



# Environmental Technology Annual Conference 33 EEAT '21 and Mini-APLAS

23-24 November, 2021 Online Conference

ISBN (e-Book) 978-616-93636-5-1



**Proceedings of**  
**Environmental Technology Annual**  
**Conference 33 EEAT '21 and Mini-APLAS**

**Copyright** 2021

**Published by**

**Environmental Engineering Association of Thailand**

122/4 Soi Rawadee, Rama VI Rd., Phayathai, Bangkok 10400, Thailand

Tel: + 66 2617 1530-1 Fax: +66 2 279 9720

E-mail: info@eeat.or.th Website: <http://www.eeat.or.th>

**ISBN (e-Book) 978-616-93636-5-1**

**Editors**

Thares Srisatit

Wanpen Wirojanagud

Chart Chiemchaisri

**Supporting Staffs**

Panida Insutha

Pitsanu Pannaracha

Suwanna Polyam

Akkhararat Palat

Nitchanan Nantawong

Peerapol Chankasem

**PROCEEDING**  
**Environmental Technology Annual Conference 33 EEAT '21**  
**and Mini-APLAS**

**Organized by:**

The Environmental Engineering Association of Thailand (EEAT)

The Landfill System & Technologies Research, Association of Japan, NPO (NPO.LSA)

November 23-24, 2021

## Opening Remarks

by

**Emeritus Prof. Dr. Thares Srisatit**

The President of Environmental Engineering Association of Thailand (EEAT)  
on Environmental Technology Annual Conference 33 EEAT '21 and Mini-APLAS  
**23-24 November, 2021**

---

Mr. Shigeo Ueda, Chairman, The Landfill System & Technologies Research,  
Association of Japan, NPO (NPO.LSA or LSA)  
Mr. Fumiyoshi Ohno, Secretary General of APLAS Permanent Office, LSA  
Distinguished Keynote speakers and participants.

It is my great pleasure to open the Conference on Environmental Technology Annual Conference thirty third (33) and MINI\_APLAS. As known that, Environmental Technology has been annually organized by EEAT in order to be the platform for Environmental Engineers and Scientists as well as researchers to present and exhibit their works focused on technology and innovation in Thai version. But this year conference is organized as the special platform by EEAT collaborated with LSA to introduce Asian-Pacific Landfill Symposium as we call Mini-APLAS. For this occasion, I would like to take a few minutes talking about climate change and solid wastes management.

For nearly three decades, all of us have faced up with the climate crisis. All nations try to find out what must be done today to protect nature and human being. The UN has accordingly been bringing together almost every country on earth for global climate summits – called as COPs – which stands for Conference of the Parties. Recently, you might have been heard a lot about COP 26. It is a big climate conference taken place in Glasgow during 31 October to 12 November 2021. 197 countries or more than 25,000 people attended this COP 26. The main task for COP26 is to follow through on the commitment and produce realistic plans to reduce global carbon emissions to levels that hold 21st-century global warming as close to 1.5°C as possible. Beside, there was the warning from Sir Frederick David Attenborough who is an English broadcaster, natural historian and author of the well-known book, *Life, “If we don’ act now, it will be too late”* So we ask ourselves” *What can we do for Greenhouse Gas Reduction?* We need to minimize our use of fossil fuels, and focus on developing alternative sources of energy that are clean and sustainable. The natural power sources are there, the sun, wind, and water. Replanting our forests is a part of the solution, etc. As the Environmental Engineers and Scientists, *what can we do about solid wastes management for greenhouse gas reduction?*

As we know that the amount of greenhouse gas emissions from waste depends on how the waste is treated. Almost every waste management step generates greenhouse gas (GHG) emissions. Improper waste management emits large amount of greenhouse gases. For example, when waste is landfilled, the organic material in the waste decomposes and produces gas. The reduction in emissions from solid waste disposal follows from an increase in the recovery of landfill gas and a reduction in the amount of landfilling. With more waste being recycled, less of it needs to be landfilled or incinerated, which contributes to protecting the climate.

In regard with APLAS mentioned in our Conference. So I like to have a brief remark of APLAS. It is the international symposium of which the purpose is to manage the serious wastes issues/problems of the Asian-Pacific region. APLAS aims for a sustainable development and an improvement of the regional environment with sharing techniques, experiences and logic with the experts for waste landfill and recycling field. Therefore, the solid waste management technologies should also be corporated with greenhouse gas reduction.

Before concluding, I would like to convey my appreciation to NPO-LSA, APLAS host countries, Hungarian Water Partnership, key note speakers, distinguish moderators presenters and participants on putting their effort to contribute their works for this special conference. I, again, thank all of you for being present, especially those of you in the distant time zones, and wish you all success with this Conference.

Thank you for your attention.



## **EEAT EXECUTIVE COMMITTEE 2021-2024**

### **Honorary Eminences**

Emeritus Prof. Dr. Thongchai Panswad

### **Honorary Advisors**

Pranee Pantumsinchai, P.E.

Dr.-Ing. Ksemsan Suwarnarat

Dr. Prasert Tapaneeyangkul

### **President**

Emeritus Prof. Dr. Thares Srisatit

### **Vice President**

Assoc. Prof. Dr. Wanpen Wirojanagud

Assoc. Prof. Dr. Warawut Suadee

### **Central Committee**

Assoc. Prof. Dr. Petchporn Chawakitchareon

Assoc. Prof. Dr. Dondej Tungtakanpoung

Assist. Prof. Dr. Sarun Tejasen

Mr. Teerapon Tirawasin

### **Activities Committee Chairman**

Assoc. Prof. Dr. Torpong Kreetachat

### **Technical Committee Chairman**

Assoc. Prof. Dr. Chart Chiemchaisri

### **Treasurer**

Prof. Dr. Vissanu Meeyoo

### **Secretary General**

Assist. Prof. Dr. Pensri Watchalayann



## PRESENTATION PROGRAM



**Environmental Technology Annual Conference 33 EEAT '21 and Mini-APLAS  
23-24 November, 2021  
Online Conference**

### **Program A** (International Program)

The Environmental Engineering Association of Thailand (EEAT) and  
The Landfill System & Technologies Research, Association of Japan, NPO (NPO.LSA)  
**23 November 2021**

---

**Chairman** Assoc. Prof. Wanpen Wirojanagud, Ph.D. and Prof. Vissanu Meeyoo, Ph.D.

---

#### **Opening**

- 09.00-09.10 **Opening Remarks**  
by Emeritus Prof. Thares Srisatit, Ph.D.  
President of Environmental Engineering Association of Thailand (EEAT)
- 09.10-09.25 **Introduction to LSA and APLAS**  
by Mr. Shigeo Ueda, Chairman, LSA and Mr. Fumiyoshi Ohno,  
Secretary General of APLAS Permanent office, LSA

#### **Keynote Talk :**

- 09.30-10.00 **Air Pollution Control Technology for Incinerators**  
by Assoc. Prof. Warawut Suedee, Ph.D.  
Vice President of EEAT
- 10.00-10.30 **Assessment and Minimization of Green House Gas Generated from Sanitary Landfill**  
by Assoc. Prof. Chart Chiemchaisri, D.Eng.  
Technical Committee Chairman of EEAT / Kasetsart University
- 10:30-10:40 Break

#### **Keynote Talk : Waste management under COVID-19 situation in APLAS host countries**

- 10.40-11.00 **Waste Management in Indonesia, Challenges in the Covid-19 Situation**  
by Prof. Enri Damanhuri, Ph.D.  
Institute Technology Bandung, Indonesia
- 11.00-11.20 **Waste Blueprint for Hong Kong**  
by Prof. Kaimin Shih, Ph.D.  
The University of Hong Kong
- 11.20-11.40 **Waste Management under Covid-19 in Sapporo, Japan**  
by Prof. Kazuei Ishii, Ph.D.  
Hokkaido University, LSA, Japan
- 11.40-12.00 **Wastes to Energy**  
by Assoc. Prof. Dondej Tungtakanpoung, Ph.D.  
Board Committee of EEAT / Naresuan University
- 12.00-13.00 Break
- 13.00-13.20 **Leachate Treatment Technologies**  
by Mr. Károly Kovács  
Chairman of Hungarian Water Partnership



## Program B (Thai Program)



การเสวนา



เรื่อง การนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์เพื่อแก้ไขเรื่องน้ำเค็มปนเปื้อน  
ในน้ำดิบของการผลิตน้ำประปา

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (สวสท.) ร่วมกับ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในงานการประชุมวิชาการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมประจำปี ครั้งที่ 33 สวสท.'64 และ Mini-APLAS

วันอังคารที่ 23 พฤศจิกายน 2564 ระหว่างเวลา 13.00-15.30 น.

