดับต่ำกลางและสูงที่แตกต่างกันให้พิจารณาเพิ่มขึ้นอีกมิติหนึ่งด้วย สามารถใช้เป็นข้อมูลการปฏิบัติดูแลตนเองเมื่อเข้าไปในพื้นที่ดังกล่าว

การจัดกลุ่มจังหวัดตามบริบทของหน่วยงานที่รับผิดชอบก็สามารถนำมาจัดใหม่ตามวิธีการทางสถิติที่ใช้ระยะห่างทางเรขาคณิตของข้อมูลหลายมิติโดยการรวบรวมข้อมูลจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคติดเชื้อทางเดินหายใจนำมาจัดกลุ่มเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามบริบทของประชาชนในพื้นที่ซึ่งมีความสำคัญต่อการเฝ้าระวังและป้องกันตนเอง ทั้งนี้ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปที่เป็นที่ยอมรับเพื่อนำไปใช้งานได้เอง นอกจากนี้ การเพิ่มปัจจัยด้านจำนวนนักท่องเที่ยวจากประเทศที่มีความเสี่ยงในระดับต่าง ๆ กันเข้าเป็นปัจจัยพิจารณาในการจัดกลุ่มในแต่ละช่วงเวลา ก็จะทำให้ยังสามารถทำข้อเสนอเพื่อการดำเนินนโยบายของรัฐบาลในการตัดสินใจเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวกทางการแพทย์ที่เหมาะสมเช่นเดียวกับงานวิจัยจัดกลุ่มพื้นที่ปกครองในประเทศอินเดีย

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมโรค. (2566). *สถานการณ์ผู้ติดเชื้อ COVID-19 อัปเดตรายสัปดาห์ ในรูปแบบ API (JSON/CSV Data Format)* ณ. วันที่ 30 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก <https://covid19.ddc.moph.go.th/api/Cases/today-cases-by-provinces>
- กรมควบคุมโรค. (2564). *การจัดกลุ่มประเทศและดินแดนตามความเสี่ยงสถานการณ์โรคโควิด-19*. สืบค้นจาก <https://ddc.moph.go.th/uploads/ckeditor2//files/จัดกลุ่มประเทศตามความเสี่ยง กรมควบคุมโรค 1 สค 64.pdf>
- กรมควบคุมโรค. (2563). *กลุ่มประเทศที่มีความเสี่ยงต่ำ และคำแนะนำการเดินทางที่ปลอดภัย สำหรับคนไทย ที่เดินทางไปต่างประเทศ ในช่วงโควิด-19*. สืบค้นจาก <https://ddc.moph.go.th/dcd/pagecontent.php?page=204&dept=dcd>
- โครงการ SAT COVID Dashboard. (2566). *สถานการณ์ผู้ป่วยโควิด-19 ภายในประเทศ รายสัปดาห์ ปรับปรุงล่าสุด 1 มกราคม 2566*. สืบค้นจาก <https://ddc.moph.go.th/covid19-dashboard/>
- รัฐบาลไทย. (2565). *ข่าวคณะโฆษก: กระทรวงสาธารณสุขออกประกาศ 1 ต.ค. 65 เป็นต้นไป ยกเลิกโควิด-19 จากการเป็นโรคติดต่ออันตราย และกำหนดให้เป็นโรคติดต่อที่ต้องเฝ้าระวัง*. สืบค้นจาก <https://www.thaigov.go.th/news/contents/details/59491>
- สำนักข่าว Hfocus เจาะลึกระบบสุขภาพ. (2565). "หมอยง" ชี้โควิดระบอบรอบนี้ นับเป็นระลอก 6 ยังไม่พีคสุด แต่ผู้ป่วยส่วนใหญ่ไม่มีอาการ. สืบค้นจาก <https://www.hfocus.org/content/2022/07/25500>
- สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. (2566). *คกก.โรคติดต่อฯ เห็นชอบมาตรการป้องกัน “โควิด” รองรับ การเข้าประเทศ พร้อมตั้งคณะอนุฯ บริหารแบบไร้รอยต่อ*. สืบค้นจาก <https://pr.moph.go.th/?url=pr/detail/2/04/184448/>

- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2565ก). 1 สถิติประชากรและการเคหะ. จำนวนประชากรจากการทะเบียน ชาย หญิง เนื้อที่ ความหนาแน่น และบ้าน จำแนกตามภาค และจังหวัด พ.ศ. 2555-2564. สืบค้นจาก <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/01.aspx>
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2565ข). 8 สถิติรายได้และรายจ่ายของครัวเรือน รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือน เป็นรายภาค และจังหวัด พ.ศ. 2547 – 2564. สืบค้นจาก <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/08.aspx>
- สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. (2565). สถิติประชากรทางการทะเบียนราษฎร (รายเดือน). สืบค้นจาก <https://stat.bora.dopa.go.th/stat/statnew/statMONTH/statmonth/#/displayData>
- ศูนย์บริหารสถานการณ์ โควิด-19 (ศบค.). (2565). สรุปการประชุมคณะกรรมการบริหารสถานการณ์ การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด – 19) ครั้งที่ 2/2565 วันพฤหัสบดีที่ 20 มกราคม 2565. สืบค้นจาก https://media.thaigov.go.th/uploads/public_img/source/200165.pdf
- Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., & Stahl D. (2011). *Cluster Analysis*. 5th ed. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Evgeniou, T. (n.d.). Cluster Analysis and Segmentation What is this for? Retrieved from <https://inseaddataanalytics.github.io/INSEADAnalytics/CourseSessions/Sessions45/ClusterAnalysisReading.html>
- Hammer, Ø. (2022). *Past 4 - the Past of the Future. Current version (December 2022): 4.12 Version 4.09, 32-bit Windows (7 MB)*. Retrieved from <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>
- Herawati, N., Nisa, K., & Saidi, S. (2022). *Implementation of the trimmed k-means clustering method in mapping the distribution of Covid-19 in Indonesia*. AIP Conference Proceedings, 050012, 1-12. <https://doi.org/10.1063/5.0103175>
- Kumar, S. (2020). Use of cluster analysis to monitor novel coronavirus-19 infections in Maharashtra, India. *Indian J Med Sci*, 72(2), 44–8. DOI: 10.25259/IJMS_68_2020. PMID: PMC7485640
- Tan, P-N., Steinbach, M., & Kumar, V. (2018). *Introduction to Data Mining*. 2nd ed. London: Pearson+.

- Raj, A., Bhattacharyya, P., & Gupta, G. R. (2022). Clusters of COVID-19 Indicators in India: Characterization, Correspondence and Change Analysis. *SN Comput Sci.*, 3(3), 210. DOI: 10.1007/s42979-022-01083-3. Epub 2022 Apr 5. PMID: 35400015; PMCID: PMC8981186.
- Sadeghi B., Cheung R.C.Y., and Hanbury M. (2021). Using hierarchical clustering analysis to evaluate COVID-19 pandemic preparedness and performance in 180 countries in 2020. *BMJ Open*, 11(11), e049844. doi: 10.1136/bmjopen-2021-049844
- Sengupta, P., Ganguli, B., SenRoy, S., & Chatterjee, A. (2021). An analysis of COVID-19 clusters in India. *BMC Public Health*, 21, 631. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10491-8>
- The Data Science Lab. (2013). *Finding the K in K-Means Clustering*. Retrieved from <https://datasciencelab.wordpress.com/2013/12/27/finding-the-k-in-k-means-clustering/>
- Zargar, S, A., Islam, T., Rehman, I. U., & Pandey, D. (2021). Use of Cluster Analysis to Monitor Novel Corona Virus (COVID-19) Infections in India . *Asian Journal of Advances in Medical Science*, 3(1), 32-38. <https://mbimph.com/index.php/AJOAIMS/article/view/1908>

แนวทางการพัฒนารูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

Development of Monitoring Model for Pulmonary Tuberculosis Patients in Nonthaburi Province

อรนภา วีระชญ์

Ornnapa Weerachun

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนนทบุรี

Nonthaburi Provincial Health Office

สุชาญวัชร สมสอน*

Suchanwat Somsorn

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 จังหวัดสระบุรี

Office of Disease Prevention and Control, 4 Saraburi

E-mail : owerachun@hotmail.com and suchanwat.somsorn@gmail.com*

*Corresponding author

(Received: 28 February 2023, Revised: 8 April 2023, Accepted: 10 April 2023)

<https://doi.org/10.57260/stc.2023.509>

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์สถานการณ์การติดตามผู้ป่วยวัณโรคในจังหวัดนนทบุรี 2) พัฒนารูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี และ 3) ประเมินผล โดยใช้เทคนิคกระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วม เอ ไอ ซี กลุ่มตัวอย่างเป็นเจ้าหน้าที่ของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด โรงพยาบาล และ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ที่ปฏิบัติงานด้านวัณโรคในจังหวัดนนทบุรี จำนวน 50 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ และชุดคำถามปลายเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2565 - กุมภาพันธ์ 2566 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา Paired t-test และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการศึกษา พบว่าเจ้าหน้าที่ยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับวัณโรค และการประสานงานและติดตามผู้ป่วยที่ต่อเนื่อง รูปแบบที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษา ได้แก่ NON TB MODEL 1) N = NTIP การใช้โปรแกรม NTIP กำกับและติดตาม 2) O = Observation Therapy การกำกับการกินยาผ่านวิดีโอ 3) N = Network การสร้างเครือข่ายกำกับติดตามและประเมินผล 4) T = Training การพัฒนาศักยภาพบุคลากร) B = Best Practice การใช้แนวปฏิบัติที่ดี การประเมินผล พบว่า เจ้าหน้าที่สาธารณสุขมีความรู้เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรคเพิ่มขึ้น ผู้ป่วยได้รับการติดตามต่อเนื่องและกำกับการกินยาครบทุกมื้อ และมีอัตราสำเร็จการรักษาเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 93.75 ข้อเสนอแนะ ควรมีการอบรมเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรคปีละ 1 ครั้ง และควรมีการกำกับ

การกินยาและติดตามผู้ป่วยวัณโรคอย่างต่อเนื่อง รวมถึงควรมีหน่วยงานอื่นๆ มามีส่วนร่วมเพื่อการป้องกันควบคุมวัณโรคอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: พัฒนารูปแบบ การติดตาม วัณโรคปอด

Abstract

This participatory action research aimed to analyze the TB situation, developing of monitoring for pulmonary tuberculosis patients in Nonthaburi province and assessing results by using participatory planning process technique AIC. The sample consisted of 50 officers of the Provincial Public Health Hospital and the Provincial Public Health Hospital working on tuberculosis in Nonthaburi province. Data were collected by using a questionnaire, an interview form, and a set of open-ended questions created by the researcher between november2022 to February 2023, quantitative data were analyzed using descriptive statistics and Paired t-test. The qualitative data were analyzed using content analysis. The study found that officials still lack understanding about tuberculosis. Directing the patient's medication intake is a relative. There is no knowledge of the patient's medication intake. And the staff lacks coordination and continuous follow-up of patients. The model developed from the study is NON-TB MODEL 1) N = NTIP base for Faultless and Continue Data 2) O = Observation Therapy by VOT 3) N = Network for Monitoring and Evaluation 4) T = Training TB care in Health Personnel 5) B = Best Practice to Implementation. Evaluation, it was found that public health officers had more knowledge about TB treatment guidelines. Suggestions: There should be a training for staff about tuberculosis care guidelines once a year and there should be continuous monitoring and monitoring of TB patients. Including there should be other agencies let's take part in the prevention and control of tuberculosis effectively.

Keywords: Model development, Monitoring, Pulmonary tuberculosis

บทนำ

วัณโรคหนึ่งในโรคติดต่อเรื้อรังที่ยังเป็นปัญหาสุขภาพทั่วโลก องค์การอนามัยโลกคาดประมาณอุบัติการณ์วัณโรคปอดรายใหม่และกลับเป็นซ้ำถึง 150 ต่อประชากรแสนคน ซึ่งในจำนวนนี้มีผู้ที่เสียชีวิตจากวัณโรคปอดถึง 1.6 ล้านคนต่อปี (WHO, 2021) ประเทศไทยถูกจัดให้เป็น 1 ใน ประเทศที่มีปัญหาวัณโรคและวัณโรคที่มีเอชไอวีร่วมสูง (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2564) จากฐานข้อมูลวัณโรคประเทศไทย ปี 2561-2563 พบว่า มีผู้ป่วยวัณโรคปอด จำนวน 2,958-6,993 ราย ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี (สำนักกระบวนวิทยา กรมควบคุมโรค, 2563; กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2565) ผลการดำเนินงานวัณโรคที่ผ่านมา มีอัตราความสำเร็จของการรักษาต่ำกว่าเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลกที่ร้อยละ 85 โดยในปี 2560-2565 อัตราความสำเร็จของการรักษาวัณโรคเพียงร้อยละ 82.21-83.80 ซึ่งเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2565)

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการดูแลและติดตามผู้ป่วยวัณโรค พบว่า หลายการศึกษามุ่งเน้นการดูแลผู้ป่วยโดยตรง แต่การพัฒนากระบวนการติดตามโดยผู้ที่มีส่วนสำคัญในการดูแลมีเพียงกลุ่มอาสาสมัครสาธารณสุข แต่ในกลุ่มเจ้าหน้าที่สาธารณสุขซึ่งเป็นผู้ที่เข้ามามีส่วนในการดูแลผู้ป่วยวัณโรคยังมีน้อย นอกจากนี้การพัฒนากระบวนการดูแลและติดตามผู้ป่วยวัณโรคต้องขึ้นอยู่กับบริบทปัญหาของแต่ละพื้นที่เพื่อให้สามารถดำเนินการป้องกันควบคุมวัณโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อนุพันธ์ ประจักษ์, 2564; ศรีสุรางค์ ดวงประเสริฐ, 2563; ผกายดาว พรหมสุรีย์, 2563; โสณ เรื่องมันคง และคณะ, 2563; อวินันท์ บัวประชุม และ วันเพ็ญ บัณฑิตราช, 2559; ฉันทนา ชาวดร และ เพชรไสว ลิ้มตระกูล, 2555) โดยการนำเทคนิคกระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วม เอ ไอ ซี (Appreciation-Influence-Control AIC) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการทำงานร่วมกันเพื่อจัดทำแผน โดยเป็นวิธีการที่เปิดโอกาส ให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้มีเวทีพูดคุยแลกเปลี่ยน มีการระดมสมอง วิเคราะห์พัฒนาทางเลือก เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาและพัฒนา เกิดการตัดสินใจร่วมกันต่อการพัฒนาชุมชน ท้องถิ่น (สินธุ์ สโรบล, 2552; ประชาสรรณ แสงภักดี, 2565) ซึ่งการนำเทคนิค AIC มาใช้ในการศึกษาคั้งนี้ ทำให้สามารถวิเคราะห์สถานการณ์วัณโรค จัดทำแผนติดตามผู้ป่วยวัณโรค และผลการดำเนินงานเพื่อให้สามารถดำเนินการป้องกันควบคุมวัณโรคในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

สถานการณ์วัณโรคของจังหวัดนนทบุรี พบว่า ปี 2562-2564 มีผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่ขึ้นทะเบียน 1,837 1,712 และ 1,380 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการดำเนินงานควบคุมวัณโรคที่ผ่านมา ยังพบว่า ปี 2562-2564 อัตราความสำเร็จการรักษา ร้อยละ 83.70 84.90 และ 83.70 และมีอัตราการขาดยา ร้อยละ 5.36 5.46 และ 5.71 ตามลำดับ (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2565) จากสถานการณ์ดังกล่าวทำให้ทราบถึงปัญหาการดำเนินงานวัณโรคในพื้นที่ที่มีอัตราการขาดยาที่เพิ่มสูงขึ้น อัตราการขาดยาที่เกินเป้าหมาย อีกทั้งพบผู้ป่วยวัณโรคดื้อยาสูงขึ้น นอกจากนี้การรักษาวัณโรคยังมีความจำเป็นต้องให้ผู้ป่วยกินยาอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 6 เดือน จึงสามารถหายได้ (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2564) จากการนิเทศงานวัณโรคในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี พบว่า ผู้ป่วยยังมีการกินยาที่ไม่ต่อเนื่อง อีกทั้งผู้ป่วยปกปิดข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์ และที่อยู่ติดต่อได้ทำให้ติดตามการรักษาเป็นไปอย่างยากลำบาก จังหวัดนนทบุรีได้ดำเนินการตามยุทธศาสตร์ยุติปัญหา

วัณโรค (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2564) โดยมีการเร่งรัดการค้นหาผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่ในกลุ่มผู้สัมผัสวัณโรค ด้านการรักษาได้กำหนดเป้าหมายการดำเนินงานอัตราความสำเร็จการรักษาที่ร้อยละ 88 โดยมุ่งเน้นการลดการแพร่กระจายเชื้อในชุมชน ที่สำคัญได้มุ่งเน้นให้ผู้ป่วยเข้าถึงการรักษาที่ถูกต้องตามมาตรฐาน และลดการขาดยา อย่างไรก็ตามจากการประชุมผู้รับผิดชอบงานวัณโรคทุกเดือนที่ผ่านมาพบว่า การดูแลผู้ป่วยโดยเจ้าหน้าที่สาธารณสุขไม่สามารถนำแนวทางของประเทศไปประยุกต์ใช้ได้จริง

ดังนั้นในการศึกษาระยะนี้วัตถุประสงค์ 1) เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์การดูแลและติดตามผู้ป่วยวัณโรคในจังหวัดนนทบุรี 2) พัฒนารูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี และ 3) ประเมินผลการใช้รูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี โดยได้นำเทคนิค AIC มาใช้ในการพัฒนารูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคในจังหวัดนนทบุรี โดยเน้นการพัฒนาแนวทางในการติดตามผู้ป่วยวัณโรคให้เหมาะสมกับจังหวัดนนทบุรีมากที่สุด เพื่อให้บุคลากรสาธารณสุขมีความเข้าใจในแนวทางการดูแลและติดตามผู้ป่วยวัณโรคให้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นผู้รับผิดชอบงานวัณโรคของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดจึงตระหนักและเล็งเห็นถึงความสำคัญปัญหาการติดตามการรับประทานยาไม่สม่ำเสมอของผู้ป่วยวัณโรคซึ่งอาจส่งผลให้เกิดวัณโรคดื้อยาและผลกระทบอื่นๆ ตามมา จึงศึกษาว่า รูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคในจังหวัดนนทบุรี จะสามารถส่งผลให้สามารถติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่ให้มีพฤติกรรมการดูแลตนเองที่ถูกต้องเหมาะสมจนครบตามแผนการรักษาจนหายและลดการแพร่กระจายของเชื้อวัณโรคในชุมชนต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้เป็น การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory action research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้รับผิดชอบงานวัณโรคของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรค และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้รับผิดชอบงานวัณโรคของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด เจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรค และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่ปฏิบัติงานด้านวัณโรคที่มีผู้ป่วยวัณโรคกำลังรักษาอยู่ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี จำนวน 50 คน ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion criteria)

1. ผู้ที่มีอายุ 20-60 ปี ทั้งเพศชายและเพศหญิง
2. ปฏิบัติงานด้านวัณโรคไม่น้อยกว่า 5 ปี
3. สนใจเข้าร่วมในการวิจัยโดยการลงนาม

เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria)

ไม่สามารถร่วมกิจกรรมมากกว่าร้อยละ 40 ของกิจกรรมทั้งหมด

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง ในการศึกษานี้ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีจำเพาะเจาะจงและสมัครใจ จำนวน 50 คน ประกอบด้วย ผู้รับผิดชอบงานวัณโรคของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด 2 คน เจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรค 14 คน และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่ปฏิบัติงานด้านวัณโรคที่มีผู้ป่วยวัณโรคกำลังรักษาอยู่ 34 คน ในพื้นที่ 6 อำเภอของจังหวัดนนทบุรี ซึ่งมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ในการคัดเลือก

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย เป็นแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามแนวทางการดูแลรักษาวัณโรค ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรม จำนวน 20 ข้อตามแนวทางการควบคุมวัณโรคประเทศไทย พ.ศ. 2564 โดยลักษณะข้อคำถามชนิดถูกผิด อยู่ระหว่าง 0-20 คะแนน โดยค่าคะแนนมากกว่า 16 คะแนน หมายถึง เจ้าหน้าที่สาธารณสุขมีความรู้เกี่ยวกับวัณโรคสูง ส่วนที่ 2 ชุดคำถามปลายเปิด ประกอบด้วย 1) แบบสอบถามที่ใช้ในการระดมสมอง เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์การติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในจังหวัดนนทบุรี การแพร่ระบาด สภาพแวดล้อม ระบบการดูแลรักษาวัณโรค การมีส่วนร่วมในการดูแลรักษา 2) แบบสอบถามที่ใช้ในขั้นตอนทำการประเมินผลการดำเนินงาน ปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และผลการดำเนินงาน และส่วนที่ 3 แบบสัมภาษณ์รายกลุ่ม ใช้ในขั้นตอนดำเนินการสัมภาษณ์รายกลุ่ม เกี่ยวกับความก้าวหน้าหน้าของการดำเนินการตามแผนปฏิบัติงาน ปัญหาอุปสรรค การแก้ไขปัญหา ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การหาความตรงของเนื้อหาของแบบสอบถามส่วนที่ 1 - 3 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านวัณโรค 1 ท่าน พยาบาลวิชาชีพผู้เชี่ยวชาญด้านวัณโรค 2 ท่าน และนักวิชาการสาธารณสุขที่มีประสบการณ์ด้านวัณโรค 2 ท่าน โดยปรับแก้ไขตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) เท่ากับ 1, 1 และ 1 ตามลำดับ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำแบบสอบถามส่วนที่ 1 ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้ววิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามแนวทางการดูแลรักษาวัณโรค มีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาคอนบาค เท่ากับ 0.87 ส่วนแบบสอบถามส่วนที่ 2 และ 3 นำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำมาปรับปรุงให้มีความเหมาะสมมากที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2565 ถึงกุมภาพันธ์ 2566 ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคกระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วม เอ ไอ ซี ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้ 1) ผู้วิจัยได้จัดประชุม 1 วัน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามแนวทางการดูแลรักษาวัณโรค จากนั้นร่วมวิเคราะห์สถานการณ์วัณโรคของจังหวัดนนทบุรี โดยให้ผู้รับผิดชอบงานวัณโรคของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด นำเสนอผลการดำเนินงานวัณโรคที่ผ่านมา จากนั้นเจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรคและเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนำเสนอสถานการณ์วัณโรคในพื้นที่ที่รับผิดชอบ ปัญหาอุปสรรคในการ

ดำเนินงาน จากนั้นกลุ่มตัวอย่างร่วมกันระดมความคิดโดยใช้แบบสอบถามที่ใช้ในการระดมสมอง เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์การติดตามผู้ป่วยผู้ป่วยวัณโรคปอดในจังหวัดนนทบุรี การแพร่ระบาด สภาพแวดล้อม ระบบการดูแลรักษาวัณโรค การมีส่วนร่วมในการดูแลรักษา จากนั้นระดมสมองเพื่อสร้างแผนปฏิบัติการในการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอด เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทของจังหวัดนนทบุรี โดยมีแผนปฏิบัติการที่ทุกสถานพยาบาลในจังหวัดสามารถนำไปใช้เพื่อติดตามผู้ป่วยในพื้นที่ที่รับผิดชอบได้ 2) ผู้วิจัยดำเนินการประชุม 1 วัน เพื่อสรุปและทำแผนปฏิบัติการที่ได้จากผลการระดมสมองและแนวทางที่ได้รับไปปฏิบัติตามแผนปฏิบัติการที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือเจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรคและเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเพื่อนำแผนไปใช้ตามที่ตั้งไว้ 3) ผู้วิจัยดำเนินการกำกับติดตามแผนปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยจัดประชุมติดตามแผนปฏิบัติการรายอำเภอ อำเภอละ 1 วัน ระยะเวลา 2 เดือน ระหว่างเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2566 โดยผู้วิจัยสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์รายกลุ่มและสังเกตระหว่างที่กลุ่มตัวอย่างพูดคุยถึงการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ ปัญหาอุปสรรค และวิธีการแก้ไข 4) ผู้วิจัยจัดประชุม 1 วัน เพื่อทบทวนแผนปฏิบัติงานที่ได้ดำเนินการโดยให้กลุ่มตัวอย่างทบทวนแผนที่ดำเนินงานไปแล้ว สรุปปัญหาอุปสรรค และให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นปรับปรุงแผนปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ให้เหมาะสมที่สุด 5) ผู้วิจัยจัดประชุมเพื่อประเมินผล โดยอภิปรายโดยใช้แบบสอบถามที่ใช้ในขั้นการทำงานประเมินผลการดำเนินงาน โดยให้กลุ่มตัวอย่างสรุปปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และผลการดำเนินงาน จากนั้นผู้วิจัยสรุปแบบที่ได้รับการพัฒนาสรุปผลการดำเนินงาน

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ แจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรคก่อน-หลัง ด้วยสถิติ Paired t-test และข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

จริยธรรมการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนนทบุรี เลขที่ 30/2565. ลงวันที่ 11 พฤศจิกายน 2565

ผลการวิจัย

1. ผลการทบทวนสถานการณ์การดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

จากการศึกษาผลการรักษาผู้ป่วยวัณโรคปอดของจังหวัดนนทบุรี ในปี พ.ศ. 2564 พบว่า มีผู้ป่วยขึ้นทะเบียนรักษาในโรงพยาบาล พื้นที่จังหวัดนนทบุรี จำนวน 1,563 ราย ซึ่งโรงพยาบาลที่มีผู้ป่วยวัณโรคมากที่สุด ได้แก่ สถาบันโรคทรวงอก และโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า โดยในจำนวนนี้มีอัตราสำเร็จการรักษา ร้อยละ 74.53 อัตราการขาดยา ร้อยละ 5.11 อัตราการรักษาล้มเหลว ร้อยละ 1.72 อัตราการโอนออก ร้อยละ 1.15 อัตราการเสียชีวิต ร้อยละ 6.07 และผู้ป่วยที่กำลังรักษา ร้อยละ 11.42 (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2565) จากการระดมสมองของผู้วิจัยและกลุ่มตัวอย่าง พบว่า เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับวัณโรค การให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติตัวของผู้ป่วยวัณโรคขณะรักษาที่และการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคที่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้ที่ทำหน้าที่กำกับกรกินยาของผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นญาติ ร้อยละ 65.48 ทำให้ไม่มีความรู้เกี่ยวกับการกินยาของผู้ป่วย นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ในพื้นที่ยังขาดการประสานงานและติดตามผู้ป่วยที่ต่อเนื่องทำให้ผู้ป่วยกินยาไม่ต่อเนื่อง เจ้าหน้าที่ยังขาดความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการดูแลผู้ป่วยวัณโรค มีการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคที่ไม่ถูกต้อง รวมถึงขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการป้องกันควบคุมวัณโรคและการดูแลผู้ป่วยในชุมชนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้เจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรคยังขาดการสื่อสารและส่งต่อผู้ป่วยลงสู่ชุมชนทำให้เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ไม่ได้ทำการติดตามผู้ป่วยอย่างต่อเนื่อง รวมไปถึงการใช้โปรแกรม National Tuberculosis Information Program (NTIP) ในการบริหารจัดการข้อมูลผู้ป่วยวัณโรคยังใช้เพียงโรงพยาบาลเท่านั้น ผู้วิจัยและกลุ่มตัวอย่างได้ร่วมกันสร้างแบบแผนที่จะเห็นถึงการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดให้เข้ารับการรักษาและกินยาอย่างต่อเนื่องจนครบการรักษา ตามแนวทางของกองวัณโรค กรมควบคุมโรคที่ว่า “ค้นให้พบ จบด้วยหาย” (สำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค., 2558)

2. ผลการพัฒนารูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

โดยใช้เทคนิคกระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วม เอ ไอ ซี เพื่อนำมาสู่แนวทางที่เหมาะสมกับพื้นที่จังหวัดนนทบุรีมากที่สุด มีแผนการดำเนินงานดังนี้ 1) แผนการอบรมให้ความรู้เรื่องวัณโรคให้กับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข โดยได้ร่วมกันวางแผนจัดการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการป้องกันควบคุมวัณโรคเป็นรายอำเภอ 6 อำเภอ จำนวน 6 ครั้ง การดำเนินการอบรมเพื่อให้เกิดความมั่นใจในการดูแลผู้ป่วยรวมถึงการติดตามผู้ป่วยให้เข้ารับการรักษาอย่างต่อเนื่องจนกว่าจะครบการรักษาตามที่แพทย์กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังมีการสาธิตเทคนิคการพูดคุยกับผู้ป่วยวัณโรคเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจให้ผู้ป่วยกินยาอย่างสม่ำเสมอ 2) แผนการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ได้จัดทำแผนร่วมกันระหว่างเจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรค เจ้าหน้าที่ สสจ. สสอ. 6 อำเภอ และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 16 แห่งที่มีผู้ป่วยวัณโรคกำลังรักษาอยู่ จากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ทั้งหมด 78 แห่ง ในการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี โดยมีการกำกับติดตามและส่งข้อมูลผ่านโปรแกรม NTIP และ Line กลุ่มผู้รับผิดชอบงานวัณโรคของจังหวัด โดยมีเนื้อหาครอบคลุมทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการดูแลรักษา ได้วางแผนให้เจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรคมีการติดตามการรักษาและการตรวจตามนัดทุกครั้ง โดยขอความร่วมมือจากแพทย์ผู้ทำการรักษาในการปฏิบัติตาม

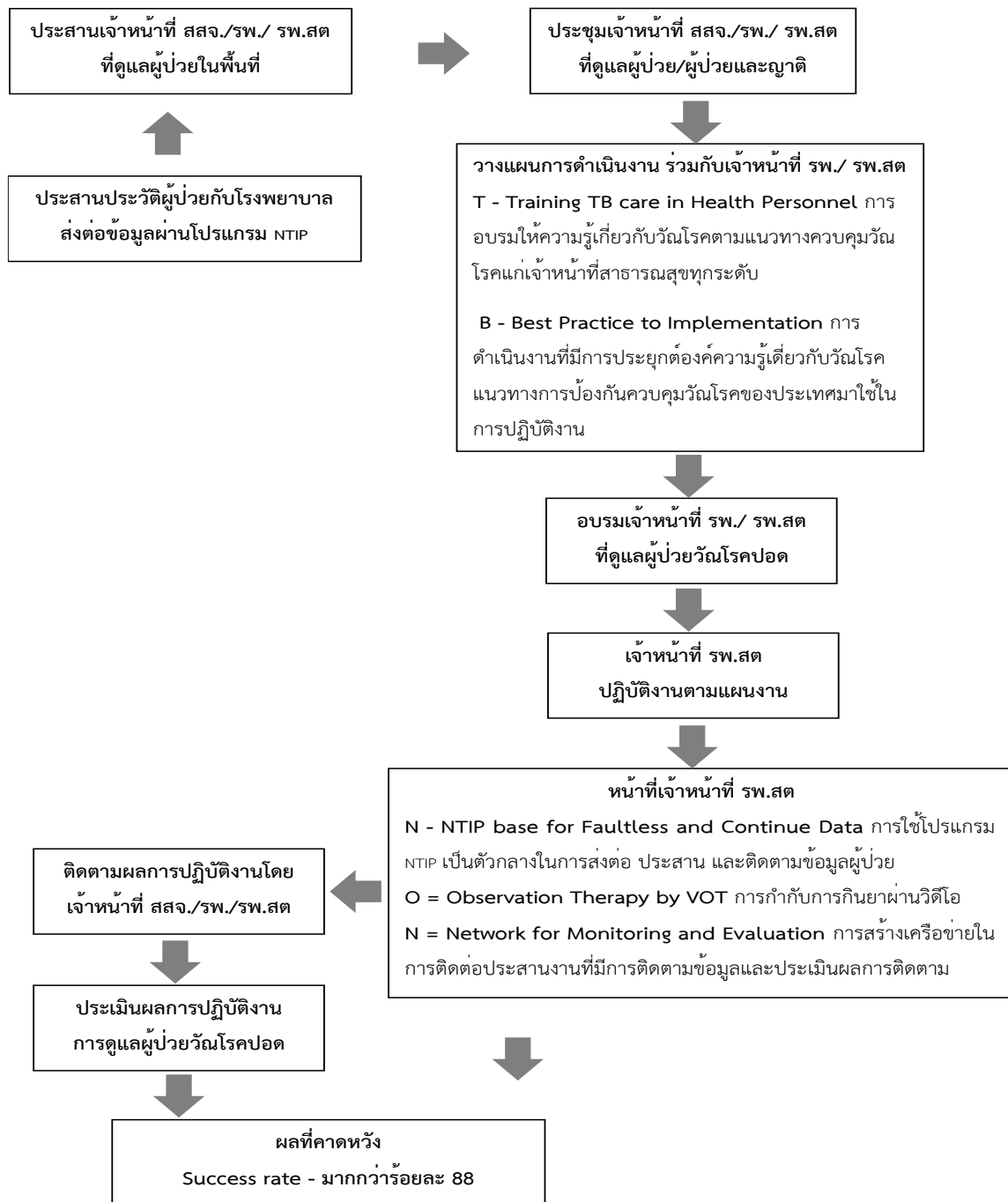
มาตรฐาน และให้เจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล มีการสังเกตอาการข้างเคียงจากการรับประทานยาของผู้ป่วยอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการรับประทานยาไม่สม่ำเสมอของผู้ป่วยวัยโรคปอดที่ได้รับสูตรยา มาตรฐาน 2) ด้านการป้องกันการแพร่เชื้อและค้นหาผู้สัมผัสวัณโรค ได้วางแผนให้เจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ในพื้นที่ของผู้ป่วยเข้าไปมีส่วนช่วยในการให้คำแนะนำการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ เช่น การกำจัดสารคัดหลั่ง การป้องกันตนเอง เป็นต้น รวมถึงร่วมกับ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน มีส่วนร่วมในการค้นหาผู้สัมผัสทั้งในผู้สัมผัสร่วมบ้านและผู้สัมผัสใกล้ชิด 3) ด้านการส่งเสริมความรู้และพฤติกรรม การดูแลตนเองระหว่างการรักษา ได้วางแผนให้เจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรคให้ความรู้เกี่ยวกับการดูแลตนเองของผู้ป่วยขณะรักษา รวมถึงการจัดการกับอาการข้างเคียงที่อาจจะขึ้นระหว่างการรักษา ทั้งนี้ในการส่งเสริมความรู้และพฤติกรรม การดูแลตนเองอยู่ภายใต้แนวทางทางการควบคุมวัณโรคของกองวัณโรค กรมควบคุมโรค (2565) และ การใช้ผลการวิจัยจากการทบทวนวรรณกรรมเข้ามาประกอบเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ในการให้คำแนะนำผู้ป่วย ได้แก่ การดูแลต่อเนื่องในชุมชน (อนุพันธ์ ประจำ, 2564; ผกายดาว พรหมสุรีย์, 2563) การใช้การมีส่วนร่วมของ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน และเจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (ศรีสุรางค์ ดวงประเสริฐ, 2563; อวิณท์ บัวประชุม และ วันเพ็ญ ปันราช, 2559) และการดูแลผู้ป่วยในโรงพยาบาล (โสณ เรืองมันคง และคณะ, 2563; ฉันทนา ชาวตร และ เพชรไสว ถิ่นตระกูล, 2555) 4) ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ได้วางแผนให้เจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ร่วมกับ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน เข้าไปมีส่วนร่วมในการจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อแก่การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค 5) การกำกับและติดตามการกินยา ได้วางแผนให้เจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ร่วมกับ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ดำเนินการกำกับการกินยาโดยมีการกำกับโดยใช้วิดีโอ หรือ VOT เข้ามามีส่วนช่วยลดระยะเวลาในการเดินทางกลับบ้านผู้ป่วยทุกวันและลดการสัมผัสผู้ป่วยวัณโรค โดยให้ผู้ป่วยกินยาผ่านวิดีโอคอลทุกวันตามเวลาที่นัดหมายจนกว่าจะครบการรักษา ทั้งนี้ได้วางแผนให้มีการส่งต่อข้อมูลผ่านโปรแกรม NTIP เพื่อจะได้สะดวกในการส่งต่อข้อมูลต่างๆ ทำให้สามารถติดตามผู้ป่วยได้ง่าย และ 6) การเยี่ยมติดตาม ได้วางแผนให้เจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลร่วมกับอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ดำเนินการเยี่ยมติดตามผู้ป่วยโดยในระยะเข้มข้น 2 สัปดาห์แรก เยี่ยม 2 ครั้งต่อสัปดาห์ รวมเป็น 4 ครั้ง เพื่อประเมินติดตามอาการข้างเคียงจากการได้รับยารักษาวัณโรค ต่อมาในช่วง 3 สัปดาห์ ถึง 2 เดือน เยี่ยมติดตามสัปดาห์ละ 1 ครั้ง รวม 6 ครั้ง ส่วนในระยะต่อเนื่องในเดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 6 เยี่ยมติดตามเดือนละ 1 ครั้ง รวม 4 ครั้ง เพื่อติดตามการกินยาของผู้ป่วยให้ต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

จากนั้นเป็นการปฏิบัติการตามแผนการดำเนินงาน โดยเจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรค และเจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ได้รับการอบรมตามแผนแล้ว ได้ออกดำเนินการกำกับติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่รับผิดชอบของเจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 16 แห่งที่มีผู้ป่วยวัณโรคกำลังรักษา อยู่ในช่วงเวลาดำเนินงาน จำนวน 32 ราย โดยมีเจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรคทำการตกลงบริการและเจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล กำกับการกินยาผ่านวิดีโอ (VDOT) ทุกวันตามเวลานัด 20.00 น. ของทุกวัน และลงเยี่ยมสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ในวันจันทร์และวันพุธ เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ และในช่วง 3 สัปดาห์ ถึง 2

เดือน เยี่ยมติดตามสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทุกวันจันทร์ รวม 6 ครั้งจากนั้นร่วมระดมสมองในการประชุมติดตามการดำเนินงาน โดยมีการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกในการจัดประชุมติดตามการดำเนินงาน และมีการสังเกตขณะเยี่ยมติดตามผู้ป่วยที่บ้านร่วมกับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน จากการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่า ตลอด 2 เดือนที่มีการติดตามผู้ป่วยเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โดยมีการกำกับการกินยาโดยมีการวิดีโอคอลตามเวลานัดหมาย จากนั้นนำมาบันทึกการกินยาในโปรแกรม NTIP อย่างครบถ้วนถูกต้อง นอกจากนี้ในทุกๆ การนัดหมายการกินยาจะมีการนับเม็ดยาที่เหลือควบคู่ไปด้วย จากการติดตามผู้ป่วยกินยาครบทุกวันทั้ง 32 คน ได้ไปพบแพทย์ตามนัดทุกคน นอกจากนี้ในการปฏิบัติตัวและพฤติกรรมดูแลสุขภาพปฏิบัติในด้านการกินยาและการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อได้อย่างถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากได้รับคำแนะนำที่ถูกต้องจากเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และได้แนะนำผู้สัมผัสร่วมบ้าน จำนวน 50 คน ไปเอกเรย์ปอดที่โรงพยาบาลตามสิทธิการรักษาทุกราย พบผลปกติทุกราย อีกทั้งผู้ป่วยมีการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้มีการสะท้อนผลของการปฏิบัติตามแผน สามารถแก้ไขปัญหาของผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีทำให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลและกินยาอย่างต่อเนื่อง มีการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในบ้านเพื่อลดการแพร่กระจายเชื้อ รวมถึงมีการส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยที่เป็นความลับและสามารถส่งต่อได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว ทั้งนี้ในการประชุมได้ทำการสรุปให้มีการติดตามผู้ป่วยอย่างต่อเนื่องทั้งการกำกับการกินยาผ่านวิดีโอและการเยี่ยมบ้านเป็นข้อตกลงเบื้องต้นในการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี เจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ได้สะท้อนผลการดำเนินงานว่า มีความเข้าใจในการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดมากขึ้น รู้สึกมีส่วนร่วมในการดูแลมากขึ้น อีกทั้งสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ระหว่างการรักษาร่วมกัน ทำให้ผู้ป่วยเกิดความมั่นใจและมีกำลังใจในการรักษาวัณโรคปอด อีกทั้งยังสามารถพัฒนาการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอด และเห็นความสำคัญ

ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้สรุปรูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ได้แก่ NON TB MODEL ได้แก่ ประกอบด้วย N = NTIP base for Faultless and Continue Data การใช้โปรแกรม National Tuberculosis Information Program (NTIP) เป็นตัวกลางในการส่งต่อ ประสาน และติดตามข้อมูลผู้ป่วยระหว่างเจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรคของโรงพยาบาล กับเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ซึ่งต้องมีการบันทึกข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย เช่น เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อได้ และที่อยู่ที่สามารถติดตามได้ เป็นต้น โดยมีการบันทึกที่ถูกต้องและมีการติดตามข้อมูลผู้ป่วยอย่างต่อเนื่อง O = Observation Therapy by Video Observation Therapy (VOT) การกำกับการกินยาผ่านวิดีโอ นำมาใช้เป็นหลักสำคัญในการกำกับการกินยาของผู้ป่วยซึ่งนำไปสู่การกินยาที่สม่ำเสมอและต่อเนื่อง โดยเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลได้กำกับการติดตามการกินยาของผู้ป่วยทุกวันตามเวลาที่นัดหมายจนกว่าจะครบการรักษา N = Network for Monitoring and Evaluation การสร้างเครือข่ายที่เข้มแข็งในการติดต่อประสานงานที่มีการติดตามข้อมูลและประเมินผลการติดตามอยู่เสมอ โดยเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลร่วมกับอาสาสมัครสาธารณสุข ลงเยี่ยมบ้านเพื่อประเมินอาการและผลข้างเคียงของยาระหว่างการรักษา รวมถึงประเมินการกินยาของผู้ป่วยวัณโรคปอดด้วย T = Training TB care in Health Personnel การอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับวัณ

โรคตามแนวทางควบคุมวัณโรคแก่เจ้าหน้าที่สาธารณสุขทุกระดับ เพื่อสร้างความเข้าใจและความมั่นใจในการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดให้สามารถดูแลและให้คำแนะนำต่างๆ เกี่ยวกับการดูแลตนเอง การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ รวมถึงการให้แรงจูงใจในการกินยาที่สม่ำเสมอ B = Best Practice to Implementation การดำเนินงานที่มีการประยุกต์องค์ความรู้เกี่ยวกับวัณโรค แนวทางการป้องกันควบคุมวัณโรคของประเทศมาใช้ในการปฏิบัติงานทั้งแนวทางการปฏิบัติต่างๆ นอกจากนี้ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้สร้างรูปแบบตามแบบ NON TB MODEL รายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงรูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีตามแบบ NON TB MODEL

3. ผลการประเมินผลการดำเนินงาน

3.1 ผลการประเมินความรู้เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรคของกลุ่มตัวอย่าง

พบว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 70.00 อายุอยู่ระหว่าง 30-35 ปี ร้อยละ 60.00 ระดับการศึกษา ระดับปริญญาตรี ร้อยละ 86.00 และปฏิบัติงานในตำแหน่งข้าราชการ ร้อยละ 90.00 กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรค ก่อนการอบรมอยู่ที่ 12.64 คะแนน (ค่าเฉลี่ย = 12.64, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 1.52) อยู่ในระดับต่ำ (น้อยกว่า 16 คะแนน) ส่วนหลังการอบรมอยู่ที่ 19.31 คะแนน (ค่าเฉลี่ย = 19.31, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 2.74) อยู่ในระดับสูง (มากกว่า 16 คะแนน) ทำให้เห็นว่า คะแนนคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรคหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value <.001) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรคของกลุ่มตัวอย่าง (n = 50)

ตัวแปร	ก่อนอบรม		หลังอบรม		t	P-Value
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรค	12.64	1.52	19.31	2.74	-6.03	<.001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3.2 ผลการนำไปปฏิบัติประเมินโดยการประชุมระดมสมอง การสังเกต และการสัมภาษณ์เชิงลึก

พบว่า ผู้ป่วยแต่ละรายที่ได้รับการเยี่ยมบ้านจากเจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ร่วมกับอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน มีการดูแลสุขภาพที่ดีขึ้นทำให้มีการมาตรวจตามนัดทุกครั้ง มีการกินยาตามเวลานัดทุกครั้งตามที่กำหนด ผู้ป่วยมีการป้องกันการแพร่เชื้อที่ถูกต้องมากขึ้น ผู้ป่วยมีการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมให้เอื้อกับการป้องกันได้มากที่สุด เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท่านหนึ่งกล่าวว่า “คนไข้ตั้งแต่ไปดูแลให้ความรู้ไป เขาก็ฟังเรานะ ปรับตัวและดูแลตัวเองดีขึ้นกว่าเดิม” นอกจากนี้มีการมาตรวจตามนัดทุกครั้ง มีการกินยาตามเวลานัดทุกครั้งตามที่กำหนด เจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรคของโรงพยาบาลท่านหนึ่งกล่าวว่า “คนไข้มาตามนัดตลอด อาจเพราะว่าอนามัยตามอยู่ตลอด จนตอนนี้คนไข้จะรักษาครบแล้วไม่เคยขาดนัดเลยสักครั้ง” อีกทั้งผู้ป่วยมีการป้องกันการแพร่เชื้อที่ถูกต้องมากขึ้น อาสาสมัครสาธารณสุขท่านหนึ่งกล่าวว่า “เมื่อก่อนเขาก็เอาไปทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ ในถังเขียว หลังๆ เขาแยกแล้วเอาไปเผาทิ้งให้ถูกแล้ว” ผู้ป่วยมีการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมให้เอื้อกับการป้องกันได้มากที่สุด โดยเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท่านหนึ่งกล่าวว่า “ไปเยี่ยมคนไข้ คนไข้ เปิดหน้าต่างให้อากาศถ่ายเทตลอด แยกข้าวของเครื่องใช้ญาติ” จากการสัมภาษณ์เชิงลึกทำให้เห็นว่า รูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

สามารถทำให้ผู้ป่วยวัณโรคปอดได้รับการรักษาที่ถูกต้องและการดูแลในชุมชนที่ต่อเนื่องทำให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยดีขึ้น

3.3 การประเมินอัตราสำเร็จการรักษาของผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่นนทบุรี ได้รับการกำกับติดตามจากกลุ่มตัวอย่างภายใต้การพัฒนาารูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ซึ่งเป็นผู้ป่วยวัณโรคที่กำลังรักษาอยู่ในเขตพื้นที่รับผิดชอบของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขแต่ละ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จำนวน 32 ราย พบว่า ผู้ป่วยวัณโรคปอดที่ได้รับการกำกับติดตามจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ที่เข้าร่วมโครงการนี้ จำนวน 32 ราย มีผลการรักษา ดังนี้ รักษาสำเร็จ จำนวน 30 ราย คิดเป็นร้อยละ 93.75 และโอนออก 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 6.25 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราสำเร็จการรักษาของในพื้นที่นนทบุรีที่ได้รับการกำกับติดตามจากกลุ่มตัวอย่างภายใต้การพัฒนาารูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี (n = 32)

ผลการรักษา	จำนวน	ร้อยละ
รักษาสำเร็จ	30	93.75
โอนออก	2	6.25

การอภิปรายผล

การวิเคราะห์สถานการณ์ยังพบปัญหาของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับวัณโรค การให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติตัวของผู้ป่วยวัณโรคขณะรักษาที่และการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคที่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้ที่ทำหน้าที่กำกับกรกินยาของผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นญาติทำให้ไม่มีความรู้เกี่ยวกับการกินยาของผู้ป่วย นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ในพื้นที่ยังขาดการประสานงานและติดตามผู้ป่วยที่ต่อเนื่องทำให้ผู้ป่วยกินยาไม่ต่อเนื่อง เจ้าหน้าที่ยังขาดความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการดูแลผู้ป่วยวัณโรค มีการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคที่ไม่ถูกต้อง รวมถึงขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการป้องกันควบคุมวัณโรคและการดูแลผู้ป่วยในชุมชนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้เจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรคยังขาดการสื่อสารและส่งต่อผู้ป่วยลงสู่ชุมชนทำให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ไม่ได้ทำการติดตามผู้ป่วยอย่างต่อเนื่อง รวมไปถึงการใช้โปรแกรม NTIP ในการบริหารจัดการข้อมูลผู้ป่วยวัณโรคยังใช้เพียงโรงพยาบาลเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ฉันทนา ชาวตร และคณะ (2555) พบว่า ผู้ป่วยวัณโรคปอดปฏิบัติไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการรักษาวัณโรคการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อการติดตามการรักษาตามนัด พี่เลี้ยงกำกับการกินยาส่วนใหญ่ไม่ได้ดูแลกำกับการกินยาของผู้ป่วยอย่างจริงจัง อัตรากำลังเจ้าหน้าที่ในการให้บริการในคลินิกวัณโรคมีไม่เพียงพอ การประสานส่งต่อข้อมูลและแนวทางการเยี่ยมติดตามผู้ป่วยไม่ชัดเจน ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับผลการศึกษาของ อวินนท์ บัวประชุม และคณะ (2559) ที่พบว่า ขาดการมีส่วนร่วมของชุมชนในการดูแลผู้ป่วย

วัณโรคปอดในชุมชน เนื่องจากผู้ป่วยวัณโรคปอด มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัณโรคน้อยโดยมีการรับประทายยา พี่เลี้ยงผู้ป่วยวัณโรคปอดมีความรู้ไม่เพียงพอเกี่ยวกับเรื่องวัณโรค ไม่เข้าใจบทบาทที่ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านมีความรู้ไม่เพียงพอ ขาดความมั่นใจในการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอด และการค้นหาผู้ป่วยรายใหม่ในชุมชน รวมถึงเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดไม่มีแนวทาง/ กิจกรรมการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดอย่างต่อเนื่อง

การพัฒนาแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี โดยใช้เทคนิค เอ ไอ ซี โดยสามารถทำให้เจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรคของโรงพยาบาลและเจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล มีแนวทางการดำเนินการที่ชัดเจน เป็นการสนับสนุนให้เกิดความร่วมมือในการวางแผน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของศรีสุรางค์ ดวงประเสริฐ (2563) ได้พัฒนาแบบการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอด ด้วยการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน โดยใช้กระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วม เอ ไอ ซี สำหรับจัดทำแผนพัฒนาแบบการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดในจังหวัดนครนายก ทั้งนี้ในการพัฒนาแบบนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกลุ่มเจ้าหน้าที่สาธารณสุขทำให้เกิดการมีส่วนร่วมในการกำหนดแผนงานที่จะปฏิบัติได้จริงๆ และสามารถนำไปเป็นแนวทางที่ชัดเจนได้ ซึ่งรูปแบบที่พัฒนาประกอบด้วย 1) ด้านการดูแลรักษา 2) ด้านการการป้องกันการแพร่เชื้อและค้นหาผู้สัมผัสวัณโรค 3) ด้านการส่งเสริมความรู้และพฤติกรรมดูแลตนเองระหว่างการรักษา 4) ด้านการดูแลสิ่งแวดล้อม 5) การกำกับและติดตามการกินยา และ 6) การเยี่ยมติดตาม ซึ่งเทคนิค เอ ไอ ซี สามารถนำเอาการมีส่วนร่วมออกมาอย่างเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ อวินนท์ บัวประชุม และคณะ (2559) ที่พัฒนาการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดในชุมชนของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ดังนั้นกระบวนการนี้สามารถพัฒนาแผนการดำเนินงานที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมจากการระดมสมองของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายในการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

การปฏิบัติตามแผนโดยการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรคให้กับเจ้าหน้าที่คลินิกวัณโรค และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และจัดทำแผนปฏิบัติการรูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ตามแบบ NON TB MODEL ประกอบด้วย N = NTIP base for Faultless and Continue Data, O = Observation Therapy by VOT, N = Network for Monitoring and Evaluation, T = Training TB care in Health Personnel, B = Best Practice to Implementation โดยรูปแบบนี้สามารถทำให้เกิดกระบวนการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการดูแลผู้ป่วยวัณโรคในพื้นที่ได้เป็นอย่างดี และเหมาะสมกับการดูแลและติดตามผู้ป่วยวัณโรคต้องมีการกำกับติดตามการกินยาเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้ผู้ป่วยสามารถรักษาจนครบตามแผนการรักษาได้ นอกจากนี้การให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยและญาติยังเป็นส่วนสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาของ อวินนท์ บัวประชุม และคณะ (2559) ที่ได้พัฒนาพัฒนาการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดในชุมชนของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่า 1) แผนการพัฒนาอบรมความรู้เรื่องวัณโรค การดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอด และทักษะเกี่ยวกับการค้นหาผู้ป่วยวัณโรคปอดในกลุ่มเสี่ยงให้กับอาสาสมัครสาธารณสุข 2) แผนการให้ความรู้เรื่องวัณ

โรคและการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องกับผู้ป่วยวัณโรคปอด และพี่เลี้ยงผู้ป่วยวัณโรคปอดโดยการติดตามเยี่ยมบ้าน 3) แผนการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดอย่างต่อเนื่องในชุมชน

การประเมินความรู้เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรคของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรคหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P -value $< .001$) สอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีสุรางค์ ดวงประเสริฐ (2563) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับวัณโรคเกี่ยวกับการดูแลผู้ป่วยวัณโรค ก่อนการอบรมและหลังการอบรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ผลการดำเนินงานรูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี สามารถทำให้ผู้ป่วยวัณโรคปอดได้รับการรักษาที่ถูกต้องและการดูแลในชุมชนอย่างต่อเนื่องทำให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ อนุพันธ์ ประจักษ์ (2564) พบว่า พฤติกรรมการดูแลต่อเนื่องสำหรับผู้ป่วยวัณโรค ในภาพรวมก่อนและหลังการพัฒนาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลการจัดกิจกรรมปฏิบัติการ ทำให้การดูแลผู้ป่วยวัณโรคมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น การพยาบาลที่เน้นครอบครัวเป็นศูนย์กลางจึงเป็นหัวใจสำคัญ เป็นการดึงครอบครัวมามีส่วนร่วมในการดูแล สมาชิกในครอบครัวมีความผูกพันใกล้ชิดกัน ดูแลช่วยเหลือเกื้อกูลกัน การประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ส่งเสริมให้การรักษาประสบผลสำเร็จ ผู้ป่วยและครอบครัวมีจิตใจเข้มแข็ง พึ่งพาตนเอง มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น นอกจากนี้การประเมินอัตราสำเร็จการรักษาของผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ได้รับการกำกับติดตามจากกลุ่มตัวอย่างภายใต้การพัฒนาแนวทางการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี พบว่า รักษาสำเร็จ ร้อยละ 93.75 เป็นไปตามเป้าหมายของประเทศที่กำหนดอัตราสำเร็จการรักษาของผู้ป่วยวัณโรคปอดมากกว่าร้อยละ 85 (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2564) สอดคล้องกับการศึกษาของ ผกายดาว พรหมสุรีย์ (2563) พบว่า หลังการใช้วงล้อคุณภาพ 3C model พบว่า อัตราการรักษาสำเร็จของผู้ป่วยวัณโรค เพิ่มขึ้น ปี 2554 เท่ากับร้อยละ 96.7 ปี 2555-2561 เท่ากับร้อยละ 100.0

ดังนั้นรูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ทำให้อัตราความสำเร็จการรักษาเพิ่มขึ้นได้เป็นอย่างดี และรูปแบบนี้สามารถนำไปใช้ได้จริงทั้งจังหวัดนนทบุรี รวมถึงเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ได้มีส่วนร่วมในการดูแลผู้ป่วยวัณโรคทำให้การติดตามผู้ป่วยเป็นไปอย่างราบรื่น สามารถติดตามผู้ป่วยได้จริงและสามารถทำได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้ป่วยสามารถกินยาได้อย่างสม่ำเสมอ ส่งผลให้สามารถลดการแพร่กระจายเชื้อในครอบครัวและชุมชน รวมถึงสามารถสร้างแนวทางที่ชัดเจนและเหมาะสมกับบริบทพื้นที่ของจังหวัดนนทบุรี มากที่สุดในการดูแลและติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอด ซึ่งในอนาคต NON TB MODEL จะผลักดันให้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการภายในจังหวัดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายอัตราความสำเร็จการรักษาผู้ป่วยวัณโรคที่ร้อยละ 85 ตามแนวทางของสำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค (2558) ที่ว่า “ค้นให้พบ จบด้วยหาย ไม่แพร่กระจาย”

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปการศึกษาครั้งนี้ได้กระบวนการการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมร่วมกับเทคนิคกระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วม เอ ไอ ซี สามารถทำให้เกิดความสำเร็จในการดำเนินงานโดยทำให้เกิดผลการวิเคราะห์สถานการณ์การดูแลและติดตามผู้ป่วยวัณโรคในจังหวัดนนทบุรี พัฒนารูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ตาม NON TB MODEL และประเมินผลการใช้รูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีโดยเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรคสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\text{-value} < .001$) และอัตราสำเร็จการรักษาของในพื้นที่นนทบุรีที่ได้รับการกำกับติดตามจากกลุ่มตัวอย่างภายใต้การพัฒนารูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ร้อยละ 93.75 ส่วนข้อเสนอแนะ หน่วยงานในระดับจังหวัด ควรมีการอบรมพัฒนาศักยภาพเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับแนวทางการดูแลรักษาวัณโรคอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในชุมชน ควรให้ความสำคัญกับการติดตามผู้ป่วยวัณโรค เพื่อประเมินอาการข้างเคียงจากยาวัณโรคและให้คำแนะนำที่ถูกต้องเหมาะสมแก่ผู้ป่วยและญาติ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในชุมชน ควรมีการกำกับการกินยาของผู้ป่วยในทุกๆ รูปแบบ ทั้งการกินยาต่อหน้า หรือการกำกับการกินยาผ่านวิดีโอ เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของการกินยาจนครบการรักษา การดูแลผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน ควรมีหน่วยงานอื่นๆ เช่น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มามีส่วนร่วมเพื่อการป้องกันควบคุมวัณโรคอย่างมีประสิทธิภาพ ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรนำรูปแบบไปใช้ในบริบทอื่นๆ เช่น จังหวัดที่มีบริบทเขตเมืองที่คล้ายคลึงกัน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กองวัณโรค กรมควบคุมโรค. (2565). *ศูนย์ข้อมูลวัณโรค (TBcm Data Center)*. สืบค้นจาก <http://122.155.219.72/tbdc/frontend/web/index.php>
- กองวัณโรค กรมควบคุมโรค. (2564). *แนวทางการควบคุมวัณโรคประเทศไทย พ.ศ. 2564*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์.
- ฉันทนา ชาวตร และ เพชรไสว ลีมิตระกุล. (2555). การพัฒนาการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอด โรงพยาบาลบ้านฝื่อ จังหวัดอุดรธานี. *วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ, 30*(3), 78-86. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/jnat-ned/article/view/3367>
- ประชาสรรค์ แสนภักดี. (2565). *เทคนิคกระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วม : Mind Map® & AIC for Participatory Planning*. สืบค้นจาก <http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/aic.html>
- ผกายดาว พรหมสุรีย์. (2563). การพัฒนาระบบการดูแลผู้ป่วยวัณโรคด้วย 3C model โรงพยาบาลน้ำยีน อุบลราชธานี. *วารสารสุขภาพและสิ่งแวดล้อมศึกษา, 5*(1), 1-10. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/hej/article/view/252581>

- ศรีสุรางค์ ดวงประเสริฐ. (2563). การพัฒนารูปแบบการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดด้วยการมีส่วนร่วม ของ
อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน. *วารสารเวชศาสตร์ป้องกันแห่งประเทศไทย*, 10(3), 522-534.
<https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JPMAT/article/view/247125>
- สินธุ์ สโรบล. (2552). *วิธีวิทยาวิจัยเพื่อการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาชุมชน: บทสังเคราะห์งานวิจัยเพื่อท้องถิ่น
ในประเทศไทยและประสบการณ์จากต่างประเทศ*. เชียงใหม่: หจก.วนิดาการพิมพ์.
- สำนักกระบวนวิชา กรมควบคุมโรค. (2563). *ระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค 506*. สืบค้นจาก
<http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/index.php>
- สำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค. (2558). *แนวทางการควบคุมวัณโรคประเทศไทย พ.ศ. 2558*. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์.
- โสน เรืองมันคง, ทองเปลว ชมจันทร์, สัญญา โพธิ์งาม และ มนพร ชาตขำนิ. (2563). การพัฒนาระบบการ
ดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่ เพื่อพัฒนาคุณภาพ การดูแลอย่างต่อเนื่องโรงพยาบาลสิงห์บุรี.
วารสารสาธารณสุขศาสตร์, 50(3), 338-50. [https://he02.tci-](https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jph/article/view/243443)
[thaijo.org/index.php/jph/article/view/243443](https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jph/article/view/243443)
- อนุพันธ์ ประจำ. (2564). การพัฒนารูปแบบการดูแลต่อเนื่องสำหรับผู้ป่วยวัณโรค อำเภออุ้มผาง
จังหวัดศรีสะเกษ. *วารสารวิจัยและพัฒนาด้านสุขภาพ*, 7(1), 210-221. [https://he02.tci-](https://he02.tci-thaijo.org/index.php/journalkorat/article/view/251354)
[thaijo.org/index.php/journalkorat/article/view/251354](https://he02.tci-thaijo.org/index.php/journalkorat/article/view/251354)
- อวินนท์ บัวประชุม และ วันเพ็ญ บัณราช. (2559). การพัฒนาการดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดอย่างมีส่วนร่วมใน
ชุมชนอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. *วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ*, 34(3), 54-60.
<https://he01.tci-thaijo.org/index.php/jnat-ned/article/view/69014>
- World Health Organization. (2021). *Treatment of tuberculosis guidelines for treatment of
drug-susceptible tuberculosis and patient care 2021 update*. Geneva, Switzerland:
WHO/HTM/TB. 2021;05.

การพัฒนาเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์

Development of Coin Based Mobile Phone Charger by Solar Energy

ภาพวิว ทะบรรหาร, กษิตศ ธรรมวานิช, พรพรหม ลิขิตพงศธร, ภาณุวัฒน์ ครุฑจันท์,
วิศรุต อ้นทอง, ชลธิชา เหล็กกล้า, ชารินทร์ ลาฤทธิ และ นพนรินทร์ น้ำจันท์

Pabview Thabanharn, Kasidit Thamwanich, Pornprom Likhitphongsathorn,

Panuwat Krutchan, Wisarut Onthong, Chonthicha Lokkeaw*, Charin Larit

and Noppaniran Namchan

วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

Nakhon Sawan Technical College

E-mail : chonthicha.l@ovec.moe.go.th*

*Corresponding author

(Received: 28 February 2023, Revised: 8 April 2023, Accepted: 10 April 2023)

<https://doi.org/10.57260/stc.2023.507>

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ให้บริการพลังงานสำรองสำหรับชาร์จโทรศัพท์ โดยมีเป้าหมายที่จะติดตั้งไว้ตามป้ายรถเมล์ หรือที่สาธารณะ เพื่อใช้ในยามฉุกเฉิน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบเชิงวิศวกรรม ผสมผสานกับคณิตศาสตร์ ใช้วงจร Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเขียนโปรแกรม มีแผงโซลาร์เซลล์เป็นแหล่งพลังงาน มีสวิตซ์ที่ 1 สำหรับปิด/เปิดเครื่องกรณีใช้ไฟ 220 AC เลี้ยวตัวเครื่อง สวิตซ์ที่ 2 สำหรับปิด/เปิดไฟจากโซลาร์ชาร์จเจอร์ สวิตซ์ที่ 3 สำหรับปิด/เปิดเครื่องโดยใช้ไฟจากโซลาร์ชาร์จเจอร์ มีช่องสำหรับรับเหรียญได้ 4 ชนิด คือ เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท มีจอ LCD แสดงสถานะจำนวนเงินและเวลา ช่องเสียบพอร์ต USB 4 ช่อง โดยนำเครื่องที่สร้างได้ไปทดลองการศึกษ ปริมาณพลังงานที่ได้จากการชาร์จด้วยเหรียญที่มีมูลค่าต่างกันในสภาวะปิดเครื่องโทรศัพท์ โดยทดลองใช้กับโทรศัพท์ ยี่ห้อ ซัมซุงรุ่น A5 2016 พบว่า เมื่อหยอดเหรียญ 1 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 5 นาที ชาร์จได้ 6.33% เมื่อหยอดเหรียญ 2 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 10 นาที ชาร์จได้ 15.67% เมื่อหยอดเหรียญ 5 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 25 นาที ชาร์จได้ 35.33% และเมื่อหยอดเหรียญ 10 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 50 นาที ชาร์จได้ 64.67% และเมื่อนำไปทดลองใช้กับครูและนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์แบบสุ่มจำนวน 20 คน พบว่าระดับความพึงพอใจของครูและนักศึกษามีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.81 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39 อยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: เครื่องชาร์จ แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ หยอดเหรียญ พลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

Development of coin based mobile phone charger by solar energy to be used as a backup power service device for charging the phone. The goal is to install them at bus stops or public for use in an emergency by using scientific process, technology, engineering design combined with mathematics, using the arduino circuit, which is a microcontroller board, to program. There is a solar panel as a power source. There is a switch 1 for turning on / off the machine in case of using 220 AC power to feed the machine. Switch 2 for turning on / off the power from the solar charger. Switch 3 for turning on / off the machine using electricity solar charger. There are 4 types of coin slots: 1 baht, 2 baht, 5 baht and 10 baht. There is an LCD display showing the status of the amount and time, 4 USB port sockets by using the built-in machine to experiment to study the amount of energy obtained from charging with coins of different values in the phone off state. By experimenting with a samsung A5 2016 model. It was found that when inserting 1 baht coins, the device will supply power for 5 minutes, charging 6.33%. Inserting 2 baht coins, the device will supply power for 10 minutes, charging 15.67%. Inserting a coin 5 baht, the machine will supply power for 25 minutes, charging 35.33%. Inserting 10 baht coins, the machine will supply power for 50 minutes, charging 64.67% and used to experiment with 20 random teachers and students of Nakhon Sawan Technical College. It was found that the satisfaction level of teachers and students, mean of 4.81 and a standard deviation of 0.39 and very good level.

Keywords: Charger, Cell phone battery, Coin operated, Solar energy

บทนำ

โทรศัพท์เคลื่อนที่ถือเป็นปัจจัยที่ 5 ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในปัจจุบันโทรศัพท์เป็นมากกว่าอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสาร คือ เป็นทั้งอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูลต่างๆ ความบันเทิง อุปกรณ์จัดบันทึกข้อมูล เป็นต้น มีผลต่อวิถีชีวิตของคนอย่างมากมาย ปัจจุบันจะพบว่าคนจะมีพฤติกรรมในการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่เกือบตลอดเวลาเพราะสมาร์ทโฟนมีการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีทำให้เกิดความสะดวกสบาย เป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมาย (อภิวรรณ ศิรินันทนา, 2561) ทั้งนี้เทคโนโลยีต่างๆ มีความก้าวหน้าและพัฒนาอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะเครื่องมือสื่อสารที่เราเรียกกันว่าสมาร์ทโฟน ซึ่งเข้ามามีบทบาทในการดำเนินชีวิตของคนอย่างมากมีการจนทำให้คนติดเป็นนิสัยในการใช้สมาร์ทโฟนในชีวิตประจำวัน จนแทบจะขาดไม่ได้ (อติสรณ์ อันสงคราม, 2558) หลายๆ ครั้งที่ผู้ใช้งานโทรศัพท์ประสบปัญหากรณีแบตเตอรี่โทรศัพท์หมดในเวลาคับขัน ผู้ใช้งานอยู่นอกสถานที่ เช่น ป้ายรถเมล์ และไม่มี power bank หรือตู้โทรศัพท์สาธารณะชาร์จ ทำให้ไม่สามารถใช้งานโทรศัพท์ได้ ซึ่งบางครั้งมีความจำเป็นเร่งด่วน หากมีอุปกรณ์สำรองพลังงานไว้บริการในที่สาธารณะ ก็จะสามารถช่วยให้ผู้ใช้โทรศัพท์สามารถติดต่อสื่อสาร หรือแจ้งเหตุไปยังผู้ที่ต้องการจะติดต่อได้ อีกทั้งจากปัญหาสถานะโลกร้อนในปัจจุบันที่มีผลต่อสภาพอากาศ การใช้ชีวิต สุขภาพร่างกาย สุขภาพจิตใจ และส่งผลต่ออนาคตข้างหน้า ปัญหาเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะหนักขึ้นตลอดเวลา ดังนั้นหลาย ๆ ภาคส่วน ทั้งภาครัฐ เอกชน ประชาชนทั่วทุกมุมโลกจึงแสวงหาวิธีที่จะช่วยในการลดปัญหาภาวะโลกร้อน ซึ่งหนึ่งในวิธีเหล่านั้นคือ การแสวงหาพลังงานทดแทนพลังงานสะอาดเข้ามาใช้ในชีวิตประจำวัน และพลังงานที่ได้รับความนิยมมากวิธีหนึ่งคือการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

จากการศึกษาสภาพปัญหา พบว่า ผู้ใช้งานโทรศัพท์มักจะมีปัญหาแบตเตอรี่โทรศัพท์หมดในเวลาคับขัน ผู้ใช้งานอยู่นอกสถานที่ เช่น ป้ายรถเมล์ และไม่มีพลังงานไฟฟ้าสำรอง หรือตู้โทรศัพท์สาธารณะชาร์จ ทำให้ไม่สามารถใช้งานโทรศัพท์ได้ ซึ่งบางครั้งมีความจำเป็นเร่งด่วน หากมีอุปกรณ์สำรองพลังงานไว้บริการในที่สาธารณะ ก็จะสามารถช่วยให้ผู้ใช้โทรศัพท์สามารถติดต่อสื่อสาร หรือแจ้งเหตุไปยังผู้ที่ต้องการจะติดต่อได้โดยมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์แบบหยอดเหรียญ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ เปรียบเทียบปริมาณพลังงานที่ได้จากการชาร์จด้วยเหรียญที่มีมูลค่าต่างกันในสถานะปิดเครื่องโทรศัพท์ แนวคิดในการนำเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานของเครื่องชาร์จแนวคิดเชิงวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในการใช้วงจร Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR มาใช้ในการเขียนโปรแกรม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณคำนวณต้นทุนในการสร้างและข้อมูลเชิงสถิติ (Duffie & Beckman, 1991) และแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2558)

ผู้จัดทำจึงใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบเชิงวิศวกรรม ผสมกับคณิตศาสตร์ มาพัฒนาสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อ

นำมาใช้เป็นอุปกรณ์ให้บริการพลังงานสำรองสำหรับชาร์จโทรศัพท์ โดยมีเป้าหมายที่จะติดตั้งไว้ตามป้ายรถเมล์ หรือที่สาธารณะ เพื่อใช้ในยามฉุกเฉิน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อศึกษาปริมาณพลังงานที่ได้จากการชาร์จด้วยเหรียญที่มีมูลค่าต่างกันในสภาวะปิดเครื่องโทรศัพท์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์แบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์

ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตของการศึกษา

เครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้วงจร Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเขียนโปรแกรม โดยมีแผงโซลาร์เซลล์เป็นแหล่งพลังงาน สามารถใช้ร่วมกับเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาทและเหรียญ 10 บาท โดยใช้แบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ DC เก็บพลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์ หรือสลับใช้ผ่านไฟบ้านก็ได้ โดยมีจอ LCD แสดงสถานะบอกจำนวนเงินและระยะเวลาในการชาร์จ

ประชากร ครูและนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จำนวน

กลุ่มตัวอย่าง ครู และนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์แบบสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากผู้ที่มีความสนใจเข้าร่วมทดลอง โดยมีครูจำนวน 5 คน และนักศึกษา จำนวน 15 คน รวมเป็น 20 คน

สถานที่ ทดลองใช้บริเวณป้ายหยุดรถประจำทางหน้าวิทยาลัย เทคนิคนครสวรรค์

ตัวแปร ศึกษาผลของมูลค่าเหรียญที่มีต่อการจ่ายพลังงานให้โทรศัพท์ในสภาวะปิดเครื่องโทรศัพท์

ตัวแปรต้น มูลค่าเหรียญ และเวลาในการชาร์จ

ตัวแปรตาม ปริมาณพลังงานที่ชาร์จได้

ตัวแปรควบคุม ประเภทโทรศัพท์ (ซัมซุง A5 2016) ชนิด Li-on Polymer ความจุ 2900 มิลลิแอมป์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ออกแบบเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์
2. ศึกษาปริมาณพลังงานที่ได้จากการชาร์จด้วยเหรียญที่มีมูลค่าต่างกันในสภาวะปิดเครื่องโทรศัพท์ นำเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นไปทดลองรับแสงและทำการศึกษาปริมาณพลังงานที่ได้จากการชาร์จด้วยเหรียญที่มีมูลค่าต่างกัน ได้แก่ เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และเหรียญ 10 บาท ในสภาวะปิดเครื่องโทรศัพท์ โดยทดลองกับโทรศัพท์ ยี่ห้อซัมซุง A5 2016
3. ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์แบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ นำเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจ โดยแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องชาร์จ

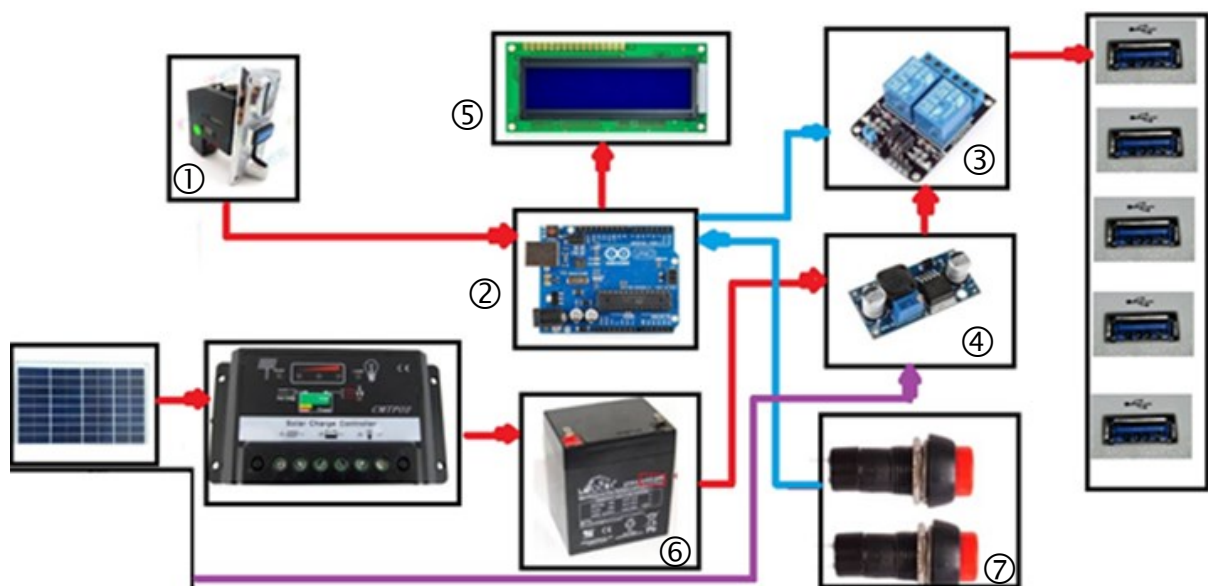
แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยุดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ จะประเมิน 3 ด้าน คือ ด้านรูปแบบชิ้นงาน ด้านความแข็งแรง และด้านการทำงาน วิเคราะห์ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างโดยนำคะแนนที่ได้จากการ มาตรวจและให้คะแนนวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย และหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยใช้ตารางสำหรับบันทึกผล การศึกษาปริมาณพลังงานที่ได้จากการชาร์จด้วยเหรียญที่มีมูลค่าต่างกันในสภาวะปิดเครื่องโทรศัพท์ โดย ทดลองใช้กับโทรศัพท์ ยี่ห้อ ซัมซุงรุ่น A5 2016
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยุดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์

ผลการออกแบบเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยุดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงดัง ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงผังการออกแบบเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยุดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์

ประกอบอุปกรณ์เหล่านี้เข้าด้วยกัน ได้แก่ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจรไฟติดอัตโนมัติ และวงจร ชาร์จแบตเตอรี่เต็มแล้วตัด มีรายละเอียดดังนี้

- 1) หมายเลข 1 แสดง เครื่องรับเหรียญ SG 6 จำนวน 1 เครื่อง โดยเครื่องรับเหรียญตัวนี้สามารถรับ เหรียญได้หลายขนาด และสามารถ Set ขนาดเหรียญใหม่ได้สามารถรับเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท 10 บาท

ได้โดยเครื่องจะส่งสัญญาณ Pulse ที่ขนาดต่างกันมาให้เวลาหยุดเหรียญ เครื่องจำเหรียญได้ 6 ชนิด แลมน็อตยึดสายไฟต่อสามารถทำงานร่วมกับArduino โดยตรง

2) หมายเลข 2 แสดง Arduino uno r 3 จำนวน 1 เครื่อง โดย เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ OpenSource คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ดออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย สามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้ สามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด

3) หมายเลข 3 แสดง Module relay 2 ช่อง จำนวน 1 ตัว สำหรับ ควบคุมเปิด/ปิด Relay Module ได้ 2 ช่อง ใช้ไฟเข้า 5 โวลต์เหมาะสำหรับ Arduino การควบคุม ส่งสัญญาณควบคุมแบบ Active Low ใช้ Arduino ควบคุม arduino relay ถ้าต้องการให้ รีเลย์ติดส่งสัญญาณ 0 ไป ถ้าต้องการให้ดับส่งสัญญาณ 1 วงจร Arduino relay module เป็นแบบ แยกกราวด์ Opto isolated Relay ปลอดภัยต่อ วงจร ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Arduino

4) หมายเลข 4 แสดง Module Regulator 12 vdc to 5 vdc จำนวน 1 ตัว โมดูลเรกูเลเตอร์สเตปดาวน์ อินพุต 4-35 โวลต์ เอาต์พุต 1.25-30 โวลต์ กระแส 3 แอมป์โมดูลออกแบบมาให้ปรับค่าโวลต์ได้แบบละเอียด ดังนั้นหมุนที่ตัวต้านทานปรับค่าได้บนบอร์ดหลาย ๆ รอบ ดังนั้นหมุนทวนเข็มนาฬิกา : ปรับโวลลง หมุนตามเข็มนาฬิกา : ปรับโวลขึ้น

5) หมายเลข 5 แสดง จอ LCD 16x2 จำนวน 1 ตัว สามารถแสดงผลตัวเลขตัวอักษรแสดงผลได้สูงสุด 2 บรรทัด 16ตัวอักษรนิยมใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเฉพาะบอร์ด Arduino