แบบ Virtual Conference (Zoom Application)

### กำหนดการ

ผู้ดำเนินรายการ	รศ.ดร.พงศ์ศักดิ์ หนูพันธ์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
13.00-13.10 น.	<b>เปิดงาน</b> โดย รศ.ดร.พิรุณ ชาญเศรษฐิกุล คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.กิตติคุณ ดร.ธเรศ ศรีสถิตย์ นายกสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย
13.10-13.40 น.	<b>สถานการณ์เรื่องน้ำเค็มปนเปื้อนในน้ำดิบของการผลิตน้ำประปา (การประปานครหลวง)</b> โดย คุณสมศักดิ์ ปัสานานนท์ ผู้เชี่ยวชาญการประปานครหลวง ระดับ 9 สังกัด รองผู้ว่าการ (ผลิตน้ำ)
13.40-14.00 น.	<b>การบริหารจัดการน้ำของกรมชลประทานเพื่อการอุปโภคและบริโภค เพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศและรักษาความเค็มในลุ่มน้ำเจ้าพระยา การเก็บสำรองน้ำเพื่อใช้ใน ช่วงต้นฤดูฝน การบริหารจัดการของภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม</b> โดย ผู้แทนจากกรมชลประทาน
14.00-14.20 น.	<b>การบริหารจัดการน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วของสำนักการระบายน้ำของกรุงเทพมหานคร</b> โดย ดร.เกศรัษฎา กลั่นกรอง ผู้อำนวยการส่วนวิชาการจัดการคุณภาพน้ำ สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรุงเทพมหานคร
14.20-14.40 น.	<b>แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์สถานการณ์น้ำเค็มปนเปื้อนในน้ำดิบในแม่น้ำเจ้าพระยา</b> โดย ดร.จิรเมธ ช่างคล่อม ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
14.40-15.00 น.	<b>เทคโนโลยีที่เป็นไปได้และมีความเหมาะสมสำหรับเมืองไทยเพื่อนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วนำกลับมาใช้ประโยชน์โดยการเติมกลับไปในระบบนิเวศเพื่อรักษาสมดุล</b> โดย รศ.ดร.พงศ์ศักดิ์ หนูพันธ์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
15.00-15.30 น.	<b>ข้อเสนอแนะและซักถามถึงประเด็นความเป็นไปได้ในการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์เพื่อแก้ไขเรื่องน้ำเค็มปนเปื้อนในน้ำดิบของการผลิตน้ำประปา</b> โดย • ศ.กิตติคุณ ดร.ธเรศ ศรีสถิตย์ นายก สวสท. และ ผู้อำนวยการวิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช • ศ.ดร.จรงค์ษ์ ผลประเสริฐ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

**Program C**  
(International Program)



**Full-scale Landfill Leachate Wastewater Treatment Plant by Anammox Process**

The Environmental Engineering Association of Thailand (EEAT) and  
Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Thailand

**Environmental Technology Annual Conference 33 EEAT '21 and Mini-APLAS**  
**23 November, 2021**

Virtual Conference (Zoom Application)

---

<b>Chairman</b>	Assoc. Prof. Pongsak Noophan, Ph.D.
09.00-15.30	Registration Time
15.40-15.45	<b>Opening Ceremony and Welcome Remarks</b> by • Emeritus Prof. Thares Srisatit, Ph.D. President of Environmental Engineering Association of Thailand (EEAT) • Assoc. Prof. Peerayuth Charnsethikul, Ph.D. Dean Faculty of Engineering, Kasetsart University, Thailand
15.45-16.10	<b>Landfill Leachate Characteristics and Possibility Treatment Systems by Anaerobic and following by Partial Nitrification and Anammox Processes (Case study in Thailand)</b> by Assoc. Prof. Pongsak (Lek) Noophan, Ph.D. Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Thailand
16.10-17.10	<b>Application of Anaerobic Ammonium Oxidation (anammox)-based Wastewater Treatment Processes</b> by Prof. Satoshi Okabe, Ph.D. Division of Environmental Engineering, Graduate School of Engineering, Hokkaido University, Sapporo, Japan
17.10-17.50	<b>Full-scale IFAS Landfill Leachate Treatment Plant by Deammonification Process (Case study in Taiwan)</b> by Prof. Emeritus Jih-Gaw Lin, Ph.D., P.E. Institute of Environmental Engineering, National Yang Ming Chiao Tung University, Taiwan
17.50-18.00	<b>Discussion</b> - Assoc. Prof. Pongsak (Lek) Noophan, Ph.D. - Prof. Emeritus Jih-Gaw Lin, Ph.D., P.E. - Prof. Satoshi Okabe, Ph.D.





**Program D-G**  
(Thai Program)

**กำหนดการ**

นำเสนอผลงานวิจัย  
การประชุมวิชาการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมประจำปี ครั้งที่ 33 สวสท.'64 และ Mini-APLAS  
วันอังคารที่ 23 พฤศจิกายน 2564 เวลา 13.00-17.00 น.  
ในรูปแบบ Online Conference

**ORAL**

หน้า

**Program D**

ผู้ดำเนินรายการ :	รศ.ดร.เสรีย์ ตู่ประกาย และ อ.ดร.สุขมา ชิตาภรณ์พันธุ์	
13.00-13.15	การหาประสิทธิภาพ อัตราบรรทุกพื้นผิว และอัตราการกำจัดพื้นผิวของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนตามหลักธรรมชาติเพื่อการใช้ซ้ำในการเกษตร	1
D-01	กนกวรรณ จันทร์โสม และ สุมนา ราษฎร์ภักดิ์	
13.15-13.30	ผลของไบโอชาร์ต่อกำลั้งอัดและลักษณะพื้นผิวของจีโอโพลีเมอร์	9
D-02	อิสระพล ช้อยจ่อหอ รัฐพล สมณา และ เกียรติสุดา สมณา	
13.30-13.45	กำลั้งอัดของคอนกรีตที่ใช้ขยะผิวทางรีไซเคิลเป็นมวลรวมละเอียด	15
D-03	เมศิญา แสนใจวุฒิ จักษดา อารังวุฒิ เกียรติสุดา สมณา และ หวังแก้ว บุญสวน	
13.45-14.00	การศึกษาตรวจสอบเสาท่อเหล็กหน้าตัดกลมกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลล์ลู่วิ่งโดยใช้ไฮบริดซีเมนต์สำหรับงานโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว	22
D-04	นันทนา บอกรุณทนต์ จักษดา อารังวุฒิ ศักดิ์สิทธิ์ พันทวี และ คำภี จิตชัยภูมิ	
14.00-14.15	ปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในหอยแมลงภู่ที่เพาะเลี้ยงในอ่าวไทย	30
D-05	อัจฉริยา สัมพันธ์พร ขวลิท เจริญพงษ์ และ เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล	
14.15-14.30	การศึกษาอัตราการเกิดและองค์ประกอบของขยะเศษอาหารจากอาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสด	38
D-06	ณัฐวรรณ เดชกำแหง พารณ มั่นใจอาจค์ อทิตินันท์ ภูพาดทอง และ อรทัย ขวาลภาฤทธิ์	
14.30-14.45	ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน:	45
D-07	กรณีศึกษาโครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางโหนด จังหวัดสมุทรปราการ	
	ปรกรณ์เกียรติ หมื่นสิทธิโรจน์ ภาวินี พงศ์พันธ์พฤทธิ พิสุทธิ เพ็ชรมนกุล และ ณัฐวิญญ์ ขวเลิศพรศิยา	
14.45-15.00	แนวทางการสื่อสารแบบบูรณาการเพื่อณรงค์การจัดการมูลฝอยชุมชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลแม่่างอ้อ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่	53
D-08	น้ำฝน รักประยูร วิลาสินี บุญธรรม สมบัติ กันบุตร เกศินี วีรศิลป์ และ นิติกาญจน์ นาคประสม	
15.00-15.15	พัก	



## Program E

ผู้ดำเนินรายการ :		รศ.ดร.วิภาดา เดชะปัญญา และ ผศ.ดร.พรณวดี สุวัติกะ
15.15-15.30 E-01	การแพร่กระจายอนุภาคพลาสติกจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชน: กรณีศึกษาเทศบาลนครตรัง <u>ปรียาภัทร์ กิ่งเลี้ยง</u> ขาติ เจียมไชยศรี วิไล เจียมไชยศรี นพฤทธิ์ สุทธศิลป์ และ โทโมนริ อธิกาภิ	60
15.30-15.45 E-02	แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช <u>พรณทพิพย์ แก้วดี</u> พรทพิพย์ ศรีแดง และ ฉัตรชัย แก้วดี	68
15.45-16.00 E-03	ปัจจัยส่งเสริมประสิทธิภาพการลดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ด้วยการฉีดพ่นละอองน้ำ ในห้องทดสอบจำลองแบบกึ่งปิด <u>นพรุจ นาคจันทร์</u> ทรรศนีย์ พฤษภาสิทธิ รัชชานนท์ เปี่ยมใจสว่าง สุชาดา สุขหรั่ง และ นรุตตม์ สหนาวิน	76
16.00-16.15 E-04	ประสิทธิภาพของสารไบโอพอลิเมอร์ในการลดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในห้องทดสอบจำลองแบบปิด <u>ขวัญศินีย์ เบ็ญหิม</u> ทรรศนีย์ พฤษภาสิทธิ รัชชานนท์ เปี่ยมใจสว่าง สุชาดา สุขหรั่ง และ นรุตตม์ สหนาวิน	83
16.15-16.30 E-05	ประสิทธิภาพของโพลีอะลูมินาเฟอร์ริคซิลิเกตเคลือบไรต์ในกระบวนการโคแอกกูเลชัน สำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำขึ้นต้น <u>ธีรภัทร์ วาใจทอง</u> เรวดี อนุวัฒนา โกวิท สุวรรณหงษ์ ศักดิ์สิทธิ์ อัมแมน และ ต่อพงศ์ กริธาชาติ	90
16.30-16.45 E-06	ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะในเขตพื้นที่ป่าเขาอังคาร ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการ สุธีรา สุนทรารักษ์	98
16.45-17.00 E-07	การสำรวจสภาพการจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ท่องเที่ยวเขตเมืองเพื่อการจัดทำระบบการจัดการขยะ กรณีศึกษาตลาดน้ำตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร <u>ปารวี รัตนคาม</u> และ เจษฎานันท์ เวียงนนท์	105