6) หมายเลข 6 แสดง แบตเตอรี่ 12 vdc จำนวน 1 ลูก โดยแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย เซลล์ไฟฟ้าเคมี หนึ่งเซลล์หรือมากกว่า ที่มีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่มีขั้วบวก (Cathode) และ ขั้วลบ (Anode) ขั้วที่มีเครื่องหมายบวกจะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขั้วที่มีเครื่องหมายลบ ขั้วที่มีเครื่องหมายลบคือแหล่งที่มาของอิเล็กตรอนที่เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกแล้วอิเล็กตรอนเหล่านี้จะไหลและส่งมอบพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายนอก เมื่อแบตเตอรี่เชื่อมต่อกับวงจรภายนอก สารอิเล็กโทรไลต์ จะเคลื่อนที่โดยทำตัวเป็นไอออน ยอมให้ปฏิกิริยาทางเคมีทำงานแล้วเสร็จในขั้วไฟฟ้าที่อยู่ห่างกัน เป็นการส่งมอบพลังงานให้กับวงจรภายนอก การเคลื่อนไหวของไอออนเหล่านั้นที่อยู่ในแบตเตอรี่ทำให้เกิดกระแสไหลออกจากแบตเตอรี่เพื่อปฏิบัติงาน

7) หมายเลข 7 แสดง สวิตช์กดติดปล่อยดับ จำนวน 2 ตัว

จากนั้นเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ด Arduino uno r 3 เพื่อให้เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท สามารถจ่ายพลังงานได้เป็นระยะเวลา 5 นาที 10 นาที 25 นาที และ 50 นาที ต่อ 1 เหรียญ ตามลำดับ นำเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยุดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นไปทดลองรับแสงและทำการศึกษาปริมาณพลังงานที่ได้จากการชาร์จด้วยเหรียญที่มีมูลค่าต่างกัน

ผลการศึกษา สามารถสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยุดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดกว้าง 14 cm ยาว 24.5 cm สูง 29.5 cm ตามลำดับ โดยมี สวิตช์ที่ 1 สำหรับปิด/เปิดเครื่อง

กรณีใช้ไฟ 220 v AC เลี้ยงตัวเครื่อง สวิตซ์ที่ 2 สำหรับปิด/เปิดไฟจากโซลาร์ชาร์จเจอร์ สวิตซ์ที่ 3 สำหรับปิด/เปิดเครื่องโดยใช้ไฟจากโซลาร์ชาร์จเจอร์ มีช่องสำหรับรับเหรียญได้ 4 ชนิด คือ เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท มีจอ LCD แสดงสถานะจำนวนเงินและเวลาในการชาร์จ ช่องเสียบพอร์ต USB ที่ใช้ได้จำนวน 4 ช่อง ดังภาพที่ 2 - 7



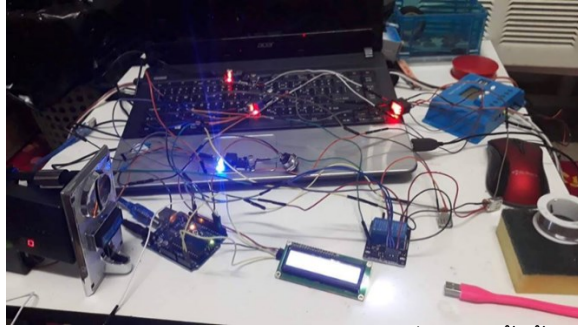
ภาพที่ 2 แสดงเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ 3 แสดงการต่อแผงโซลาร์เซลล์เข้ากับแบตเตอรี่ และเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ



ภาพที่ 4 แสดงช่องรับเหรียญและจอ LCD แสดงสถานะ



ภาพที่ 5 แสดงการต่อวงจรและอุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน



ภาพที่ 6 แสดงการติดตั้งเข้ากับตู้



ภาพที่ 7 แสดงการทดลองใช้งาน

2. ผลการศึกษาปริมาณพลังงานที่ได้จากการชาร์จด้วยเหรียญที่มีมูลค่าต่างกันในสภาวะปิดเครื่องโทรศัพท์

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการศึกษาปริมาณพลังงานที่ได้จากการชาร์จด้วยเหรียญที่มีมูลค่าต่างกันในสภาวะปิดเครื่องโทรศัพท์ โดยทดลองใช้กับโทรศัพท์ ยี่ห้อ ซัมซุงรุ่น A5 2016





ชนิดเหรียญ (บาท)	เวลาที่จ่ายพลังงานไฟฟ้า (นาที)	ปริมาณพลังงานที่ชาร์จได้ในโทรศัพท์ (%)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1	5	6	6	7	6.33
2	10	15	16	16	15.67
5	25	35	36	35	35.33
10	50	65	64	65	64.67

จากตาราง 1 พบว่า เมื่อหยอดเหรียญ 1 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 5 นาที ชาร์จได้ 6.33% เมื่อหยอดเหรียญ 2 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 10 นาที ชาร์จได้ 15.67% เมื่อหยอดเหรียญ 5 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 25 นาที ชาร์จได้ 35.33% และเมื่อหยอดเหรียญ 10 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 50 นาที ชาร์จได้ 64.67%

ผลการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จากการใช้วงจร Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR มาใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดเวลาในการจ่ายพลังงานตามมูลค่าของเหรียญ สามารถให้ผลตามโปรแกรมที่เขียน

ตาราง 2 แสดงสถานะจำนวนเงินและเวลาในการจ่ายพลังงานบนจอ LCD ของเครื่อง

ชนิดเหรียญ (บาท)	เวลาที่จ่ายพลังงานไฟฟ้า (นาที)	ลักษณะจอ LCD แสดงสถานะ
1	5	
2	10	
5	25	
10	50	

จากตาราง 2 พบว่า เมื่อใช้วงจร Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR มาใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดเวลาในการจ่ายพลังงานตามมูลค่าของเหรียญ 1 บาท จะได้เวลาที่จ่ายพลังงาน 5 นาที เหรียญ 2 บาท จะได้เวลาที่จ่ายพลังงาน 10 นาที เหรียญ 5 บาท จะได้เวลาที่จ่ายพลังงาน 25 นาที เหรียญ 10 บาท จะได้เวลาที่จ่ายพลังงาน 50 นาที โดยจะมีจอแสดงสถานะจำนวนเงินและเวลาในการจ่ายพลังงานบนจอ LCD ของเครื่อง

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์แบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์

คณะผู้จัดทำได้ทำเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ให้ครู นักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 20 คน ทดลองใช้เพื่อประเมินความพึงพอใจ แล้วนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1. รูปแบบชิ้นงาน			
1.1 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4.90	0.31	ดีมาก
1.2 ความเรียบร้อยของชิ้นงาน	4.65	0.49	ดีมาก
1.3 ความเหมาะสมของชิ้นงาน	4.85	0.37	ดีมาก
2. ความแข็งแรง			
2.1 ความแข็งแรงของตัวเครื่อง	4.60	0.50	ดีมาก
2.2 ความแข็งแรงของโครงสร้างชิ้นงาน	4.90	0.31	ดีมาก
3. การทำงาน			
3.1 ความสามารถในการทำงาน	4.85	0.37	ดีมาก
3.2 ความสะดวกในการใช้งาน	4.80	0.41	ดีมาก
3.3 ความปลอดภัยในการทำงาน	4.90	0.31	ดีมาก
3.4 ความคุ้มค่ากับเงินที่ใช้หยอดเหรียญ	4.80	0.41	ดีมาก
เฉลี่ย	4.81	0.39	ดีมาก

จากตาราง 2 พบว่า เมื่อนำไปทดลองใช้กับครูและนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์แบบสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จำนวน 20 คน พบว่า ระดับความพึงพอใจของครูและนักศึกษามีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39 อยู่ในระดับดีมากทั้งในด้านรูปแบบชิ้นงาน ความแข็งแรง ความสามารถในการทำงานที่มีความสะดวก ปลอดภัย คุ้มค่า

การอภิปรายผล

สรุปผลการพัฒนาเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยุดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์สามารถสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยุดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ มีสวิตช์ สำหรับปิด/เปิดเครื่อง สวิตช์สำหรับปิด/เปิดไฟจากโซลาร์ชาร์จเจอร์ มีช่องสำหรับรับเหรียญ มีจอ LCD แสดงสถานะจำนวนเงินและเวลาในการชาร์จ ช่องเสียบพอร์ต USB 4 ช่อง โดยการสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยุดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ให้บริการพลังงานสำรองสำหรับชาร์จโทรศัพท์ โดยมีเป้าหมายที่จะติดตั้งไว้ตามป้ายรถเมล์ หรือที่สาธารณะ เพื่อใช้ในยามฉุกเฉิน พบว่าสามารถใช้การจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558) กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในการแก้ปัญหาและตอบโจทย์ตามต้องการได้ดังนี้ 1) S : Science ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเซลล์กัลวานิกในแบตเตอรี่ชนิดประจุไฟใหม่ได้หรือ เซลล์ทุติยภูมิ สามารถประจุไฟฟ้าได้ใหม่หลังจากประจุไฟฟ้าหมด เรียกว่ารีชาร์จเจอร์ และเซลล์แสงอาทิตย์ หรือ โซลาร์เซลล์ ซึ่งเป็นเซลล์โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic cell) ที่ทำมาจากสารซิลิคอนเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงหรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้า 2) T : Technology การนำเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนมาประยุกต์ใช้ควบคู่กับการใช้วงจร Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR มาใช้ในการออกแบบ 3) E : Engineering design process การออกแบบวงจร การใส่รหัสเพื่อโปรแกรมข้อมูลการรับเหรียญชนิดต่างๆ ให้เป็นระยะเวลาในการจ่ายพลังงานนำไปทดสอบเพื่อแก้ไขปรับปรุงก่อนใช้งานจริง 4) M : Math ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการประมาณราคาต้นทุนและการคำนวณค่าสถิติทางคณิตศาสตร์เพื่อหาระดับความพึงพอใจ ผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้เป็นการแสวงหาพลังงานทดแทนพลังงานสะอาดเข้ามาใช้ในชีวิตประจำวัน และพลังงานที่ได้รับความนิยมมากวิธีหนึ่งคือการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ ญญรี ศรีดารานนท์ และคณะ (2561) และ พิณประกาย ออบเชย และ เจษฎาพร นุ่มจันทร์ (2561) ที่มีแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมให้นำแสงจากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อเป็นการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ผลการศึกษาปริมาณพลังงานที่ได้จากการชาร์จด้วยเหรียญที่มีมูลค่าต่างกันในสภาวะปิดเครื่องโทรศัพท์ พบว่า เมื่อหยุดเหรียญ 1 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 5 นาที ชาร์จได้ 6.33% เมื่อหยุดเหรียญ 2 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 10 นาที ชาร์จได้ 15.67% เมื่อหยุดเหรียญ 5 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 25 นาที ชาร์จได้ 35.33% และเมื่อหยุดเหรียญ 10 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 50 นาที ชาร์จได้ 64.67% ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์แบบหยุดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อนำไปทดลองใช้ พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับดี มากทั้งในด้านรูปแบบชิ้นงาน ความแข็งแรง ความสามารถในการทำงานที่มีความสะดวก ปลอดภัย คุ่มค่า ซึ่ง

สอดคล้องกับการศึกษาของ อัจฉาภรณ์ บุญศรี และคณะ (2562) ได้ออกแบบระบบที่เหมาะสมกับตู้ชาร์จแบตเตอรี่สาธารณะ ผ่านอุปกรณ์ Quick Charge 3.0 พบว่า ในส่วนของโครงสร้างระบบที่ออกแบบและสร้างขึ้น มีความสะดวกต่อการใช้งาน แข็งแรงทนทานต่อสภาพแวดล้อม เป็นที่พึงพอใจกับผู้ที่พบเห็น เหมาะสมและเป็นประโยชน์ให้กับ ผู้คนที่มาใช้งานตามสถานที่สาธารณะ ผลการออกแบบเชิงวิศวกรรมเมื่อใช้วงจร Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR มาใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดเวลาในการจ่ายพลังงานตามมูลค่าของเหรียญ 1 บาท จะได้เวลาที่จ่ายพลังงาน 5 นาที เหรียญ 2 บาท จะได้เวลาที่จ่ายพลังงาน 10 นาที เหรียญ 5 บาท จะได้เวลาที่จ่ายพลังงาน 25 นาที เหรียญ 10 บาท จะได้เวลาที่จ่ายพลังงาน 50 นาที โดยจะมีจอแสดงสถานะจำนวนเงินและเวลาในการจ่ายพลังงานบนจอ LCD ของเครื่อง โดยสอดคล้องกับงานวิจัยการชาร์จแบตเตอรี่ในโทรศัพท์มากมายแต่มีความแตกต่างกันในหลักการออกแบบ การนำวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ และลักษณะสถานที่จุดประสงค์ในการนำไปใช้ อาทิเช่น พิษณุ สะเตวิน และคณะ (2554) ได้กล่าวถึงรูปแบบการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือพลังงาน แสงอาทิตย์แบบหยอดเหรียญ โดยนำไปใช้ใ้สถานที่ไม่มีระบบไฟฟ้า โดยมีหลักการคือ นำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยผ่านเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 40 วัตต์ และเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้ไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ จำนวน 2 ลูก แล้วนำเอาพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ มาผ่านวงจรเก็บประจุพลังงานให้แบตเตอรี่ของโทรศัพท์มือถือ โดยมีแนวคิดการนำเอาพลังงานจากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อเป็นพลังงานทดแทน ถัดมาเป็นงานวิจัยของ นพพร อำนางบุญดี และคณะ (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาเครื่องบริการเติมแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า งานวิจัยนี้มีแนวคิดการออกแบบเครื่องบริการเติมแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ พลังงานแสงอาทิตย์โดยการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้แทนพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้พลังงานกับโทรศัพท์มือถือแบบพกพาโดยตัวเครื่องมีส่วนหลักในการทำงาน คือเมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ ก็จะมาผ่านอินเวอร์เตอร์เพื่อเพิ่มแรงดันให้พอเหมาะเพื่อไปเข้าวงจรชาร์จ ทำการชาร์จแบตเตอรี่สำรองไฟอีกด้านก็ต่อตรงจากโซล่าเซลล์ผ่านอินเวอร์เตอร์ 12 V. เข้าวงจรชาร์จโทรศัพท์เพื่อชาร์จอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบพกพาโดยตรง

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญพลังงานแสงอาทิตย์สรุปได้ว่า ตัวเครื่องมีขนาดกว้าง 14 cm ยาว 24.5 cm สูง 29.5 cm ตามลำดับ ใช้วงจร Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเขียนโปรแกรม โดยมี สวิตช์ที่ 1 สำหรับปิด/เปิดเครื่องกรณีใช้ไฟ 220 AC เลี้ยงตัวเครื่อง สวิตช์ที่ 2 สำหรับปิด/เปิดไฟจากโซลาร์ชาร์จเจอร์ สวิตช์ที่ 3 สำหรับปิด/เปิดเครื่องโดยใช้ไฟจากโซลาร์ชาร์จเจอร์ มีช่องสำหรับรับเหรียญได้ 4 ชนิด คือ เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท มีจอ LCD แสดงสถานะ ช่องเสียบพอร์ต USB 4 ช่อง ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณพลังงานที่ได้จากการชาร์จด้วยเหรียญที่มีมูลค่าต่างกัน เมื่อหยอดเหรียญ 1 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 5 นาที ชาร์จได้ 6.33% เมื่อหยอดเหรียญ 2 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 10 นาที ชาร์จได้ 15.67% เมื่อหยอดเหรียญ 5 บาท

เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 25 นาที ชาร์จได้ 35.33% และเมื่อหยุดเหรียญ 10 บาท เครื่องจะจ่ายพลังงาน เป็นเวลา 50 นาที ชาร์จได้ 64.67% เมื่อนำไปทดลองใช้กับครูและนักศึกษา พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ควรทดลองชาร์จกับโทรศัพท์หลายยี่ห้อ หลายรุ่น ควรติดตั้งตัวเครื่องไว้ในที่ร่ม ส่วนแผงโซลาร์เซลล์ให้อยู่กลางแจ้ง ควรมีสายชาร์จหลากหลายรูปแบบไว้บริการกรณีที่ผู้ใช้ไม่มีสายชาร์จมา หากมีการผลิตในเชิงพาณิชย์ควรใช้ตู้เหล็ก และสายชาร์จที่แน่นหนาเพื่อป้องกันการโจรกรรม และแจต้อยอดงานวิจัยให้สามารถสแกนจ่ายแทนการหยุดเหรียญกรณีที่ไม่มีเหรียญ

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐรี ศรีดารานนท์, โสภา วิศิษฎ์ศักดิ์ และ โจเซฟ เคดารี. (2561). แนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับอาคารในเขตร้อนชื้น. *วารสารสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวิจัย*, 17(2), 11-24. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/arch-kku/article/view/105569>
- นพพร อำนาจบุคดี, ภัทร เกิดอินทร์, สุระเจตน์ อ่อนฤทธิ์, สนธยา เกาะสมบัติ และ ปิยวิทย์ เอี่ยมพริ้ง. (2550). *การพัฒนาเครื่องบริการเติมแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์*. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- พิณประกาย อบเชย และ เจษฎาพร นุ่มจันทร์. (2561). *การออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ของระบบไฟส่องสว่างบนถนน ทางเท้าแบบเปิด – ปิดตามเวลาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์*. กำแพงเพชร: คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- พิษณุ สะเตวิน, สิทธิพงษ์ ขุนทองจันทร์ และ ณัฐชัย ทองสุข. (2554). *เครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือด้วย พลังงานแสงอาทิตย์*. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่ายส่งเสริมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิรินภา กิจเกื้อกุล. (2558). *ส่งเสริมศึกษา (STEM EDUCATION)*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17(2), 201-202. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/33370
- อดิสรณ์ อ้นสงคราม. (2558). *ผลกระทบจากการใช้สื่อโซเชียลมีเดียของคนวัยทำงานในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล*. ขอนแก่น: คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีประทุม.
- อภิวรรณ ศิรินนทนา. (2561). *สมาร์ตโฟนกับสังคมก้มหน้า*. *วารสารบัณฑิตวิทยาลัยรำไพพรรณี*, 1(1), 55-71. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JRBGS/article/view/254609>
- อัษฎางค์ บุญศรี, นิวัติ คลังสีดา, กิตติชัย ร่มยอดินดง และ ภาณุมาศ ข้าเกตุ. (2562). *การออกแบบและสร้างตู้ชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่*. กำแพงเพชร: คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (1991). *Solar Engineering of Thermal Processes*. New York: John Wiley & Sons.

การพัฒนาสื่อการสอน แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก

The Development of 2D Animation Instructional Media Entitled

Mae Hong Son Mueng Sam Mohk

ชญานิน อูประ, ประภาพร ต๊ะดง และ ศิริกรณ์ กันขัติ*

Chayanin Aupara , Prapaporn Tadong and Sirikorn Kankhat*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

E-mail : 63141003@g.cmru.ac.th, 63141004@g.cmru.ac.th and sirikorn@g.cmru.ac.th*

*Corresponding author

(Received: 21 February 2023, Revised: 13 March 2023, Accepted: 23 March 2023)

<https://doi.org/10.57260/stc.2023.497>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการสอนแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก 2) เพื่อประเมินคุณภาพของสื่อการสอน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจจากการใช้สื่อการสอน กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนชุมชนต่อแพวิทยา จำนวน 41 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) สื่อการสอนแอนิเมชัน 2 มิติ 2) แบบประเมินคุณภาพสื่อของผู้เชี่ยวชาญ และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจจากการใช้สื่อการสอน วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งมีผลการวิจัยดังนี้ 1) สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องแม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 สามารถนำมาใช้เป็นสื่อประกอบการสอนในรายวิชา สังคมศึกษาได้ 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของสื่อ อยู่ในระดับมากที่สุด ด้วยค่าเฉลี่ย 4.54 และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ด้วยค่าเฉลี่ย 4.63

คำสำคัญ: แอนิเมชัน 2 มิติ ภูมิปัญญา วิถีชีวิต วัฒนธรรม

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop teaching materials for 2D animation entitled Mae Hong Son Mueng Sam Mohk. 2) to assess the quality of teaching media and 3) to study satisfaction from using teaching media. The sample in this research were 41 students in grades 1-3 TorPaeWittaya School. The research tools consisted of 1) 2D animation instructional media, 2) expert media quality assessment form and 3) satisfaction assessment form using teaching media. This study perform statistical analysis using mean and standard deviation. The research results are as follows: 1) 2D animation media about Mae Hong Son Mueng Sam Mohk. For students in grades 1-3, it can be used as a teaching aid in the course. social studies, 2) the results of the assessment of the effectiveness of teaching materials was at a high level with an average of 4.54 and 3) the satisfaction of the users was at the highest level with an average of 4.63.