## Program F

ผู้ดำเนินรายการ : ผศ.ดร.อนัญญา โปธิ์ประดิษฐ์ และ อ.ดร.ปรานิน แสงอรุณ		
13.00-13.15 F-01	การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพหุ่นต้นแบบพีซีลอยน้ำในการบำบัดสารอาหาร ในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงอาหารกลาง ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ณัฏกิจ ชาริรัตน์ สมภพ สอนองราชกูร์ นิธิพัฒน์ เกียรติศรี นราวิวัฒน์ ทองอินทร์ และ อำนาจ วันนา	112
13.15-13.30 F-02	การบำบัดสีย้อมด้วยกระบวนการโฟโตออกซิเดชันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียม ไดออกไซด์นาโนที่ร่วมกับการเติมอากาศขนาดไมโคร/นาโนบับเบิล สุพธิตา วงษ์วิเชียร ธรรมศักดิ์ โรจน์วิรุฬห์ และ อรวรรณ โรจน์วิรุฬห์	119
13.30-13.45 F-03	ผลของเส้นใยโพลีพรพิลีนต่อการหดตัวของจีโอโพลีเมอร์ ประเสริฐ สุวรรณวิทยา อัฐพร ฤณอมวงศ์ และ ชวเลข วัฒนเขเวทิน	127
13.45-14.00 F-04	การวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้า กรณีศึกษา: รถไฟฟ้าสายสีเขียวของกรุงเทพมหานคร รัชดาพร ธรรมไหว ธเรศ ศรีสถิตย์ และ สาธิต ศรีสถิตย์	135
14.00-14.15 F-05	การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสำหรับการท่องเที่ยวกรณีศึกษา : แหล่งท่องเที่ยว กรุงเทพมหานครชั้นใน รริดา แก้วเมืองมูล และ ชัชพล มงคลิก	143
14.15-14.30 F-06	ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (ออส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 ในการจัดการเมืองด้านสาธารณสุข เมธวิน มีสุวรรณ และ นันทสารี สุขโต	151
14.30-14.45 F-07	ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์กร ของคณะแพทยศาสตร์ วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช โอฬาร สืบสาย และ นันทสารี สุขโต	158
14.45-15.00 F-08	การประเมินความต้องการจำเป็นในการตอบโต้สารเคมีและวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง กรณีศึกษา สำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรุงเทพมหานคร พรหมมินทร์ กงมนต์ และ เจษฎานันท์ เวียงนนท์	166
15.00-15.15	พัก	



## Program G

ผู้ดำเนินรายการ : ผศ.ดร.นิตา ชัยมูล และ ผศ.ดร.นรารัตน์พร นวลสุวรรณค์		
15.15-15.30 G-01	กลไกการสร้างความเข้มแข็งของชุมชน กรณีศึกษา : ชุมชนแฟลตสิริสาสน์ เคหะศรีย่าน กรุงเทพมหานคร <u>ภรณ์จิตา จิรประภาชัยเลิศ</u> และ <u>แสน กิรดินวนันท์</u>	173
15.30-15.45 G-02	การประเมินประสิทธิภาพของหน้ากากผ้า เพื่อป้องกันการสัมผัสละอองฝอย <u>โอฬาร อนันตพวงค์</u> และ <u>มณีรัตน์ องค์กรรณดี</u>	181
15.45-16.00 G-03	การประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารกรณีศึกษาห้องสมุด วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล <u>พัชรินทร์ ไพรรกุล</u> และ <u>ปธานิน แสงอรุณ</u>	189
16.00-16.15 G-04	การจัดการของเสียจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ในเขตเทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต <u>นิตติยา สังขนันท์</u> <u>ธิดารัตน์ คำล้อม</u> และ <u>วันวิสา สิทธิการ</u>	197
16.15-16.30 G-05	ปริมาณและองค์ประกอบมลพิษทางกายภาพ กรณีศึกษา: โรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต <u>ธิดารัตน์ คำล้อม</u> <u>นิตติยา สังขนันท์</u> และ <u>วรรณรัตน์ ชูเชิด</u>	205
16.30-16.45 G-06	การพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมสำหรับผู้สูงอายุในเมือง : กรณีศึกษา อาคารเช่า การเคหะแห่งชาติ <u>แก้วบัวแก้ว รัตน์จันทร์</u> และ <u>ธเรศ ศรีสถิตย์</u>	211
16.45-17.00 G-07	The quantity and the physical composition of the marine debris in the Pluem Suk beach area, Ratsada Subdistrict, Mueang Phuket District Phuket Province <u>Nitiya Sangkhanan</u> <u>Tidarat Kumlorn</u> and <u>Thitima Wonghajak</u>	219





## POSTER

- P-01 ลำดับความสำคัญของแนวทางการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพ การกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง สำหรับหน่วยรับตรวจ  
ณัฐชนนพงศ์ ผลสินเยี่ยม วรานนท์ คงสง กรกช ทวีสิน อีระเดช สนองทวีพร และ เสรีย์ ตู๊ประกาย 226
- P-02 ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง)  
ภัสกร ชันธุ์เจริญ วรานนท์ คงสง กรกช ทวีสิน อีระเดช สนองทวีพร และ เสรีย์ ตู๊ประกาย 234
- P-03 การศึกษาการปล่อยมลพิษจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีนและแก๊สโซฮอลล์  
นภาพร แยมกัลดี เสรีย์ ตู๊ประกาย เลิศเลขา ศรีรัตน์นะ สิริวัลภ์ เรืองช่วย ตู๊ประกาย และ นันทน์ภัสกร อินยิ้ม 242
- P-04 การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากการร่างขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง (Term of Reference : TOR)  
นิจจิรา วัชรระ เสรีย์ ตู๊ประกาย นันทน์ภัสกร อินยิ้ม และ สิริวัลภ์ เรืองช่วย ตู๊ประกาย 249
- P-05 การพัฒนามาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าในสถานประกอบกิจการ ตามกฎหมายฯ : กรณีศึกษา บริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด  
ภาคภูมิ ทิพย์ประเสริฐ เลิศเลขา ศรีรัตน์นะ กฤษดา พิศลยบุตร และ บุญธรรม หาญพาณิชย์ 256
- P-06 ผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร  
กรณีศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษา ในพื้นที่อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา  
กิตติธัช เย็นใจ วรานนท์ คงสง อีระเดช สนองทวีพร และ ชัยวัฒน์ ภูวกรกุลชัย 264
- P-07 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค  
เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร  
กฤตภาส คงประสิทธิ์ วรานนท์ คงสง กรชกร ทวีสิน อีระเดช สนองทวีพร และ เสรีย์ ตู๊ประกาย 271

**Program A**  
(International Program)

The Environmental Engineering Association of Thailand (EEAT) and  
The Landfill System & Technologies Research, Association of Japan, NPO (NPO.LSA)  
**24 November 2021**

---

**Chairman** Prof. Vissanu Meeyoo, Ph.D.

---

**[Technical presentation] :**

- 09.00-09.30      **Liner System of Sanitary Landfill**  
by Kent von Maubeuge  
Product Manager-NAUE GmbH & Co. KG.
- 09.30-09.50      **The Occurrence of Microplastics in Landfill Site Facilities**  
by Dr. Emenda Sembiring, Ph.D.  
Institute Technology Bandung, Indonesia
- 09.50-10.10      **Multicriteria Analysis for Selecting Leachate Treatment Process in Indonesia**  
by Dr. Mochammad Chaerul, Ph.D.  
Institute Technology Bandung, Indonesia
- 10.10-10.30      **Waste-to-Energy for Developing Decarbonized Society in Japan**  
by Assoc. Prof. Hwang In-Hee, Ph.D.  
Hokkaido University, Japan
- 10.30-10.50      **Changing of Leachate Quality by Shifting to Ash Landfilling**  
by Mr. Isamu Norimatsu  
Shimizu Corporation, LSA, Japan
- 10.50-11.00      Break
- 11.00-11.50      **Open Panel Discussion**  
What are Required for Improving Waste Management in Asia-Pacific  
(Toward for APLAS in 2022)
- [MC]  
                         • Assoc. Prof. Wanpen Wirojanagud, Ph.D.  
                         • Mr. Taisuke Odera, LSA Japan
- [Panelist]  
EEAT: Assoc. Prof. Chart Chiemchaisri, Ph.D.  
LSA: Prof. Kazuei Ishii, Ph.D.  
ITB: Dr. Emenda Sembiring, Ph.D.  
                         Dr. Mochammad Chaerul, Ph.D.
- 11.50-12.00      **Closing Remarks**  
\*Including Announcement of APLAS Bangkok Again  
by EEAT



**Program B**  
(International Program)



**Full-scale Landfill Leachate Wastewater Treatment Plant by Anammox Process**

The Environmental Engineering Association of Thailand (EEAT) and  
Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Thailand

**Environmental Technology Annual Conference 33 EEAT '21 and Mini-APLAS**

**24 November, 2021**

Virtual Conference (Zoom Application)

<b>Chairman</b>	Assoc. Prof. Pongsak Noophan, Ph.D.
08.00-09.00	Registration Time
08.00-09.00	Group meeting on Environmental Technology and Management 2021
<b>Session I: Environmental Technology and Management</b>	
<b>Chair: Professor Ji-Dong Gu, Ph.D.</b>	
<b>Co-chair: Associate Professor Pongsak (Lek) Noophan, Ph.D.</b>	
09.00-09.40	Microbial Nitrogen Transformation Reactions and Biodeterioration of Ancient Angkor Monuments by <b>Professor Ji-Dong Gu, Ph.D.</b> , Environmental Engineering Department, Guangdong Technion Israel Institute of Technology, China
09.40-10.00	Nitrogen Removal Efficiencies and Microbial Communities Studies of Anammox Process in Lab-scale system and Combine between Partial Nitrification and Anammox Processes in Full-scale Systems by <b>Jarawee Kaewyai</b> , Pongsak (Lek) Noophan, Jih-Gaw Lin, Junko Munakata-Marr, Linda Ann Figueroa, Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, 50 Ngamwongwan Road, 10900 Bangkok, Thailand
10.00-10.20	The effect of metal electrodes on controlling biofouling using electrochemical quorum quenching method by <b>Xiu-Ping, Zhong</b> , Yi-Chen, Ma, I-Chieh Chien, Department of Water Resources and Environmental Engineering, Tamkang University, 151 Yingzhuan Road, Tamsui district, New Taipei City 25137, Taiwan
10.20-10.40	Effects of sunlight on fouling rate and microbial community structure in membrane bioreactors by <b>Hyeona Park</b> , Syed Salman Ali Shah, Kwang-Ho Choo, Department of Environment Engineering, Kyungpook National University, 80 Daehak-ro, Buk-gu, 41566, Korea
10.40-11.00	Break

**Session II: Environmental Technology and Management**  
**Chair: Professor Kwang-Ho Cho, Ph.D.**  
**Co-chair: Assistant Professor Peng, Ching-Yu, Ph.D.**

- 11.00-11.20 Boron removal from industrial wastewater a comparison between the Lab-Scale and the Pilot-scale  
by **O. Sabine Jessica**, N. Lee, and L. Chi-Wang, Department of Water Resources and Environmental Engineering, Tamkang University, Taiwan
- 11.20-11.40 Start-up of Partial Nitritation (PN) and Anammox Processes for Mature Landfill Leachate Treatment  
by **Tanapon Jaturongkachock** and Pongsak (Lek) Noophan, Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand
- 11.40-12.00 Fish scale activated carbons for capacitive deionization (CDI)  
by **Tzu-Chiang Hsu**, Ching-Yu Peng, Department of Water Resources and Environmental Engineering, Tamkang University, New Taipei City, 25137, Taiwan
- 12.00-13.00 **Lunch**

**Session III: Environmental Technology and Management**  
**Chair: Professor Chongrak Polprasert, Ph.D.**  
**Co-chair: Associate Professor I-Chieh Chien, Ph.D.**

- 13.00-13.40 Impacts of Microplastics on Ecosystems and Public Health  
by **Professor Dr. Chongrak Polprasert**, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University, Thailand
- 13.40-14.00 Retention of nitrate in a headwater stream: effects of benthic and hyporheic zone  
by Y Li, T Kubo, **T. Kasahara**, Division of Forest Environmental Science, Department of Agro-environmental Sciences, Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University. Fukuoka, Japan
- 14.00-14.20 Effects of Caffeine on Nitrogen Removal of Anaerobic Ammonium Oxidizing Bacteria  
by **Titima Wongphoom**, Pongsak (Lek) Noophan, and Chi Wang Li Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand
- 14.20-14.40 Sustainable factors for Strategic environmental assessment (SEA) Guidance documents on Water Resources  
by **Warangluck Nasorn**, Sanya Sirivithayapakorn, Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand
- 14.40-15.00 Break





**Session IV: Environmental Technology and Management**

**Chair: Professor Chi-Wang Li, Ph.D.**

**Co-chair: Dr. Sumeth Wongkiew**

- 15.00-15.20      Bioponics – A Biological Conversion of Organic Waste-to-Food in the BCG Models  
by **Sumeth Wongkiew**, Ph.D. Department of Environmental Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand
- 15.20-15.40      Biofouling reduction in membrane bioreactors using live membranes loaded with quorum quenching bacteria  
by **S.S.A. Shah**, K.B. Lee, H. Park, K.H. Choo, School of Architectural, Civil, Environmental, and Energy Engineering, Kyungpook National University, 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu 41566, Republic of Korea
- 15.40-16.00      Flow-Electrode Capacitive Deionization (FCDI) System for Phosphorus Recovery  
by **Yi-Fang Chen**, Ching-Yu Peng, Department of Water Resources and Environmental Engineering, Tamkang University, New Taipei City, 25137, Taiwan
- 16.00-16.20      Photocatalytic reduction of nitrate in water Managing formic acid as the hole scavenger by control FNR  
by **Pongsakorn SA-NGAPON**, Sanya Sirivithayapakorn, Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand
- 16.20-16.30      **Closing Ceremony**

# **Oral Presentation**

---



# การหาประสิทธิภาพ อัตราบรรทุกพื้นผิว และอัตราการกำจัดพื้นผิว ของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนตามหลักธรรมชาติ เพื่อการใช้ซ้ำในการเกษตร

## Treatment efficiency, surface loading rate, and surface removal rate investigation of natural-based municipal wastewater treatment system for agricultural reuse

กนกวรรณ จันทร์โสม<sup>1</sup> และ สุมนา ราษฎร์ภักดิ์<sup>2\*</sup>

Kanokwan chansom<sup>1</sup> and Sumana Ratpukdi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ; <sup>2</sup>รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ : 08-3419-3993, โทรสาร : 0-4320-2571, E-mail : sumana.r@kku.ac.th

### บทคัดย่อ

โครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังรวมบึงประดิษฐ์ศูนย์การเรียนรู้ “บูรณาการกระบวนเป็นหนึ่ง” เป็นระบบบำบัดน้ำเสียตามหลักธรรมชาติภายใต้โครงการพัฒนาพื้นที่ท่องเที่ยวโดยระบบมีเป้าหมายเพื่อบำบัดน้ำเสียสำหรับการใช้ซ้ำในกิจกรรมด้านการเกษตร งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาติดตามคุณภาพน้ำเสีย การประเมินประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย และหาความสัมพันธ์ของอัตราบรรทุกพื้นผิวและการกำจัดพื้นผิว วิธีการศึกษาเป็นการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำเสียก่อนและภายหลังการบำบัดน้ำเสียเป็นระยะเวลา 6 เดือน ระหว่างมีนาคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2564 เพื่อให้ครอบคลุมฤดูแล้งและฝน โดยพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าพีเอช, ค่าบีโอดี, ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจนโดยวิธีเจลดาทาล ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน, ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส, ค่าความเค็มของน้ำ, ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด และค่าพีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำเสียเข้าระบบมีสารอินทรีย์และแร่ธาตุเจือปนไม่สูงมากนัก แต่มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและพีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูง เมื่อผ่านระบบบำบัดน้ำเสียคุณภาพน้ำเป็นไปตามเกณฑ์ทุกพารามิเตอร์ ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพการกำจัดค่าบีโอดี, ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด, ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสระหว่างร้อยละ 54-76 ส่วนการกำจัดโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงถึงร้อยละ 99 สำหรับอัตราบรรทุกพื้นผิวและอัตราการกำจัดพื้นผิวมีความสัมพันธ์สูงมาก ผลจากการศึกษาสามารถบ่งชี้ได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักการธรรมชาติสามารถบำบัดน้ำเสียชุมชนได้ดีพอสำหรับการนำมาใช้ซ้ำทางการเกษตรได้ต่อไป

**คำสำคัญ :** โครงการพัฒนาพื้นที่; ระบบบึงประดิษฐ์; ระบบบ่อฝัง; การนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่



## Abstract

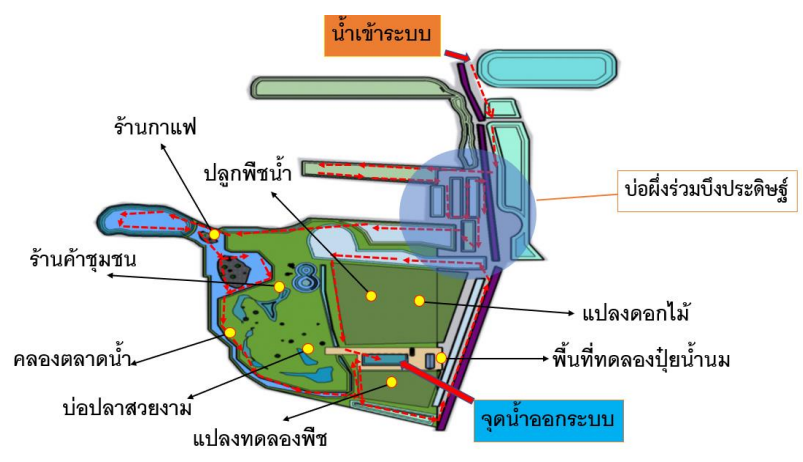
Improved wastewater treatment using stabilization pond integrated with constructed wetland project, "Integration Kranuan Number One Will" learning center is a natural-based wastewater treatment system under land and tourism development project. The system is aimed to treat the wastewater for reusing in agricultural activities. This study was emphasized on monitoring of wastewater quality, evaluation of wastewater treatment efficiencies, and investigation of surface loading and removal rate relationship. Wastewater before and after entering to the wastewater treatment system was sampled. The sampling period was 6 months during March to August, 2021 (representing dry and wet seasons). Parameters including pH, BOD, total dissolved solids, total Kjeldahl nitrogen, nitrate-nitrogen, phosphate-phosphorus, salinity, total coliform bacteria, and fecal coliform bacteria were monitored. The result showed that influents contained low organic matter and nutrients but total and fecal coliform bacteria were high. After the treatment, effluents met allowable standards for all tested parameters. The wastewater treatment efficiencies for BOD, total dissolved solids, nitrogen, and phosphorus removal were 54-76% while coliform bacterium removal reduction was higher than 99%. The surface loading and removal rates highly correlated. The result from this study clearly indicated that natural-based wastewater treatment could treat municipal wastewater for agricultural reuse.