Keywords: 2D animation, Local wisdom, Life, Culture

บทนำ

แม่ฮ่องสอน เป็นหนึ่งในจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยประชากรที่อาศัยในพื้นที่มีความหลากหลายทางเชื้อชาติและวัฒนธรรม ได้แก่ ชาวไทใหญ่ จีนฮ่อ พม่า และชาวเขาเผ่าอื่น ๆ อีกมากมาย โดยในปัจจุบันยังมีการอนุรักษ์วัฒนธรรม ขนบธรรมเนียม และประเพณี ของแต่ละชนเผ่าเอาไว้ได้เป็นอย่างดีเสมอมา และยังสามารถอยู่ร่วมกันกับชนเผ่าอื่น ๆ ที่มีวัฒนธรรมแตกต่างกัน และการพัฒนาของสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างดี ทั้งนี้จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีความโดดเด่นที่หลากหลาย ทั้งประเพณี และสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากความหลากหลายทางวัฒนธรรมของประชากรหลายกลุ่มชาติพันธุ์ เช่น ประเพณีปอยส่างลอง (ประเพณีบวชลูกแก้ว) เป็นประเพณีบวชเณรตามธรรมเนียมของชาวไทใหญ่ ประเพณีจองพารา (งานปอยเหลินสิบเอ็ด) คือประเพณีส่วนหนึ่งในงานเทศกาลออกพรรษา โดยในเทศกาลหรือประเพณีต่าง ๆ ของชาวจังหวัดแม่ฮ่องสอนจะแต่งกายในชุดชนเผ่า เพื่อสืบสานประเพณีและวัฒนธรรมโดยประเพณีต่าง ๆ จะมีการจัดขึ้นที่วัดซึ่งเป็นสถานที่อันเป็นมงคลเป็นส่วนใหญ่

ปัจจุบันนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้เรียนรายวิชา สังคมศึกษา โดยมีเนื้อหาสาระการเรียนรู้หน้าที่พลเมือง วัฒนธรรม และการดำเนินชีวิตในสังคม อิทธิเดช น้อยไม้ (2560) ให้ความหมายของสังคมศึกษาว่า สังคมศึกษา เป็นศาสตร์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากแขนงวิชาทางสังคมศาสตร์ ที่คัดเลือกมาเพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นพลเมืองดี พร้อมเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับสื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องแม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก ที่มีการ บูรณาการให้เข้ากับเนื้อหาสาระวิชาสังคมศึกษา ประกอบกับปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยี และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และสังคม

สมัยใหม่ รวมไปถึงเทคโนโลยีที่มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ จึงมีการประยุกต์เอาความสามารถของคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิตสื่อ โดยใช้ซอฟต์แวร์กราฟิกทำภาพให้เป็นภาพเคลื่อนไหวโดยการใช้เทคนิคภาพที่เรียกว่า “แอนิเมชัน” (Animation) โดยแอนิเมชัน หมายถึง "การสร้างภาพเคลื่อนไหว" ด้วยการนำภาพนิ่งมาเรียงลำดับกันและแสดงผลอย่างต่อเนื่อง งานแอนิเมชันส่วนใหญ่ที่ปรากฏออกมาทางสื่อไม่ว่าจะเป็น เกมส์ ภาพยนตร์หรือโฆษณาจะอยู่ในรูปแบบของการ์ตูนทั้งสิ้น เนื่องจากการ์ตูนมีบทบาทสำคัญอย่างมาก เพราะเป็นสื่อที่รับรู้เข้าใจได้ง่ายต่อไปในอนาคต แอนิเมชันจะเข้ามามีบทบาทในสื่อการศึกษาทุกศาสตร์ทุกแขนง เพราะสื่อแอนิเมชันสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้เข้าใจในบทเรียนได้ง่ายและเข้าใจตรงกัน เนื่องจากเห็นภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนชัดเจนมากกว่าจะเป็นเพียงตัวหนังสือหรือเป็นภาพนิ่ง การสร้างงานแอนิเมชันเป็นการรวมองค์ความรู้และประสบการณ์ทั้งศาสตร์และศิลป์เข้าไว้ด้วยกัน และสื่อแอนิเมชันสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนทำให้เข้าใจในบทเรียนได้ง่าย และเข้าใจได้ตรงกัน เนื่องจากเห็นภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนนั้นได้ชัดเจน มากกว่าจะเป็นเพียงตัวหนังสือหรือภาพนิ่ง (ธรรมศักดิ์ เอื้อรักสกุล, 2547)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ทางผู้วิจัยจึงสร้างสรรค์และออกแบบสื่อในรูปแบบการ์ตูนแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก เกี่ยวกับความเป็นมาและวัฒนธรรมของชาวจังหวัดแม่ฮ่องสอน เพื่อกระตุ้นจิตสำนึกของผู้ชมในรูปแบบของการ์ตูน ผ่านทางการดำเนินเรื่องของตัวละครที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยใช้เทคนิคการสร้างเรื่องราวจากจินตนาการและการอุปมาอุปไมยซึ่งจะช่วยดึงดูดความสนใจจากผู้ชม และเกิดแรงจูงใจที่จะปฏิบัติตาม (ทิพย์สุคนธ์ เพชรโอภาส, 2559) นอกจากนี้สื่อแอนิเมชันสามารถนำไปเผยแพร่ผ่านทางสื่อสังคมออนไลน์ ทำให้เข้าถึงผู้ชมได้เป็นจำนวนมาก ส่งเสริมให้เกิดความรู้แก่ผู้ที่สนใจ และปลูกฝังคุณค่าทางวัฒนธรรมแก่คนรุ่นใหม่ให้เข้าใจง่ายขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อการสอน แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก
2. เพื่อประเมินคุณภาพสื่อการสอน แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจสื่อการสอน แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก

ระเบียบวิธีวิจัย

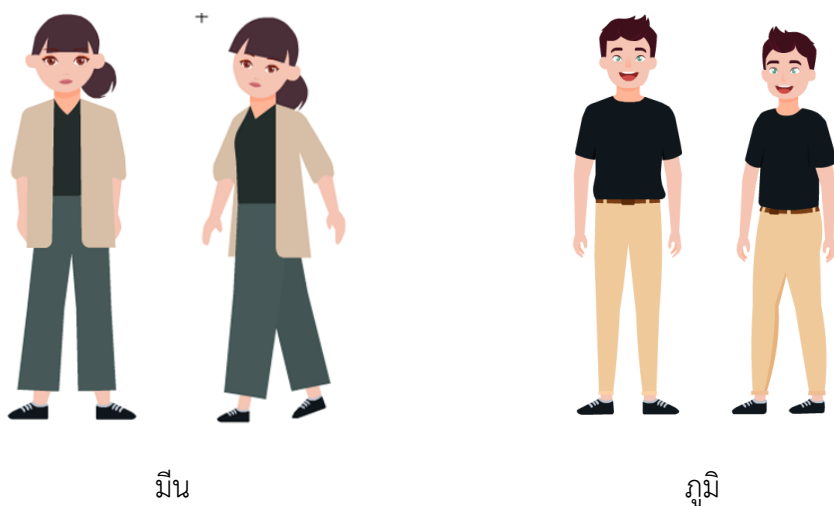
ขั้นตอนที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยสื่อการสอนแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก เลือกใช้การพัฒนาตามแบบ ADDIE Model (รวรวัดน์ นิมนงค์, 2563) โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (A: Analysis) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบของเค้าโครงเรื่องที่ใช้ในการนำเสนอสื่อแอนิเมชัน โดยเลือกรูปแบบของเค้าโครงที่มีการดำเนินเรื่องราว โดยการสร้างเป็นสถานการณ์ตัวอย่างที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และใช้โครงสร้างแบบสามมอค์ (Three-Act-Structure) จะแบ่งช่วงของการเล่าเรื่องเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 1) ช่วงเริ่มเรื่อง เป็นช่วงของการแนะนำตัวละครและนำเข้าสู่บท

เรื่อง 2) ช่วงดำเนินเรื่องราว เป็นช่วงที่ตัวละครเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ เพื่อบอกเล่าประวัติความเป็นมาของวัฒนธรรม ประเพณี สถานที่ท่องเที่ยว และสอบถามภูมิปัญญาท้องถิ่นกับปราชญ์ชาวบ้าน และ 3) ช่วงสรุป เป็นการสรุปเรื่องราวและเชิญชวนผู้คนที่สนใจมาเที่ยวในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

2. ขั้นตอนการออกแบบ (D: Design) ผู้วิจัยได้นำโครงสร้างของสื่อแอนิเมชันที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์มากำหนดการออกแบบสื่อแอนิเมชันในงานวิจัย โดยออกแบบเนื้อเรื่องผ่านการเล่าเรื่องของตัวละครหลัก 2 ตัว ได้แก่ มินและภูมิ ซึ่งเป็นมีคคู่เทศ์ก้น้อยของจังหวัดแม่ฮ่องสอน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบฉากที่ใช้ในสื่อแอนิเมชัน ได้แก่ ฉากใต้เตี๊ยม ฉากวัดดอยกองมู ฉากรูปปั้นพญาสิงหนาทราชา ฉากศูนย์ไทใหญ่ศึกษา ฉากบ้านต่อแพ ฉากชุมชนบ้านผาบ่อง ฉากทุ่งดอกบัวตอง ฉากภูชี้ฟ้า และการออกแบบสตอรี่บอร์ด โดยใช้ภาพที่ต่อเนื่องในการเล่าเรื่องให้ได้อย่างครบถ้วนตามโครงสร้างที่ออกแบบไว้ ซึ่งจะทำให้เข้าใจเรื่องราวที่เกิดขึ้นในสื่อได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 1 แสดงการออกแบบตัวละคร



ฉากใต้เตี๊



ฉากวัดดอยกองมู



ฉากรูปปั้นพญาสิงหนาทราชา



ฉากศูนย์ไทใหญ่ศึกษา



ฉากบ้านต่อแพ



ฉากชุมชนบ้านผาบ่อง



ฉากทุ่งดอกบัวตอง



ฉากกุญแจมือ

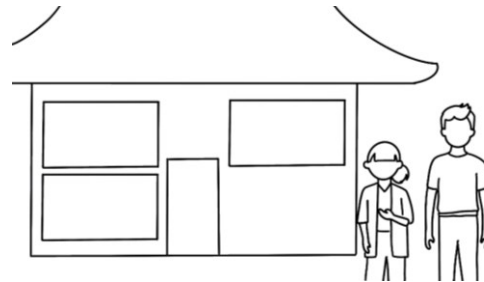
ภาพที่ 2 แสดงการออกแบบฉาก



ฉากใต้เตี๊ยะ



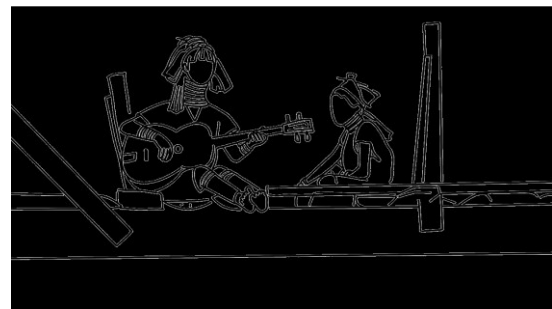
ฉากวัดดอยกองมู



ฉากศูนย์ไทใหญ่ศึกษา



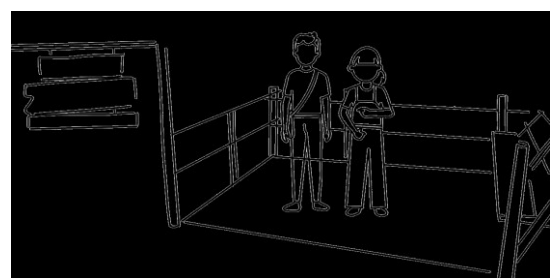
ฉากบ้านตอแพ



ฉากชุมชนบ้านผาบ่อง



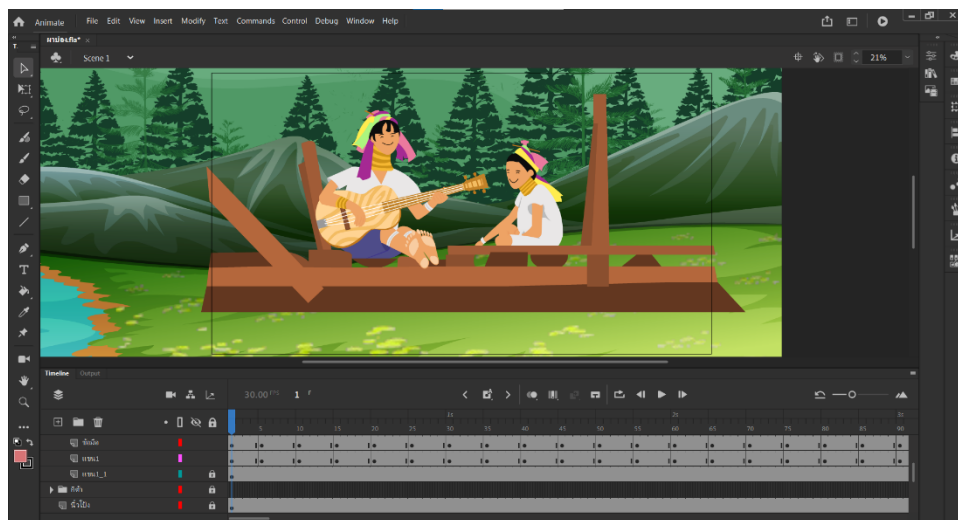
ฉากทุ่งดอกบัวตอง



ฉากภูชี้ฟ้า

ภาพที่ 3 แสดงสตอรี่บอร์ด

3. ขั้นตอนการพัฒนา (D: Development) เป็นขั้นตอนของการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน ซึ่งจะนำข้อมูลที่ไดจากการวิเคราะห์และออกแบบในขั้นตอนก่อนหน้ามาสร้างตัวละคร ฉาก และข้อความ ด้วยซอฟต์แวร์ Adobe animate 2020 และ Adobe photoshop นอกจากนี้ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างเสียงคือเว็บแอปพลิเคชัน Botnoi voice ซึ่งเป็นเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการสร้างเสียงเพื่อนำมาตัดต่อวิดีโอ โดยการป้อนข้อความที่ต้องการเสียงพากย์แล้วเลือกเสียง AI ที่ต้องการ สำหรับซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการตัดต่อคือ Adobe premiere สามารถใช้ในการตัดต่อสื่อแอนิเมชันในรูปแบบไฟล์ MP4 หลังจากการพัฒนาสื่อการสอนแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และนำผลการ ประเมินประสิทธิภาพของสื่อมาหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 4 แสดงการพัฒนาสื่อแอนิเมชันด้วยซอฟต์แวร์ Adobe Animate

4. ขั้นตอนการนำไปใช้งาน (I: Implementation) เป็นการนำสื่อแอนิเมชัน 2 มิติไปใช้เป็นสื่อการสอนในรายวิชาสังคมศึกษา สำหรับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนชุมชนต่อแพวิทยา

5. ขั้นตอนการประเมินผล (E: Evaluation) เป็นการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนชุมชนต่อแพวิทยา จำนวน 41 คน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการรับชมสื่อ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standardization: S.D.)

การออกแบบแบบประเมิน

ออกแบบแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน และแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้สื่อการสอนแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก ตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert scale) ใช้เกณฑ์ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด สามารถแปรผลจากการตอบแบบประเมิน ได้ดังนี้

5.00 – 4.50	หมายถึง	มากที่สุด
4.49 – 3.50	หมายถึง	มาก
3.49 – 2.50	หมายถึง	ปานกลาง
2.49 – 1.50	หมายถึง	น้อย
1.49 – 1.00	หมายถึง	น้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยให้กลุ่มเป้าหมายตอบแบบสอบถามความพึงพอใจผ่านแบบประเมินออนไลน์ (Google Forms) การวิเคราะห์ผลจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล (Microsoft excel)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อจากการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน จำนวน 3 ท่าน มีรายการ ประเมิน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาของสื่อ ได้แก่ เนื้อหามีความถูกต้องตามหลัก การดำเนินเรื่องเป็นลำดับขั้นตอน เนื้อหาสนับสนุนความก้าวหน้า เนื้อหามีความง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น และเนื้อหามีการจัดลำดับการนำเสนอที่เหมาะสม 2) ด้านภาษาที่ใช้ได้แก่ ภาษาที่ใช้ถูกต้องชัดเจน ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัย และภาษาที่ใช้อธิบายสื่อความหมาย เข้าใจได้ง่ายไม่ซับซ้อน 3) ด้านวัตถุประสงค์ ได้แก่ สื่อนำเสนอได้ชัดเจนตรงประเด็น และ 4) ด้านลักษณะของสื่อ ได้แก่ ตัวอักษร ภาพประกอบมีความถูกต้อง ชัดเจน มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาชัดเจนขึ้น พบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพของสื่อการสอนทุกด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนี้ ด้านเนื้อหาของสื่อ มีค่าเฉลี่ย 4.58 ด้านภาษาที่ใช้ มีค่าเฉลี่ย 4.44 ด้านวัตถุประสงค์ มีค่าเฉลี่ย 4.67 และด้านลักษณะของสื่อ มีค่าเฉลี่ย 4.50 ทำให้ภาพรวมของสื่อการสอนมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.54 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของสื่อ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD.	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหาของสื่อ	4.58	0.24	มากที่สุด
ด้านภาษาที่ใช้	4.44	0.16	มากที่สุด
ด้านวัตถุประสงค์	4.67	0.47	มากที่สุด
ด้านลักษณะของสื่อ	4.50	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ยในภาพรวม	4.54	0.33	มากที่สุด

การวิเคราะห์ความพึงพอใจจากการใช้สื่อของกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนชุมชนต่อแพวิทยา จำนวน 41 คน โดยใช้สื่อการสอน แอนิเมชัน 2 มิติ นี้เป็นสื่อประกอบกิจกรรมเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจทางวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่นของชาวจังหวัดแม่ฮ่องสอน และทำการตอบ

แบบประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานสื่อได้ผลการประเมินความพึงพอใจ เท่ากับ 4.54 โดยการนำเสนอเนื้อหาของสื่อแอนิเมชันมีความน่าสนใจ สวยงาม เนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 การออกแบบฉากและตัวละครมีความสวยงาม เหมาะสม เนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 รูปแบบการนำเสนอมีความเรียบง่าย สามารถเข้าถึงได้ ทุกเพศ ทุกวัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 การออกแบบรูปภาพมีความสวยงาม ชัดเจน และสื่อความหมาย สื่อ เนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง เข้าใจง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ความยาวของสื่อแอนิเมชันมีความเหมาะสม ไม่สั้น ไม่ ยาวจนเกินไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 การออกแบบขนาดหน้าจอมีความสวยงามและเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 เสียงดนตรีประกอบมีความเหมาะสมกับฉาก ไม่เสียงดัง หรือเบาจนเกินไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 รูปแบบและขนาดของตัวอักษร มีความโดดเด่นและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 การจัดองค์ประกอบด้านกราฟิกของตัวละคร ตัวอักษร และฉากมีความน่าสนใจ ชัดเจน โดดเด่น และสวยงาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของสื่อการสอน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับคุณภาพ
1. การนำเสนอเนื้อหาของสื่อแอนิเมชันมีความน่าสนใจ สวยงาม	4.39	0.77	พอใจมาก
2. การออกแบบฉากและตัวละครมีความสวยงาม เหมาะสม	4.63	0.66	พอใจมาก
3. รูปแบบการนำเสนอมีความเรียบง่าย สามารถเข้าถึงได้ ทุกเพศ ทุกวัย	4.54	0.64	พอใจมาก
4. การออกแบบรูปภาพมีความสวยงาม ชัดเจน และสื่อความหมายสื่อ	4.46	0.78	พอใจมาก
5. เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง เข้าใจง่าย	4.61	0.70	พอใจมาก
6. ความยาวของสื่อแอนิเมชันมีความเหมาะสม ไม่สั้น ไม่ ยาวจนเกินไป	4.49	0.84	พอใจมาก
7. การออกแบบขนาดหน้าจอมีความสวยงามและเหมาะสม	4.59	0.59	พอใจมาก
8. เสียงดนตรีประกอบมีความเหมาะสมกับฉาก ไม่เสียงดัง หรือเบาจนเกินไป	4.56	0.64	พอใจมาก
9. รูปแบบและขนาดของตัวอักษร มีความโดดเด่นและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	4.59	0.67	พอใจมาก
10. การจัดองค์ประกอบด้านกราฟิกของตัวละคร ตัวอักษร และฉากมีความน่าสนใจ ชัดเจน โดดเด่น และสวยงาม	4.51	0.68	พอใจมาก
เฉลี่ยในภาพรวม	4.54	0.70	พอใจมาก