**Keywords :** constructed wetland; land development project; stabilization pond; wastewater reclamation

## บทนำ

ในปัจจุบันการขาดแคลนน้ำ (Water crisis) เป็นหนึ่งในวิกฤตระดับโลกเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก การขยายตัวของเกษตรกรรม การพัฒนาทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สถานการณ์การขาดแคลนน้ำเพิ่มสูงมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยจากการศึกษาขององค์การสหประชาชาติได้คาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2050 ประชากรที่อยู่ในพื้นที่ขาดแคลนน้ำมีจำนวนมากถึง 6 พันล้านคน ทั้งนี้องค์การสหประชาชาติได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development goals; SDGs) ครอบคลุมการจัดการน้ำและสุขาภิบาลโดยมีใจความสำคัญ คือ ประชากรโลกทุกคนสามารถเข้าถึงแหล่งน้ำที่สะอาดได้ ประกอบกับแนวทางเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) ซึ่งมุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นแนวทางในการลดปัญหาการขาดแคลนน้ำวิธีการหนึ่ง คือ การนำน้ำเสียมาใช้ซ้ำ โดยน้ำเสียดังกล่าวจำเป็นต้องผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียให้อยู่มีคุณภาพดีเพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ได้

โครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่งร่วมบึงประดิษฐ์ ศูนย์การเรียนรู้ระนวนเป็นหนึ่ง เป็นระบบบำบัดน้ำเสียตามหลักธรรมชาติ (Natural-based treatment) ตั้งอยู่ ณ อำเภอรระนวน จังหวัดขอนแก่น เป็นโครงการภายใต้โครงการพัฒนาพื้นที่ (Land development project) เพื่อปรับปรุงพื้นที่ที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวด้วยรูปที่ 1 โดยในพื้นที่โครงการประกอบด้วยพื้นที่การค้า พื้นที่สหกรณ์ และแหล่งชมทิวทัศน์ ทั้งนี้ในบริเวณแหล่งน้ำเป็นการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียภายใต้ศูนย์การเรียนรู้ฯ ซึ่งนอกจากระบบดังกล่าวรองรับพื้นที่พาณิชย์แล้ว ระบบยังมุ่งเน้นเพื่อบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปตามมาตรฐาน รวมทั้งมีเป้าหมายในการใช้ประโยชน์น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วในเกษตรกรรม แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการพัฒนาอย่างยั่งยืนซึ่งมุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด จากงานวิจัยหรือกรณีศึกษาต่าง ๆ ในอดีตบ่งชี้แนวโน้มในการใช้ประโยชน์น้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วในเกษตรกรรมได้ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยในอดีตเน้นการพัฒนาระบบที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อให้ได้น้ำที่ผ่านการบำบัดเป็นไปตามข้อกำหนดการใช้ประโยชน์น้ำที่นั้น ๆ [1] ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าจนถึงปัจจุบันยังไม่ม้งานวิจัยที่มุ่งเน้นการศึกษาประสิทธิภาพและความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียจากระบบที่เน้นการพัฒนาพื้นที่และการปรับแต่งภูมิทัศน์เป็นสำคัญ



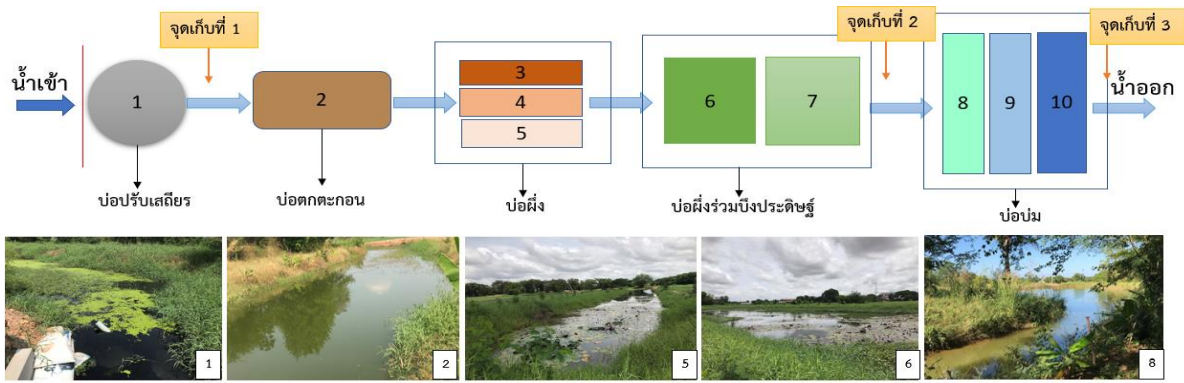
รูปที่ 1 ผังการใช้พื้นที่ของศูนย์การเรียนรู้ “บูรณาการกระบวนเป็นหนึ่ง”

กระบวนการบำบัดน้ำเสีย ณ ศูนย์การเรียนรู้ ฯ เป็นระบบบ่อฝัง (Stabilization pond) ร่วมกับบึงประดิษฐ์ (Wetland) ระบบดังกล่าวเป็นเทคโนโลยีที่ยั่งยืนและมีค่าใช้จ่ายน้อย รวมทั้งสามารถบำบัดน้ำทิ้งที่มีคุณภาพดีพอสำหรับการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ ดังตัวอย่างเช่น [1] ได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบึงประดิษฐ์ ซึ่งผลการศึกษพบว่าระบบดังกล่าวกำจัดค่าต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical oxygen demand; COD) และค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total suspended solids; TSS) ได้สูงถึงร้อยละ 81 และ 78 ตามลำดับ และน้ำเสียดังกล่าวสามารถนำกลับมาใช้เป็นน้ำชลประทาน อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียลักษณะนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่และการควบคุมระบบการบำบัดเป็นสำคัญ ทั้งนี้ในการออกแบบและควบคุมระบบมีพารามิเตอร์ที่สำคัญ ได้แก่ อัตราบรรทุกทุกพื้นที่ผิว (Surface loading rate; SLR) และอัตราการกำจัดพื้นที่ผิว (Surface removal rate; SRR) [1] งานวิจัยในปัจจุบันยังมีการศึกษาพารามิเตอร์ดังกล่าวค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งยังไม่มีการศึกษาพารามิเตอร์ทางการออกแบบและควบคุมตามหลักวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมในกิจการลักษณะที่เป็นโครงการพัฒนาพื้นที่

จากเหตุผลข้างต้นงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำเสียตามหลักธรรมชาติ โดยการศึกษาครอบคลุมการติดตามคุณภาพน้ำเสีย การประเมินประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย และหาความสัมพันธ์ของ SLR และ SRR เพื่อเป็นข้อมูลในการควบคุมหรือปรับปรุงระบบต่อไป ผลจากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับระบบบำบัดตามธรรมชาติกรณีศึกษาอื่น รวมทั้งแนวทางการศึกษาซึ่งสามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับงานศึกษาอื่น ๆ ในอนาคตได้ต่อไป

**อุปกรณ์และวิธีการ**

**ระบบบำบัดน้ำเสียที่ศึกษา** ระบบบำบัดน้ำเสียของศูนย์การเรียนรู้โครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังรวมบึงประดิษฐ์ตั้งอยู่ที่อำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น (ละติจูด 14°41'5"N, ลองจิจูด 103°04'50"E) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังรวมบึงประดิษฐ์ซึ่งรองรับน้ำเสียชุมชนจากเทศบาลเมืองกระนวน อำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น โดยมีอัตราการไหลเข้าของน้ำเสียประมาณ 200-300 m<sup>3</sup>/d โดยมีผังการไหลของน้ำเสียแสดงดังรูปที่ 2 ส่วนแรกของระบบ คือ บ่อปรับเสถียรรองรับน้ำเสียเข้าระบบมีปริมาตรเก็บกัก 702 m<sup>3</sup> ส่วนที่ 2 ได้แก่ บ่อตกตะกอนทำหน้าที่ตกตะกอนของแข็ง ซึ่งมีปริมาตรเก็บกัก 738 m<sup>3</sup> ส่วนต่อมาเป็นบ่อฝังต่ออนุกรม 3 บ่อ และตามมาด้วยบ่อฝังรวมบึงประดิษฐ์ต่ออนุกรม 2 บ่อ บ่อทั้งหมดมีปริมาตรเก็บกักรวมทั้งสิ้น 7,597 m<sup>3</sup> ทำหน้าที่กำจัดสารคาร์บอนอินทรีย์และแร่ธาตุในน้ำ บ่อส่วนสุดท้าย ได้แก่ บ่อบ่มในลักษณะเป็นคลองยาวมีปริมาตรเก็บกักรวมทั้งสิ้น 4,409 m<sup>3</sup> ทั้งนี้ระบบบำบัดมีระยะเวลาที่น้ำรวมทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 79 วัน



รูปที่ 2 ผังการไหลของโครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผิ้วร่วมบึงประดิษฐ์ ศูนย์การเรียนรู้กระนวนเป็นหนึ่ง

**การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย** งานวิจัยนี้เก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (Grab sampling) จากศูนย์การเรียนรู้ฯ ทั้งหมด 6 ครั้ง (1 เดือนต่อครั้ง) ระหว่างเดือนมีนาคม ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 ซึ่งครอบคลุมทั้งในฤดูแล้ง (มีนาคม-พฤษภาคม) และฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม) โดยเลือกจุดเก็บน้ำตัวอย่าง 3 จุด (รูปที่ 2) ซึ่งได้แก่ จุดที่ 1 น้ำเสียก่อนเข้าระบบ จุดที่ 2 น้ำเสียที่ผ่านระบบระบบบ่อผิ้วและบึงประดิษฐ์ และจุดที่ 3 คือจุดน้ำออกจากระบบ (น้ำที่ผ่านการบำบัด)

สำหรับพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียของระบบอ้างอิงพารามิเตอร์และค่าตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งและน้ำธรรมชาติ ซึ่งประกอบไปด้วย 1.) มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน 2.) มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 3.) มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทาน กรมชลประทาน 4.) เกณฑ์คุณภาพน้ำด้านการชลประทานในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และทางน้ำชลประทาน โดยพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ในการศึกษานี้ ได้แก่ ค่าพีเอช (pH), ค่าบีโอดี (BOD), ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total dissolved solids; TSS), ปริมาณไนโตรเจนโดยวิธีเจลดาล์ (Total Kjeldahl nitrogen; TKN), ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-nitrogen; NO<sub>3</sub>-N), ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (Phosphate-phosphorus; PO<sub>4</sub>-P), ค่าความเค็มของน้ำ (Salinity), ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total coliform bacteria) และ ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal coliform bacteria)

**การประเมินประสิทธิภาพและการหา SLR และ SRR ของระบบบำบัดน้ำเสีย** จากค่าคุณภาพน้ำเสียเคมี ซึ่งได้แก่ BOD, TSS, TKN, NO<sub>3</sub>-N และ PO<sub>4</sub>-P ณ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 (น้ำเข้าระบบ) และจุดที่ 3 (น้ำออกจากระบบก่อนนำไปใช้งาน) นำมาคำนวณหาประสิทธิภาพในการกำจัดตามสมการที่ (1) นอกจากนี้ค่าคุณภาพน้ำจากจุดที่ 1 และ 3 สามารถนำมาคำนวณหา SLR และ SRR ได้ดังสมการที่ (2) และ (3)

$$\% \text{ Removal} = (C_{in} - C_{out}) / C_{in} \times 100 \quad (1)$$

$$SLR = (Q \times C_{in}) / A \quad (2)$$

$$SRR = Q \times (C_{in} - C_{out}) / A \quad (3)$$

โดย  $C_{in}$  = ความเข้มข้นของค่าคุณภาพน้ำทางเคมีเข้าระบบ (จากจุดที่ 1) (mg/L)  
 $C_{out}$  = ความเข้มข้นของค่าคุณภาพน้ำทางเคมีออกจากระบบ (จากจุดที่ 3) (mg/L)  
 SLR = อัตราการบรรทุกพื้นผิว (g·m<sup>2</sup>/ day)      SRR = อัตราการกำจัดพื้นผิว (g·m<sup>2</sup>/ day)  
 Q = อัตราการไหล (m<sup>3</sup>/day)      A = พื้นที่ (m<sup>2</sup>)

ส่วนค่าปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถนำมาหาประสิทธิภาพในการกำจัดได้จากสมการที่ (4) และ (5)

$$\text{Log reduction} = \log(C_{in}) - \log(C_{out}) \quad (4)$$

$$\text{Percent reduction} = (1 - 10^{-L}) \times 100 \quad (5)$$

โดย  $C_{in}$  = ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเข้าระบบ (จากจุดที่ 1) (MPN/100 mL)  
 $C_{out}$  = ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียออกจากระบบ (จากจุดที่ 3) (MPN/100 mL)  
 L = Log reduction

### ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการติดตามคุณภาพน้ำเสีย ผลการติดตามคุณภาพน้ำเสียในระยะเวลา 6 เดือน สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 1 จากผลการศึกษาจากตารางที่ 1 บ่งชี้ว่าคุณภาพน้ำเสียเข้าระบบมีความเน่าเสียและแร่ธาตุเจือปนไม่สูงมากนัก เนื่องจากเป็นน้ำเสียจากชุมชน เมื่อพิจารณาเฉพาะค่า TSS, BOD<sub>5</sub> และปริมาณพีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำเข้าระบบ (ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48 mg/L, 38 mg/L และ 30×10<sup>3</sup> MPN/100 mL ตามลำดับ) พบว่ามีค่าแตกต่าง (พิจารณาจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ทั้งนี้คาดว่าผลดังกล่าวเกิดจากอิทธิพลของฤดูกาล กล่าวคือ ในช่วงฤดูแล้งค่า TSS, BOD<sub>5</sub> และปริมาณพีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าสูงเนื่องจากไม่มีน้ำฝนในรางระบายน้ำมาเจือจาง แต่อย่างไรก็ตามภายหลังเมื่อผ่านระบบบำบัดน้ำเสียคุณภาพน้ำเสียอยู่ในเกณฑ์ทุกพารามิเตอร์ ระบบบำบัดน้ำเสียตามธรรมชาตินั้นสามารถลดปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียตามธรรมชาติ เนื่องจากบ่อดังกล่าวมีระยะเวลาพักน้ำยาวนานและมีแสงแดดช่วยในการฆ่าเชื้อโรค

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย

จุดเก็บน้ำ	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
<b>pH</b>				
น้ำเสียเข้าระบบ	6.84	7.2	7.5	0.26
น้ำออกจากบ่อฝังร่วมบึงประดิษฐ์	6.4	7.04	7.66	0.47
น้ำออกจากระบบ	6.6	7.15	7.96	0.53
<b>มาตรฐานคุณภาพน้ำ<sup>1</sup></b>	<b>6.5-8.5</b>	<b>6.5-8.5</b>	<b>6.5-8.5</b>	
<b>TSS (mg/L)</b>				
น้ำเสียเข้าระบบ	15	48	80	21.77
น้ำออกจากบ่อฝังร่วมบึงประดิษฐ์	18	26	41	7.99
น้ำออกจากระบบ	9.6	15	19.3	5.35
<b>มาตรฐานคุณภาพน้ำ<sup>1</sup></b>	<b>&lt;30</b>	<b>&lt;30</b>	<b>&lt;30</b>	
<b>BOD<sub>5</sub> (mg/L)</b>				
น้ำเสียเข้าระบบ	25	38	51	9.70
น้ำออกจากบ่อฝังร่วมบึงประดิษฐ์	18	23.02	34	5.84
น้ำออกจากระบบ	9.25	14.12	18.1	3.25
<b>มาตรฐานคุณภาพน้ำ<sup>1</sup></b>	<b>&lt;20</b>	<b>&lt;20</b>	<b>&lt;20</b>	
<b>PO<sub>4</sub>-P (mg/L-P)</b>				
น้ำเสียเข้าระบบ	1	1.62	2.3	0.51
น้ำออกจากบ่อฝังร่วมบึงประดิษฐ์	0.42	0.78	1.2	0.29
น้ำออกจากระบบ	0.3	0.39	0.52	0.07
<b>มาตรฐานคุณภาพน้ำ<sup>3</sup></b>	<b>&lt;0.4</b>	<b>&lt;0.4</b>	<b>&lt;0.4</b>	



ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย (ต่อ)

จุดเก็บน้ำ	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
<b>NO<sub>3</sub>-N (mg/L-N)</b>				
น้ำเสียเข้าระบบ	0.07	0.26	1	0.36
น้ำออกจากบ่อฝักร่วมบึงประดิษฐ์	0.05	0.16	0.54	0.19
น้ำออกจากระบบ	0.04	0.12	0.4	0.14
<b>มาตรฐานคุณภาพน้ำ<sup>3</sup></b>	<b>&lt;0.4</b>	<b>&lt;0.4</b>	<b>&lt;0.4</b>	
<b>TKN (mg/L)</b>				
น้ำเสียเข้าระบบ	12	16.67	24	4.08
น้ำออกจากบ่อฝักร่วมบึงประดิษฐ์	5.1	7.58	812	2.45
น้ำออกจากระบบ	4	6.33	11	2.50
<b>มาตรฐานคุณภาพน้ำ<sup>1</sup></b>	<b>&lt;35</b>	<b>&lt;35</b>	<b>&lt;35</b>	
<b>Salinity (ppt)</b>				
น้ำเสียเข้าระบบ	0.34	41	0.57	0.09
น้ำออกจากบ่อฝักร่วมบึงประดิษฐ์	0.24	0.31	0.36	0.05
น้ำออกจากระบบ	0.15	0.22	0.26	0.04
<b>มาตรฐานคุณภาพน้ำ<sup>4</sup></b>	<b>&lt;1.0</b>	<b>&lt;1.0</b>	<b>&lt;1.0</b>	
<b>Total coliform (MPN/100 mL)</b>				
น้ำเสียเข้าระบบ	150×10 <sup>3</sup>	253×10 <sup>3</sup>	540×10 <sup>3</sup>	160×10 <sup>3</sup>
น้ำออกจากบ่อฝักร่วมบึงประดิษฐ์	0.19×10 <sup>3</sup>	0.57×10 <sup>3</sup>	0.92×10 <sup>3</sup>	0.26×10 <sup>3</sup>
น้ำออกจากระบบ	0.15×10 <sup>3</sup>	0.51×10 <sup>3</sup>	0.92×10 <sup>3</sup>	0.26×10 <sup>3</sup>
<b>มาตรฐานคุณภาพน้ำ<sup>2</sup></b>	<b>20×10<sup>3</sup></b>	<b>20×10<sup>3</sup></b>	<b>20×10<sup>3</sup></b>	
<b>Fecal coliform (MPN/100 mL)</b>				
น้ำเสียเข้าระบบ	14×10 <sup>3</sup>	30×10 <sup>3</sup>	50×10 <sup>3</sup>	13×10 <sup>3</sup>
น้ำออกจากบ่อฝักร่วมบึงประดิษฐ์	0.1×10 <sup>3</sup>	0.19×10 <sup>3</sup>	0.25×10 <sup>3</sup>	0.11×10 <sup>3</sup>
น้ำออกจากระบบ	0.02×10 <sup>3</sup>	0.07×10 <sup>3</sup>	0.12×10 <sup>3</sup>	0.42×10 <sup>3</sup>
<b>มาตรฐานคุณภาพน้ำ<sup>2</sup></b>	<b>4×10<sup>3</sup></b>	<b>4×10<sup>3</sup></b>	<b>4×10<sup>3</sup></b>	

<sup>1</sup> เกณฑ์ 1 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

<sup>2</sup> เกณฑ์ 2 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ 3

<sup>3</sup> เกณฑ์ 3 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทาน กรมชลประทาน