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสื่อการสอนแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก มีผลการดำเนินงานดังนี้

1. ผลการพัฒนาสื่อการสอนแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก ได้วิเคราะห์เนื้อหาตามโครงสร้างแบบสามองค์ และพัฒนาสื่อตามตัวแบบ ADDIE Model พร้อมทั้งใช้เทคนิคการสร้างแอนิเมชันตามหลักการสร้างภาพเคลื่อนไหว ทฤษฎีสีและเส้น รวมถึงนำไปเผยแพร่ผ่านทางสื่อสังคมออนไลน์ ซึ่งผู้ชมสามารถรับชมสื่อแอนิเมชันความยาวประมาณ 12 นาที โดยมีตัวอย่างสื่อแอนิเมชัน 2 มิติ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างสื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของสื่อการสอนแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมิน มีรายการประเมิน 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาของสื่อ ได้แก่ เนื้อหา มีความถูกต้องตามหลัก การดำเนินเรื่องเป็นลำดับขั้นตอน เนื้อหาสนับสนุนความก้าวหน้า เนื้อหา มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น และเนื้อหามีการจัดลำดับการนำเสนอที่เหมาะสม ประสิทธิภาพของสื่อการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.58 2) ด้านภาษาที่ใช้ได้แก่ ภาษาที่ใช้ถูกต้องชัดเจน ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัย และภาษาที่ใช้อธิบายสื่อความหมาย เข้าใจได้ง่ายไม่ซับซ้อน ประสิทธิภาพของสื่อการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.44 3) ด้านวัตถุประสงค์ ได้แก่ สื่อนำเสนอได้ชัดเจนตรงประเด็น ประสิทธิภาพของสื่อการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.67 และ 4) ด้านลักษณะของสื่อ ได้แก่ ตัวอักษร ภาพประกอบมีความถูกต้องชัดเจน มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาชัดเจนขึ้น อยู่ในระดับ พึงพอใจมาก ประสิทธิภาพของสื่อมีค่าเฉลี่ย 4.54 ทำให้ภาพรวมของสื่อมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.54 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของสื่อ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหาของสื่อ	4.58	0.24	มากที่สุด
ด้านภาษาที่ใช้	4.44	0.16	มากที่สุด
ด้านวัตถุประสงค์	4.67	0.47	มากที่สุด
ด้านลักษณะของสื่อ	4.50	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ยในภาพรวม	4.54	0.33	มากที่สุด

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนชุมชนต่อแพวิทยา จำนวน 41 คน โดยเป็นเพศชาย จำนวน 21 คน และเพศหญิง จำนวน 20 คน มีผลการประเมินความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย 4.54 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70

การอภิปรายผล

สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง แม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอกที่จัดทำขึ้น สามารถนำไปใช้เพื่อเป็นสื่อการสอนในรายวิชาสังคมศึกษา รวมไปถึงการใช้สื่อเพื่อเผยแพร่ให้กับบุคคลที่สนใจผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวให้กับจังหวัดแม่ฮ่องสอน ทั้งนี้งานวิจัยนี้พัฒนาขึ้นบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการสร้างสื่อการสอนแอนิเมชัน 2 มิติ ความยาวประมาณ 12 นาที ที่จะช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประวัติความเป็นมา วัฒนธรรมประเพณี ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยมีผลการประเมินประสิทธิภาพของสื่อการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด ด้วยค่าเฉลี่ย 4.54 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.54 แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 2 มิติ ในการสร้างความรู้ความเข้าใจ โดยผลการประเมินนี้ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ณัฐชัย เจริญสุข และคณะ, 2562) ที่พัฒนาสื่อแอนิเมชันเพื่อใช้ในการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนผ่านสื่อการ์ตูนแอนิเมชันที่สร้างขึ้น ผ่านทางรูปแบบของสื่อที่ง่ายต่อการจดจำ มีความน่าสนใจ และเข้าใจได้ง่าย

ความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อการออกแบบฉากและตัวละครของสื่อการสอน แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องแม่ฮ่องสอนเมืองสามหมอก อยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยสามารถแปลความหมายได้ว่าสื่อแอนิเมชัน 2 มิติ ที่พัฒนาขึ้น สามารถสร้างความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนทำให้มีความน่าตื่นเต้นมากยิ่งขึ้น จึงทำให้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ชาญศักดิ์ พบลาก, 2556) ที่ศึกษารูปแบบตัวการ์ตูนแบบพื้นฐานญี่ปุ่นและแบบพื้นฐานอเมริกา เพื่อการออกแบบ หนังสือประกอบการเรียน โดยนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา และมัธยมศึกษาตอนต้น จะมีความพึงพอใจต่อรูปแบบตัวการ์ตูน และให้ความสนใจกับตัวการ์ตูนมากกว่าตัวอักษรเพียงอย่างเดียว

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ผลการศึกษาที่ได้จะถูกนำไปใช้เพื่อเป็นสื่อประกอบการสอนผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ในรายวิชา สังคมศึกษา สาระที่ 2 หน้าที่พลเมือง วัฒนธรรม และการดำเนินชีวิตในสังคม รวมไปถึงการใช้สื่อเพื่อเผยแพร่ให้กับบุคคลที่สนใจผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวให้กับจังหวัดแม่ฮ่องสอน และสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประวัติความเป็นมา วัฒนธรรมประเพณี

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปผู้จัดทำเล็งเห็นว่าผู้อ่านหรือผู้พัฒนาสามารถทำการพัฒนารูปแบบการนำเสนอสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การปรับเปลี่ยนรูปแบบโดยการนำเอาแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ และมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้กับสื่ออย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำสื่อไปเผยแพร่บนระบบออนไลน์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ได้อย่างสะดวกตามความต้องการที่จะเรียนรู้ของผู้เรียนได้

เอกสารอ้างอิง

- ชาญศักดิ์ พบลาภ. (2556). การศึกษารูปแบบตัวการ์ตูนแบบพื้นฐานญี่ปุ่นและแบบพื้นฐานอเมริกา เพื่อการออกแบบหนังสือประกอบการเรียน สำหรับนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. *Veridian E-Journal, SU, 6(1)*, 536-547. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/28397>
- ณัฐชัย เจริญสุข , ภาณุวัตร รอดเชียง, ชานนทธร ลีลาพิพิธพัฒน์ และ ศิริพล แสนบุญสูง. (2562). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้สำหรับสื่อแอนิเมชัน เรื่อง ฝนภัยโลกเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดอินทกัลยา. *2(2)*, 104-115. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/242621>
- ทิพย์สุนันท์ เพชรโอภาส. (2559). การออกแบบตัวละครพื้นฐานสำหรับเด็ก. *วารสารวิชาการศรีปทุม, 12(5)*, 181-189. https://www.chonburi.spu.ac.th/journal/booksearch/book_update_count.php?id=1539&read=30&name=1539-03-content_20.pdf
- ธรรมศักดิ์ เอื้อรักสกุล (2547). *การสร้างภาพยนตร์ 2D แอนิเมชัน (How to make 2D Animation)*. กรุงเทพฯ : มิเดีย อินเทลลิเจนซ์ เทคโนโลยี.
- วราวัฒน์ นิ่มอนงค์. (2563). *ADDIE Model* กับการออกแบบสื่อให้ปังกว่าเดิม. สืบค้นข้อมูลจาก <https://insku.com/idea/-MLCRe1sMhuZj-0jOYMU>
- อิทธิเดช น้อยไม้. (2560). *หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้สังคมศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัท โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์.

สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

E-learning Media through the Metaverse System to Develop Computational Skills of Students in Grades 1–3

กษิตศ ปิยะนราพิบูล, สิทธิศักดิ์ จันทิมา และ พิมพ์ชนก สุวรรณศรี*

Kasidit Piyannaraphiboon, Sittisak Jantima and Pimchanok Suwannasri*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

E-mail : 63141008@g.cmru.ac.th, 63141013@g.cmru.ac.th and pimchanok_tham@cmru.ac.th*

*Corresponding author

(Received: 1 March 2023, Revised: 3 April 2023, Accepted: 6 April 2023)

<https://doi.org/10.57260/stc.2023.510>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งานสื่อ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 2) แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 4) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดสันคะยอม จังหวัดลำพูน จำนวน 28 คน โดยใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ ประกอบไปด้วยสื่อการเรียนรู้สำหรับนำเสนอเนื้อหาทักษะการคิดคำนวณ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เกมการเรียนรู้ และแบบฝึกหัด จำนวน 12 เรื่อง 2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยทางสถิติ 0.01 3) ความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากใช้งานสื่อพบว่า มีความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ เมตาเวิร์ส ทักษะการคิดคำนวณ

Abstract

The aims of the research were to 1) create e-learning materials through the Metaverse system to develop computational skills of students in grades 1–3, 2) compare learning achievements before and after learning, and 3) evaluate the satisfaction of people who used this media. The research tools were: 1) e-learning media through the Metaverse system to develop computational skills for grade 1-3 students; 2) an e-learning media quality assessment form via the Metaverse system; 3) a questionnaire on the satisfaction of target group students; and 4) pre-study test and post-study tests. The target group was 28 grade 1 students at Wat Sankhayom School, Lamphun Province, who were selected by purposive random sampling. The results of the research showed that: 1) The development of e-learning materials for teaching computational skills through the metaverse system is made up of 12 games and exercises for teaching computational skills to students in grades 1–3. 2) A comparison of learning achievements pre-learning and post-learning revealed that the post-learning achievement was higher than pre-learning at the statistical significance level of 0.01. (3) The average of students' satisfaction with the media was found to be 4.50 and standard deviation 0.07, which is at the highest level.

Keywords: E-learning media, Metaverse, Computational skills

บทนำ

ทักษะที่สำคัญและจำเป็นในการศึกษาเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน คือ ทักษะ 3R ประกอบด้วย ทักษะการอ่าน (Reading) ทักษะการเขียน (Writing) และทักษะในการคิดคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ (Arithmetic) (สุภาพรณศรีสุข, 2564) ซึ่งในการที่จะเรียนรู้เรื่องราวต่าง ๆ จำเป็นที่จะต้องมีความรู้ที่กล่าวไปในข้างต้นเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างทักษะในการเรียนรู้ แต่ปัจจุบันผู้คนสามารถเข้าถึงสื่อบันเทิงออนไลน์ได้อย่างรวดเร็ว และบริโภคเนื้อหาของสื่อบันเทิงออนไลน์อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผู้ใช้สื่อโดยเฉพาะผู้ใช้งานสื่อบันเทิงออนไลน์วัยเรียนทำให้ทักษะในการอ่าน-เขียน และทักษะในการคิดคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ มีแนวโน้มการพัฒนาการลดลงเนื่องจากการใช้เวลาอยู่กับสื่อบันเทิงมากเกินไปส่งผลให้ไม่มีเวลาในการพัฒนาทักษะจำเป็นที่เป็นพื้นฐานในการต่อยอดทักษะในการเรียนรู้ต่อไป

การสร้างงานสื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีความน่าดึงดูดมากกว่าสื่อการเรียนรู้แบบเก่า ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เรื่องที่ต้องการเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองตามความสนใจส่วนตัว ผู้เรียนมีความสนใจและมีแรงกระตุ้นในการเรียนรู้ ซึ่งระบบเมตาเวิร์สเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่มีคุณภาพในการสื่อสารในรูปแบบใหม่ที่สามารถตอบสนองความต้องการสร้างประสบการณ์การที่แปลกใหม่ในการให้ข้อมูลระยะไกลที่เชื่อมโยง “โลกเสมือนจริง” หรือ Virtual Reality ความก้าวหน้าของเมตาเวิร์ส สำหรับการสื่อสารในปัจจุบันสามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น ทั้งในเรื่อง บันเทิง เกม การทหาร การศึกษา การแพทย์ และการตลาด (กรกช ชันธบุณย์, 2565) ทางการศึกษาได้มีการนำมาใช้ที่หลากหลายเช่น ห้องเรียนเสมือนจริง ที่สอนโดยใช้สภาพแวดล้อมออนไลน์ในอินเทอร์เน็ตนำเอานักเรียนและครูมาพบกัน ทำกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนการสอน และสื่อสารกันได้ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นมานานแล้ว (สุรพล บุญลือ, 2565) จากการกล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับการเสริมสร้างทักษะการคิดคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นพื้นฐานในการต่อยอดทักษะการเรียนรู้ต่อไปในอนาคต (วไลพร เมฆไตรรัตน์ และ สุชานาฏ ไชยวรรณ, 2563) ระบบเมตาเวิร์สสามารถผสมผสานองค์ประกอบต่างๆ ของเทคโนโลยีต่าง อาทิ วิดีโอ ความเป็นจริงเสมือน ความเป็นจริงเสริม เสมือนเป็นสะพานเชื่อมระหว่างโลกความเป็นจริงและโลกเสมือน ทำให้นักเรียนรู้สึกตื่นตัวกับการเรียนรู้แบบใหม่โดยไม่เบื่อกับการเรียนอยู่ในห้องเรียนแบบเดิมๆ จุดเด่นของการเรียนในระบบเมตาเวิร์ส คือ การจำลองการเรียนรู้ในโลกเสมือนจริงที่มีการโต้ตอบกันและมีภารกิจงานที่ต้องทำ อาจทำให้ห้องเรียนเป็นเหมือนวิดีโอเกม ที่ทำให้นักเรียนรู้สึกกระตือรือร้นที่จะทำงานให้สำเร็จ นอกจากนี้ข้อจำกัดด้านเวลาและระยะทางจะหมดไป เนื่องจากนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากทุกที่ทุกเวลา (ธนศ มนต์น้อย, ถาวรีย ทิววงศ์ และพิมพ์ชนก สุวรรณศรี, 2565)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีมาสร้างสรรค์และออกแบบสื่อในรูปแบบของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเผยแพร่ให้แก่ผู้เรียนได้เข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของทักษะในการคิดคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งได้นำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ มารวมเข้ากับกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยแฝงความรู้และความน่าสนใจให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งานสื่อ

ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณมีการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด 12 บท (บทที่ 1 เรื่อง จำนวนนับ 1 ถึง 10 และ 0 บทที่ 2 เรื่อง การบวก การลบจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 10 บทที่ 3 เรื่อง จำนวนนับ 11 ถึง 20 บทที่ 4 เรื่อง การบวก การลบจำนวนนับไม่เกิน 20 บทที่ 5 เรื่อง แผนภูมิรูปภาพ บทที่ 6 เรื่อง จำนวนนับไม่เกิน 1,000 และ 0 บทที่ 7 เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับไม่เกิน 1,000 บทที่ 8 เรื่อง การวัดความยาวและการวัดน้ำหนัก บทที่ 9 เรื่อง การคูณและการหาร บทที่ 10 เรื่อง เวลา บทที่ 11 เรื่อง รูปเรขาคณิต บทที่ 12 เรื่อง เศษส่วน) วิเคราะห์และสรุปเนื้อหาจากคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้น ป.1-3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในแต่ละบทประกอบไปด้วย สื่อนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบข้อความ รูปภาพ แอนิเมชัน ภาพเคลื่อนไหว แบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน และเกมการเรียนรู้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 โรงเรียนวัดสันคะยอม จังหวัดลำพูนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 61 คน ซึ่งเป็นโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำพูน เขต 1

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดสันคะยอม จังหวัดลำพูน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 28 คน โดยใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจงเลือก 1 ชั้นเรียนจากนักเรียนทั้งหมด 3 ชั้นเรียน โดยใช้ดุลพินิจของผู้วิจัยในการสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างดังกล่าวเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ประกอบด้วยกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนทั้งสามระดับคือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน และเป็นกลุ่มตัวอย่างที่นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเป็นอย่างมาก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ

3. แบบประเมินคุณภาพสื่อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (ละเอียด ศิลา น้อย และกันทิมาลย์ จินดาประเสริฐ, 2562) มีรายการประเมิน 3 ด้าน จำนวน 10 ข้อ คือ ด้านการนำเสนอเนื้อหา ด้านการนำเสนอเกมและแบบฝึกหัด และด้านการใช้งานระบบ ซึ่งแบบประเมินผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง (IOC)

4. แบบประเมินความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (ละเอียด ศิลา น้อย และกันทิมาลย์ จินดาประเสริฐ, 2562) มีรายการประเมิน 4 ด้าน จำนวน 12 ข้อ คือ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านเวลา และด้านภาพและภาษา ซึ่งแบบประเมินผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง (IOC)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ การทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ Paired Sample T-test ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีการแปลความหมายของแบบประเมินโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

5.00 – 4.50	หมายถึง	มากที่สุด
4.49 – 3.50	หมายถึง	มาก
3.49 – 2.50	หมายถึง	ปานกลาง
2.49 – 1.50	หมายถึง	น้อย
1.49 – 0.00	หมายถึง	น้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสาร งานวิจัย และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2. วางแผนในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้

3. วิเคราะห์ผู้เรียน วิเคราะห์สิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน วิเคราะห์เนื้อหาสื่อการเรียนรู้ อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส และทำการเลือกเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส

4. ออกแบบเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การวางแผนวิธีการวัดผล และดำเนินการพัฒนาสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส โดยพัฒนาด้วยโปรแกรม Spatial ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มหนึ่งที่สามารถใช้งานได้ง่าย เป็นเทคโนโลยีที่จำลองโลกเสมือนจริงเพื่อให้ผู้ใช้สามารถสื่อสาร ทำกิจกรรมและมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันได้อย่างไร้ขอบเขต ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อกันผ่านคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือ สมาร์ทโฟน (กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย, 2565)

5. ประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่า ผลการประเมินคุณภาพสื่ออยู่ในระดับมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.47 (S.D. = 0.09)

6. นำสื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 28 คน โดยให้นักเรียนเริ่มทำแบบทดสอบก่อนเรียนก่อน จากนั้นจึงศึกษาเนื้อหา และทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และ ทำแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานสื่อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้วิธีการประมวลผลตามหลักสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย(Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation) ในการรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย และการทดสอบสมมติฐานตามหลักสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้สถิติ Paired Sample T-test

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส

จากการพัฒนาสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สมีผลการดำเนินงาน ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส



ภาพที่ 2 แสดงเกมการเรียนรู้

ผลจากการทดลองใช้สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลจากการทดลองใช้สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อย่างนี้



ภาพที่ 3 การทดลองใช้สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อีกก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนนทดสอบ	n	mean	S.D.	t	df	sig
ก่อนเรียน	28	6.75	0.19	11.25	27	0.00**
หลังเรียน	28	8.89	1.14			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางแสดงให้เห็นว่า คะแนนก่อนเรียนของกลุ่มนักเรียนตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.75 ในส่วนของคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.89 เมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อีกของกลุ่มนักเรียนตัวอย่าง ที่ได้เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยทางสถิติ 0.01

ผลประเมินความพึงพอใจ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส ดังตาราง

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานสื่อ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับเกณฑ์การประเมิน
1. ด้านสื่อการเรียนรู้			
1.1 สื่อการเรียนรู้มีคุณค่าต่อผู้เรียน	4.46	0.90	มาก
1.2 สื่อการเรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ	4.59	0.76	มากที่สุด
1.3 สื่อการเรียนรู้มีการบูรณาการร่วมกับวิชาอื่น ๆ	4.51	0.65	มากที่สุด
1.4 สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจสามารถกระตุ้น และดึงดูดความสนใจของผู้เรียน	4.57	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	4.53	0.71	มากที่สุด
2. ด้านเนื้อหา			
2.1 องค์ประกอบนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม เข้าใจง่าย	4.57	0.69	มากที่สุด
2.2 การอธิบายเนื้อหามีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.38	0.72	มาก
2.3 เกมการเรียนรู้เหมาะสม	4.62	0.64	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	4.52	0.69	มากที่สุด
3. ด้านเวลา			
3.1 ความเหมาะสมของเวลา กับจำนวนเนื้อหา	4.49	0.61	มาก
3.2 แบบทดสอบความรู้มีการใช้เวลาที่เหมาะสม	4.43	0.73	มาก
3.3 ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม	4.54	0.65	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	4.49	0.66	มาก
4. ด้านภาพและ ภาษา			
4.1 การใช้งานภาษาที่มีความเหมาะสม	4.49	0.80	มาก
4.2 รูปภาพที่ใช้มีความเหมาะสม	4.43	0.83	มาก
4.3 ภาพและภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย	4.41	0.72	มาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	4.44	0.78	มาก
ค่าเฉลี่ยภาพรวม	4.50	0.71	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่าผลประเมินความพึงพอใจ ในด้านสื่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.53 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ในด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 4.52 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ในด้านเวลา มีค่าเฉลี่ย 4.49 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ในด้านภาพและภาษา มีค่าเฉลี่ย 4.44 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส มีค่าเฉลี่ย 4.50 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

การอภิปรายผล

ผลจากการพัฒนาสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 พบว่าผู้เรียนให้ความสนใจต่อสื่อการเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นการเรียนผ่านระบบเมตาเวิร์สที่เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่สำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยภายในระบบเมตาเวิร์สประกอบไปด้วยสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบวิดีโออธิบายเนื้อหาประกอบการยกตัวอย่าง เกมการเรียนรู้ และแบบฝึกหัดเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนเนื้อหา หลังจากผู้เรียนได้เรียนรู้จากสื่อแล้ว พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยทางสถิติ 0.01 แสดงว่าสื่อดังกล่าวสามารถนำเสนอเนื้อหาที่มีผลต่อการทำความเข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น ทั้งนี้ทั้งนั้น เพราะตัวสื่อมีภาพและเสียงที่มีความสดใส สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้จดจ่อกับเนื้อหาของบทเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งการนำสื่อการเรียนรู้อื่นในรูปแบบต่างๆ นำเสนอผ่านระบบเมตาเวิร์สจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ ซึ่งระบบเมตาเวิร์สเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถผสมผสานสื่อในรูปแบบต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นรูปภาพ วิดีโอ หรือแม้แต่วัตถุสามมิติ ซึ่งสื่อในรูปแบบต่างๆ มีคุณสมบัติในการนำเสนอเนื้อหาที่แตกต่างกัน โดยนำมารวมไว้ในระบบเมตาเวิร์สทำให้ผู้เรียนที่เข้าเรียนในระบบเมตาเวิร์สเสมือนการจำลองตัวเองในโลกเสมือน มีความแปลกใหม่ในการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ (ธเนศ มนต์น้อย, ถาวรวิทย์ ทิวังค์ และ พิมพ์ชนก สุวรรณศรี, 2565) จากการวิเคราะห์พบว่า การเรียนรู้ของผู้เรียนจะมีความแตกต่างกันตามประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนลงมือทำด้วยตนเอง สอดคล้องกับการศึกษาของ วิจารย์ พานิช (2556) การเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างไร และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทรงพล วงษ์กาญจนกุล (2563) เรื่อง ความท้าทายในการสอนออนไลน์ของระดับประถมศึกษา: กรณีศึกษาครูโรงเรียนรุ่งอรุณ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนรู้ตามการสอนเชิงประสบการณ์โดยการสอนของครูผู้สอนจะมีความแตกต่างกันแต่จะมีกระบวนการมีส่วนร่วมกับนักเรียนและรูปแบบการเรียนรู้ที่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นตามลำดับในการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมที่หลากหลายในการเรียนรู้ในกระบวนการต่าง ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความสุข จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลประเมินความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยที่ 4.50 ภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาพบว่า สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปได้อย่างรวดเร็วเพราะผู้เรียนให้ความร่วมมือในการเรียนรู้เป็นอย่างดี ส่งผลให้เกิดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี ทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวรรณนา เพ็งเที่ยง (2564) เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนออนไลน์ในสถานการณ์วิกฤต COVID-19 ผลการวิจัยพบว่าผู้สอนต้องสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน ผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจทันต่อเทคโนโลยีและมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยนำไปใช้

1. ในการใช้งานสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส ควรมีคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้ โดยคุณภาพของอุปกรณ์และสัญญาณอินเทอร์เน็ตมีความคงที่และมีความเร็วของสัญญาณในระดับดี
2. รูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์ส สามารถตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น ๆ ได้ แต่ทั้งนี้สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเป็นเพียงสื่อชนิดหนึ่งที่น่ามาใช้ในการเรียนการสอน ครูผู้สอนต้องมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง
3. การใช้งานระบบเมตาเวิร์สแม้ว่าจะรองรับการใช้งานพร้อมกันสำหรับผู้ใช้งาน แต่หากมีจำนวนผู้ใช้งานมาก จะส่งผลกระทบต่อความเสถียรในการแสดงผลของระบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วอินเทอร์เน็ตของผู้ใช้งานด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย. (2565). *การสร้างจักรวาลเสมือน Spatial Metaverse*. สืบค้นจาก <https://touchpoint.in.th/spatial-metaverse/>
- กรกช ชันธบุญ. (2565). รูปแบบการสื่อสารผ่านเมตาเวิร์สเพื่อการเรียนการสอนสาขาวิชานิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. *มนุษยสังคมสาร (มสส.)*, 20(3), 123-144. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jhusoc/article/view/264140>
- ทรงพล วงษ์กาญจนกุล. (2563). *ความท้าทายในการสอนออนไลน์ของระดับประถมศึกษา: กรณีศึกษาครูโรงเรียนรุ่งอรุณ* (วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทั่วไป). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม.
- ธเนศ มนต์น้อย, ถาวรีย์ ทิววงศ์ และ พิมพ์ชนก สุวรรณศรี. (2565). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบจักรวาลเสมือน เพื่อส่งเสริมการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5* (น. 139-149). 15- 16 ธันวาคม, 2565. อุดรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- วไลพร เมฆไตรรัตน์ และ สุชานาฏ ไชยวรรณ. (2563). ผลการใช้นวัตกรรมการอ่านแบบกระบวนการ 3R โดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง เพื่อพัฒนาทักษะ EF สำหรับเด็กปฐมวัย. *วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 14(3), 134-137. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JournalGradVRU/article/view/242642>
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *การเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างไร*. กรุงเทพฯ: เอส.อาร์.พรินติ้งแมสโปรดักส์ จำกัด.

- ละเอียด ศีลาน้อย และ กันติมาลัย จินดาประเสริฐ. (2562). การใช้มาตรฐานค่าในการศึกษาวิจัยทางสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ การโรงแรม และการท่องเที่ยว. *วารสารบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 8(15), 112-126. https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jms_ubu/article/view/196862
- สุภาพพรรณ ศรีสุข. (2564). 3R x 8C ทักษะในโลกใหม่ที่เด็กยุคไทยต้องมี. สืบค้นจาก <https://www.truelookpanya.com/knowledge/content/90550>
- สุวรรณา เพ็งเที่ยง. (2564). ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนออนไลน์ในสถานการณ์วิกฤต COVID-19 วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหอวัง ปทุมธานี (รายงานการวิจัย). ปทุมธานี: โรงเรียนหอวัง.
- สุรพล บุญลือ. (2565). เมตาเวิร์สสำหรับการศึกษา: การเชื่อมต่อระหว่างจักรวาลเสมือนกับโลกความจริงของการเรียนรู้ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบเต็มตัว. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ*, 11(1), 9-16. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/NBU/article/view/258310>

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมผกา ธานีพงษ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาพร บุญมี	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หนึ่งหทัย ชัยอาภร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มธุรส ชัยหาญ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วินารัตน์ แสงวงกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิตติมา พรหมมาร์ตัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญัฐกฤษฏ์ ธรรมกวินวงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมคาย พันธุ์เพ็ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฉัตรสุดา มาทา	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศราวุธ สุวรรณอัคร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงษ์พร พันธุ์เพ็ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มีชัย เทพนุรัตน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา ศรีประภาคาร	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราณี นางงาม	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัฒนา ชยธวัช	มหาวิทยาลัยปทุมธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณนิภา ดอกไม้งาม	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นสพ. ดร. ชเวง สารคลอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รองศาสตราจารย์ ดร. สามารถ ใจเตี้ย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฉัตรชัย เครืออินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรกร กรพรหม	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิราภรณ์ ชัยวัง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักรพงศ์ เตียมมี	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
อาจารย์ ดร. ศรีประไพ อินทร์ชัยเทพ	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครลำปาง

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน (Science and Technology to Community)

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน มีเป้าหมายและขอบเขต (Aim and Scope) ที่รับตีพิมพ์บทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชนได้แก่

- 1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เกษตรศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ชีววิทยา จุลชีววิทยา ชีวเคมี เทคโนโลยีการอาหาร พืชศาสตร์ สัตวศาสตร์ ปฐพีวิทยา โรคพืช ภูมิวิทยา วาริชศาสตร์ การส่งเสริมการเกษตร เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และสิ่งแวดล้อม
- 2) วิทยาศาสตร์กายภาพ ได้แก่ เคมี ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
- 3) วิทยาศาสตร์สุขภาพ ได้แก่ การสร้างเสริมสุขภาพ, การพัฒนาสุขภาพชุมชน, อนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย, สารสนเทศทางสุขภาพ และวิทยาศาสตร์สุขภาพสาขาอื่น

รูปแบบของวารสาร

1. กำหนดออก ปีละ 6 ฉบับ ฉบับละ 5 บทความ
ฉบับที่ 1 มกราคม – กุมภาพันธ์
ฉบับที่ 2 มีนาคม – เมษายน
ฉบับที่ 3 พฤษภาคม – มิถุนายน
ฉบับที่ 4 กรกฎาคม – สิงหาคม
ฉบับที่ 5 กันยายน – ตุลาคม
ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน – ธันวาคม
2. บทความที่ตีพิมพ์ต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ บทความละ 3 ท่านต่อเรื่อง โดยผู้ทรงคุณวุฒิไม่ทราบชื่อผู้พิมพ์และผู้รับพิมพ์ไม่ทราบชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ (Double-blind Peer Review)
3. การส่งบทความไม่มีค่าใช้จ่าย

การเตรียมต้นฉบับบทความมีรูปแบบ ดังนี้

ชื่อบทความ (ไทย) (Th SarabunPSK 20 pt, Bold)

Title of article (English) (Th SarabunPSK 20 pt)

ชื่อผู้เขียน (ไทย) (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

Author's name (English) (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

หน่วยงานผู้เขียน (ไทย) (Th SarabunPSK 16 pt)

Author Agency (English) (Th SarabunPSK 16 pt)

E-mail : (Th SarabunPSK 14 pt)

Telephone (Th SarabunPSK 14 pt)

บทคัดย่อ (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

(ภาษาไทยก่อนและตามด้วยภาษาอังกฤษ, กรณีเป็นบทความภาษาอังกฤษต้องมีบทคัดย่อภาษาไทย) เป็นการสรุปสาระสำคัญ ประเภทวิจัย วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการวิจัย สรุปผลการวิจัยที่กระชับและชัดเจน และองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น รวมทั้งสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อสังคม ชุมชนท้องถิ่น ระบุตัวเลขสถิติที่สำคัญ ใช้ภาษารัดกุมเป็นประโยคสมบูรณ์และเป็นร้อยแก้ว ไม่แบ่งเป็นข้อๆ โดยบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษไม่ควรเกิน 1 หน้ากระดาษขนาด A4 และให้ระบุคำสำคัญ (Keywords) ไว้ท้ายบทคัดย่อในแต่ละภาษา (Th SarabunPSK 16 pt)

คำสำคัญ: คำที่ 1 คำที่ 2 คำที่ 3 (3-5 คำ) (Th SarabunPSK 16 pt)

บทนำ (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

ให้เขียนอธิบายความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ วัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับ (Th SarabunPSK 16 pt)

ระเบียบวิธีวิจัย (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

อธิบายถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและอธิบายวิธีการศึกษาทดลอง ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วิธีดำเนินการวิจัย เครื่องมือวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล (Th SarabunPSK 16 pt)

ผลการวิจัย (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

การเขียนเสนอผลการศึกษาค้นคว้าที่กระชับและแสดงการวิจัยถึงผลที่ชัดเจน หากมีตาราง กราฟ หรือรูปภาพ ให้มีเนื้อหาหรือวิธีการอธิบายประกอบ (Th SarabunPSK 16 pt)

การอภิปรายผล (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

การเขียนอภิปรายผลการศึกษา เป็นการชี้แจงผลการวิจัยว่าตรงตามวัตถุประสงค์ สมมติฐานของการวิจัย สอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยของผู้อื่นที่มีอยู่ก่อนหรือไม่ อย่างไร ด้วยเหตุผลใด เปรียบเทียบหรือตีความเพื่อเน้นความสำคัญของงานและสรุปให้เข้าใจง่ายที่สุด (Th SarabunPSK 16 pt)

บทสรุปและข้อเสนอแนะ (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

ให้เขียนสรุปสาระสำคัญของผลงานวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยเน้นถึงปัญหาหรือข้อโต้แย้งในสาระสำคัญ ตลอดจนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ (Th SarabunPSK 16 pt)

กิตติกรรมประกาศหรือคำขอบคุณ (ถ้ามี) (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ โดยเป็นการแสดงความขอบคุณผู้ช่วยเหลือในงานวิจัยแต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมในงานวิจัย (Th SarabunPSK 16 pt)

เอกสารอ้างอิง (Th SarabunPSK 16 pt)

เอกสารอ้างอิง ควรมีไม่ต่ำกว่า 10 รายการ และควรเป็นปัจจุบันให้มากที่สุด (Th SarabunPSK 16 pt) การอ้างอิงแบบแทรกปนไปกับเนื้อหา : เนื้อหาบทความใช้ระบบการอ้างอิงแบบนามปี (ชื่อ-นามสกุลผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์) ตัวอย่างเช่นสมุล รัตตากร (2529) ได้กำหนดคุณสมบัติของ.....

รูปแบบการเขียนรายการอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง ควรมีไม่ต่ำกว่า 10 รายการ และควรเป็นปัจจุบันให้มากที่สุด การเขียนเอกสารอ้างอิง ให้เรียงเอกสารที่ใช้อ้างอิงทั้งหมดตามลำดับอักษรตัวแรกของรายการที่อ้างอิง โดยเรียงลำดับแบบพจนานุกรม และให้เรียงภาษาไทยขึ้นก่อนภาษาอังกฤษ มีรูปแบบการเขียนแบบ APA (American Psychological Association) ดังนี้

1. หนังสือ

ชื่อ สกุล. (ปีที่พิมพ์). *ชื่อหนังสือ*. ครั้งที่พิมพ์. สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

สีลาภรณ์ บัวสาย. (2549). *เศรษฐกิจพอเพียง ร่วมเรียนรู้ สานข่าย ขยายผล*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์พรินติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.

Courtney, T. K. (1965). *Physical Fitness and Dynamic Health*. New York: McGraw-Hill Inc.

2. วารสาร (อ้างอิงวารสารที่มีความทันสมัย/เป็นปัจจุบันมากที่สุด)

ชื่อ สกุล. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. *ชื่อวารสาร*, ปีที่ (ฉบับที่), เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าสิ้นสุด.

ไพฑูริย์ สีนลารัตน์. (2531). การปฏิรูปหลักสูตรมหาวิทยาลัยในประเทศไทยที่กำลังพัฒนา. *อุดมศึกษา*, 13 (34), 14-20.

Elmastas, M., O. Isildak, I. Turkekal and N. Temar. (2007). Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushroom. *Food Composition and analysis*, 20, 337-345.

3. วิทยานิพนธ์ (หากเรื่องนั้นมีบทความในวารสารให้ใช้การอ้างอิงจากวารสาร)

ชื่อ สกุล. (ปีที่พิมพ์). *ชื่อวิทยานิพนธ์ การค้นคว้าแบบอิสระ*. ระดับวิทยานิพนธ์ การค้นคว้าแบบอิสระ คณะ สถาบันการศึกษา.

ยุริพรรณ แสนใจยา. (2545). *แนวทางการพัฒนาไร้ชาสุวิหุห์ อำเภอมแม่ลาว จังหวัดเชียงรายเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

4. บทความในเอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการที่พิมพ์เผยแพร่

ชื่อ สกุล ผู้เขียนหรือหน่วยงาน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ใน สถานที่จัดประชุม, *ชื่อการประชุม* ครั้งที่ วันประชุมสัมมนา สถานที่จัด.

คณะกรรมการอำนวยการคัดสรรสุดยอดหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ไทย. (2549). *Proceeding งานประชุมวิชาการคัดสรรสุดยอดหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์*, ครั้งที่ 2 วันที่ 1-2 ธันวาคม 2560 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

5. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (อ้างอิงเฉพาะข้อมูลที่ทันสมัย/เป็นปัจจุบัน เช่น สถิติจำนวนประชากร เป็นต้น)

ชื่อ สกุล. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. สืบค้นจาก ชื่อ website

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2562). สสำรวจภาวะการทำงานของประชากร 2562. สืบค้นจาก <http://www.nso.go.th/sites/2014>

การส่งต้นฉบับ

จัดส่งต้นฉบับที่พิมพ์ตามข้อกำหนดของรูปแบบวารสาร
ที่เว็บไซต์ <https://li02.tci-thaijo.org/index.php/STC/index>

การประเมินบทความต้นฉบับ

ต้นฉบับจะต้องผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) ซึ่งเป็นบุคคลภายนอกสังกัดของเจ้าของบทความ และจากหลากหลายสถาบัน จำนวน 3 ท่านต่อเรื่อง โดยผู้ทรงคุณวุฒิไม่ทราบชื่อผู้นิพนธ์และผู้นิพนธ์ไม่ทราบชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ (Double-blind peer review) สถาบันวิจัยและพัฒนาจะเป็นผู้สรรหาเพื่อรับการประเมิน กรณีมีการแก้ไขสถาบันวิจัยและพัฒนาจะส่งผลการอ่านประเมินคืนผู้เขียนให้เพิ่มเติม แก้ไข หรือพิมพ์ต้นฉบับใหม่แล้วแต่กรณี

หมายเหตุ

1. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ใน “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน” ถือเป็นกรรมสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
2. เนื้อหาบทความที่ปรากฏในวารสารเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน ทั้งนี้ไม่รวมความผิดพลาด อันเกิดจากเทคนิคการพิมพ์
3. การส่งบทความไม่มีค่าใช้จ่าย



สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Institute of Research and Development, Chiang Mai Rajabhat University

สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ศูนย์แม่ริม 180 หมู่ 7 ถนนโชตนา (เชียงใหม่-ฝาง)

ตำบลเหล็ก อำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180

Tel./Fax. 053-88-5950 E-Mail research_journal@g.cmru.ac.th

Website : www.ird.cmru.ac.th