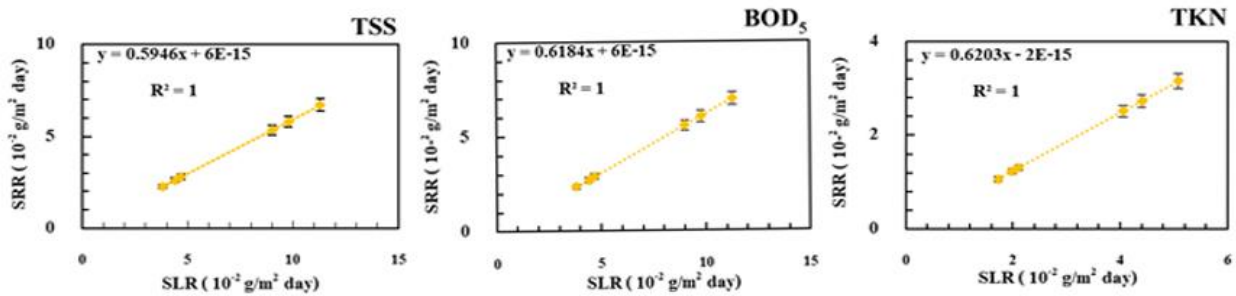
<sup>4</sup> เกณฑ์ 4 เกณฑ์คุณภาพน้ำด้านการชลประทานในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และทางน้ำชลประทาน

**ผลการประเมินประสิทธิภาพและการหา SLR และ SRR** การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียระบบบ่อฝิ่งหรือบึงประดิษฐ์นั้นสามารถประเมินได้จาก SLR และ SRR [1] กล่าวคือ ค่าดังกล่าวสามารถบ่งชี้ศักยภาพระบบซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดการปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ พื้นที่ระบบบำบัดน้ำเสีย และระยะเวลาพักน้ำเสียที่เหมาะสมได้ รวมทั้งยังสามารถใช้เป็นข้อมูลในการปรับเปลี่ยนชนิดและปริมาณพืชในบึงประดิษฐ์เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้นได้ การหาประสิทธิภาพของระบบน้ำเสียเป็นไปดังตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียทุกพารามิเตอร์พบว่ามีค่ามากกว่าร้อยละ 50 ทั้งหมดจากตารางที่ 1 พบว่าค่าปริมาณพีโคลิฟอร์มแบคทีเรียเข้าระบบมีค่าสูงมากเนื่องมาจากน้ำเสียชุมชนมีแบคทีเรียปนเปื้อนมาก [2] ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียชี้ชัดว่าระบบบำบัดน้ำเสียนี้บำบัดได้มีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำจัดเชื้อโรคสูงมากกว่าร้อยละ 99 แม้ระบบธรรมชาติไม่ได้เติมสารฆ่าเชื้อแต่เมื่อเวลาเก็บกักน้ำเสีย (Hydraulic retention time) มากพอระบบสามารถบำบัดน้ำเสียและกำจัดจุลินทรีย์ได้ด้วยวิถีธรรมชาติ ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาในอดีตที่รายงานถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์ที่ควบคุมเวลากักน้ำ 82 วัน สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน (ประมาณร้อยละ 50-80) [3]

**ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียเฉลี่ย**

พารามิเตอร์	ร้อยละประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียเฉลี่ย (± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	พารามิเตอร์	ร้อยละประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียเฉลี่ย (± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
TSS	59.46 ± 5.35	PO <sub>4</sub> -P	75.93 ± 0.07
BOD <sub>5</sub>	61.84 ± 3.25	Total coliform	99.80 ± 255.32
NO <sub>3</sub> -N	53.85 ± 0.14	Fecal coliform	99.77 ± 41.79
TKN	62.03 ± 0.04		

สำหรับการหาค่า SLR และ SRR เมื่อพิจารณาค่าคุณภาพน้ำ TSS พบว่าระบบบำบัดมีค่า SLR และ SRR เท่ากับ 4.40-11.28 และ  $2.27-6.71 \times 10^{-2} \text{ g/m}^2\text{-d}$  ส่วน BOD<sub>5</sub> มีค่า SLR และ SRR เท่ากับ 3.82-11.28 และ  $2.36-6.98 \times 10^{-2} \text{ g/m}^2\text{-d}$  และ TKN มีค่า SLR และ SRR เท่ากับ 1.72-5.08 และ  $1.07-3.15 \times 10^{-2} \text{ g/m}^2\text{-d}$  ตามลำดับ ทั้งนี้ค่า SLR และ SRR จากการศึกษานี้มีค่าน้อยกว่างานวิจัยในอดีต [1,4] ทั้งนี้ค่าดังกล่าวมีค่าแตกต่างกันไปในงานวิจัยต่าง ๆ โดยพบการรายงานค่าตั้งแต่  $8-16,400 \times 10^{-2} \text{ g/m}^2\text{-d}$  [1,4] ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า SLR และ SRR ที่สำคัญในการศึกษานี้คือ อัตราการไหลเข้าระบบ นอกจากนี้ฤดูกาลเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด ผลการศึกษาพบว่าในช่วงฤดูฝนมีค่ามากกว่าช่วงฤดูแล้ง ตัวอย่างเช่นเมื่อพิจารณาจากค่า BOD<sub>5</sub> พบว่า ค่า SLR และ SRR ในเดือนมิถุนายนมีค่าเท่ากับ 9.77 และ  $6.04 \times 10^{-2} \text{ g/m}^2\text{-d}$  ส่วนเดือนมีนาคมมีค่าเท่ากับ 4.40 และ  $2.72 \times 10^{-2} \text{ g/m}^2\text{-d}$  ตามลำดับ ผลดังกล่าวนี้บ่งชี้ได้ว่าในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำเข้าระบบเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมีน้ำฝนเข้าระบบร่วมด้วยส่งผลให้ค่า SLR เพิ่มขึ้น แต่ระบบยังสามารถรองรับปริมาณน้ำดังกล่าวทำให้ค่า SRR สูงขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ยังสามารถกล่าวได้ว่าระบบบำบัดนี้มีศักยภาพมากพอรองรับน้ำเสียได้ปริมาณมากขึ้นในอนาคต จากการศึกษางานวิจัยที่มีค่าสูงโดยมากแล้วเป็นการศึกษาเพื่อบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมอาหารที่มีอัตราการไหลและค่าสารอินทรีย์ แร่ธาตุตลอดจนของแข็งแขวนลอยสูง ดังนั้นในการงานศึกษารังนี้ซึ่งเป็นน้ำเสียชุมชนจึงมีค่า SLR และ SRR น้อยกว่ามาก นอกจากนี้ยังมีปัจจัยในการควบคุมระบบและสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่ออัตราการกำจัดด้วย เช่น ระยะเวลาใช้งานระบบ ระยะเวลาพักน้ำ ชนิดพืชในระบบ และอุณหภูมิ [4] แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ R<sup>2</sup> ซึ่งมากกว่า 0.99 ในทุกพารามิเตอร์ (รูปที่ 3) พบว่าค่า SLR และ SRR ในการศึกษานี้มีค่าความสัมพันธ์สูงมาก ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าค่า SLR และ SRR นี้สามารถใช้ในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียได้ รวมทั้งสามารถใช้เป็นค่าพื้นฐานในการปรับปรุงระบบหรือเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่น ๆ ในอนาคตได้ต่อไป



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราบรรทุกพื้นผิวและอัตราการกำจัดพื้นผิวเมื่อพิจารณาจากการกำจัด TSS, BOD<sub>5</sub> และ TKN

### สรุป

ผลการศึกษานี้ชี้ชัดว่าระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนตามหลักธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูง โดยระบบสามารถบำบัดน้ำเสียให้คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ในการเกษตรได้ โดยระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพการกำจัด TSS, BOD<sub>5</sub>, TKN, NO<sub>3</sub>-N และ PO<sub>4</sub>-P ระหว่างร้อยละ 54-76 ส่วนการกำจัดโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงถึงร้อยละ 99 สำหรับค่า SLR และ SRR แม้มีค่าไม่สูงนัก แต่มีความสัมพันธ์ดีสามารถใช้ค่าดังกล่าวนี้ในการควบคุมระบบต่อไป ในอนาคตควรมีการติดตามระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนตามหลักธรรมชาตินี้ต่อเนื่องเพื่อให้เห็นประสิทธิภาพระบบในระยะยาว นอกจากนี้ยังควรมีการศึกษาเพื่อปรับปรุงระบบ เช่น การเพิ่มปริมาณพืช การปรับเปลี่ยนชนิดพืช เป็นต้น

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์การเรียนรู้บูรณาการกระบวนเป็นหนึ่ง ซึ่งเป็นหน่วยงานภาคประชาคมของอำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้เข้าใช้พื้นที่เพื่อทำการศึกษาและสนับสนุนข้อมูลในการวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Milani, M., Consoli, S., Marzo, A., Pino, A., Randazzo, C., Barbagallo, S., & Cirelli, G. L. 2020. Treatment of Winery Wastewater with a Multistage Constructed Wetland System for Irrigation Reuse. *Water*, 12(5): 1260.
- [2] Tripathi, V.K., Rajput, T.B.S., Patel, N., 2016. Biometric properties and selected chemical concentration of cauliflower influenced by wastewater applied through surface and subsurface drip irrigation system. *J. Clean. Prod.* 139: 396–406.
- [3] Lavrić, S., Nan, X., Blasioli, S., Braschi, I., Anconelli, S., & Toscano, A. 2020. Performance of a full scale constructed wetland as ecological practice for agricultural drainage water treatment in Northern Italy. *Ecological Engineering*, 154, 10(5): 927.
- [4] Masi, F., Rochereau, J., Troesch, S., Ruiz, I., & Soto, M. 2015. Wineries wastewater treatment by constructed wetlands: a review. *Water Science and Technology*, 71(8): 1113–1127



# ผลของไบโอชาร์ต่อกำลังอัดและลักษณะพื้นผิวของจีโอโพลิเมอร์

## Effect of Biochar on Compressive Strength and Surface Characterization of Geopolymer

อิสระพล ช้อยจจอหอ<sup>1</sup> รัฐพล สมณา<sup>2</sup> และ เกียรติสุตา สมณา<sup>2\*</sup>

Itsarapol Choichoho<sup>1</sup> Rattapon Somna<sup>2</sup> and Kiatsuda Somma<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษาระดับปริญญาโท ; <sup>2\*</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ : 086-6030553, E-mail : kiatsuda.so@muti.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้สนใจศึกษาผลของไบโอชาร์ต่อกำลังอัดและลักษณะพื้นผิวของจีโอโพลิเมอร์ ไบโอชาร์ได้จากการเผาไม้ยูคาลิปตัสด้วยระบบไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส แก้วถ่านหินเป็นวัสดุตั้งต้นในการสังเคราะห์จีโอโพลิเมอร์ ไบโอชาร์แทนที่แก้วถ่านหินที่ 2% โดยน้ำหนัก ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 8, 10 และ 12 โมลาร์ และโซเดียมซิลิเกตเป็นสารละลายต่าง ที่อัตราส่วน 1:1 ทดสอบกำลังรับแรงอัดที่อายุ 7, 14, 28 และ 60 วัน ศึกษาลักษณะพื้นผิวของจีโอโพลิเมอร์ด้วยเทคนิค SEM-EDS จากการศึกษาพบว่า จีโอโพลิเมอร์ที่มีไบโอชาร์ 2% และใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 10 โมลาร์ให้ค่ากำลังอัดสูงสุด ลักษณะพื้นผิวของจีโอโพลิเมอร์ที่มีไบโอชาร์ พบว่า จีโอโพลิเมอร์มีแนวโน้มเข้าไปอยู่ในช่องว่างของไบโอชาร์ ทำให้เห็นพื้นผิวที่มีความแน่น มีช่องว่างลดลง ส่งผลให้ค่ากำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มีค่าสูงมากขึ้น

คำสำคัญ : จีโอโพลิเมอร์; ไบโอชาร์; โซเดียมไฮดรอกไซด์

### Abstract

This research aims to study the effects of biochar on the compressive strength and surface characteristics of geopolymers. Biochar is obtained by pyrolysis sintering of eucalyptus wood at 400 °C. Fly ash is a starting material for the synthesis of geopolymers. Biochar replaced fly ash at 2% by weight of the binder. Sodium hydroxide at 8, 10 and 12 molars was used with sodium silicate as an alkaline solution at a ratio of 1:1. Compressive strength was investigated at the age of 7, 14, 28 and 60 days. The surface characteristics of geopolymers with biochar were studied using the SEM-EDS technique. A geopolymer with 2% biochar and sodium hydroxide at a concentration of 10 molars provides the highest compressive strength. The surface characteristics of biochar-containing geopolymers showed that the geopolymers pasted tended to enter the biochar gap, resulting in a dense surface. It helped reduce the porosity of the geopolymer matrix so that the compressive strength of the geopolymer is much higher.

Keywords : Geopolymer; Biochar; Sodium hydroxide

## บทนำ

จีโอโพลิเมอร์เป็นวัสดุที่สังเคราะห์จากวัสดุที่มีซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ) และอลูมินา ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ร่วมกับสารละลายต่าง ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งมีความเข้มข้นในช่วง 10 – 14 โมลาร์ และใช้สารละลายโซเดียมซิลิเกตในการเพิ่มซิลิกาในระบบให้มีสมบัติทางกลที่ดีขึ้น โครงสร้างของจีโอโพลิเมอร์โดยทั่วไปมี 3 แบบ ได้แก่ โพลีไซอะเลท ( $\text{Al-O-Si}$ ) โพลีไซอะเลท-ไซลอกโซ ( $\text{Al-O-Si-O-Si}$ ) และ โพลีไซอะเลท-ไดไซลอกโซ ( $\text{Al-O-Si-O-Si-O-Si}$ ) [1] วัสดุตั้งต้นที่ใช้สังเคราะห์จีโอโพลิเมอร์ที่นิยมใช้ ได้แก่ ใ้ถ่านหิน ดินขาวเผา สมบัติทางกลของจีโอโพลิเมอร์สามารถรับกำลังอัดได้เช่นเดียวกับการใช้ปูนซีเมนต์ นอกจากนี้ยังมีความทนทานในสภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่นทนทานต่อสภาพกรด ทนทานต่อสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์ อีกด้วย

ในการพัฒนาสมบัติทางกลของจีโอโพลิเมอร์ มีงานวิจัยใช้วิธีการที่แตกต่างกัน เช่น การใช้สารเร่ง ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์เพื่อให้กำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มีค่าสูงขึ้น และการใช้สารผสมเพิ่ม ได้แก่ ซิลิกาฟุ้งเพื่อเพิ่มซิลิกาในระบบของผลิตภัณฑ์ของจีโอโพลิเมอร์ [2] ทำให้จีโอโพลิเมอร์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ทดลองใช้ไบโอชาร์ในการพัฒนาสมบัติทางกลของจีโอโพลิเมอร์ ซึ่งไบโอชาร์ได้จากการเผาด้วยระบบไพโรไลซิสเป็นการให้ความร้อนโดยการกำจัดอากาศ ใช้การเผาไหม้ด้วยการแยกสลายสารอินทรีย์แบบช้าๆ ใช้อุณหภูมิระหว่าง 350 – 600 องศาเซลเซียส องค์ประกอบของไบโอชาร์มีลักษณะแตกต่างกันตามชนิดของไม้ที่นำมาเผา โดยทั่วไปมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบโดยน้ำหนักสูงกว่าธาตุอื่นๆ และไม่เกิดการแปรสภาพเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากไม่ได้สัมผัสกับออกซิเจนขณะที่ได้รับความร้อน [3] พื้นผิวของถ่านชีวภาพมีรูพรุน ในการนำมาใช้เพื่อพัฒนาสมบัติทางกล พบว่า การใช้ถ่านไบโอชาร์ในปูนซีเมนต์ช่วยลดรูพรุนในโพรงของเนื้อของซีเมนต์ มีความเป็นไปได้ว่า ซีเมนต์เพสต์เข้าไปอยู่ในช่องว่างของไบโอชาร์ทำให้ช่องว่างของเนื้อซีเมนต์เพสต์ลดลง ส่งผลให้กำลังอัดของซีเมนต์เพสต์มีค่าสูงขึ้น ซึ่งเป็นทำนองเดียวกันเมื่อนำไบโอชาร์มาใช้ในงานจีโอโพลิเมอร์

ดังนั้น งานวิจัยนี้สนใจศึกษาผลของไบโอชาร์ต่อกำลังอัดและลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคของจีโอโพลิเมอร์ ใ้ถ่านหินเป็นวัสดุตั้งต้นในการสังเคราะห์จีโอโพลิเมอร์ แปรเปลี่ยนความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 8 10 และ 12 โมลาร์ ใช้สารละลายโซเดียมซิลิเกตในส่วนผสม ไบโอชาร์ได้จากการเผาไม้ยูคาลิปตัส ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แทนที่ใ้ถ่านหินในสัดส่วนร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ศึกษากำลังอัด และลักษณะพื้นผิวของจีโอโพลิเมอร์ ผลการศึกษาที่ได้ทำให้สามารถนำไบโอชาร์ไปประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างร่วมกับผลิตภัณฑ์จีโอโพลิเมอร์ได้อย่างเหมาะสมต่อไป

## วิธีการดำเนินงานวิจัย

### 1. วัสดุและสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

ใ้ถ่านหิน (FA) เป็นผลพลอยได้จากโรงผลิตกระแสไฟฟ้า จังหวัดระยอง ไบโอชาร์ (BC) (ถ่านชีวภาพ) ได้จากไม้ยูคาลิปตัสนำไปเผาด้วยอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงแล้วทำการบดละเอียดเป็นเวลา 50 วินาที สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 8, 10 และ 12 โมลาร์ และสารละลายโซเดียมซิลิเกต

### 2. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษา

ในงานวิจัยนี้มีตัวแปรที่ศึกษา 2 ตัว ได้แก่ ร้อยละของไบโอชาร์ที่แทนที่ใ้ถ่านหินและความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

สัญลักษณ์ของตัวอย่าง  $\text{FAxxB-yM}$

โดย xx คือ ร้อยละของไบโอชาร์แทนที่ใ้ถ่านหิน

y คือ ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์

### 3. การผสมตัวอย่างและการทดสอบ

ใ้ถ่านหิน และไบโอชาร์นำมาผสมรวมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ และสารละลายโซเดียมซิลิเกตโดยใช้อัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อโซเดียมซิลิเกตเท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก ใช้อัตราส่วนวัสดุประสานต่อสารละลาย (L/B) เท่ากับ 0.55 ตามสัดส่วนผสม แทนที่ใ้ถ่านหินด้วยไบโอชาร์ 2% โดยน้ำหนัก ที่ความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 8, 10 และ 12 โมลาร์ และสารละลายโซเดียมซิลิเกต จากนั้นนำตัวอย่างใส่แบบหล่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร บ่มตัวอย่างที่อายุ 7, 14, 28 และ 60 วัน แสดงดังรูปที่ 1 หลังจากนั้นทำการทดสอบกำลังอัด และนำตัวอย่างหลังจากทดสอบกำลังอัดที่อายุ 28 วัน นำมาศึกษาลักษณะพื้นผิวของจีโอโพลิเมอร์ที่มีไบโอชาร์ด้วยเทคนิค SEM-EDS





รูปที่ 1 การเตรียมตัวอย่างจีโอโพลีเมอร์ การทดสอบกำลังอัดและการทดสอบระยะเวลาการก่อตัว

## ผลการทดลองและวิจารณ์

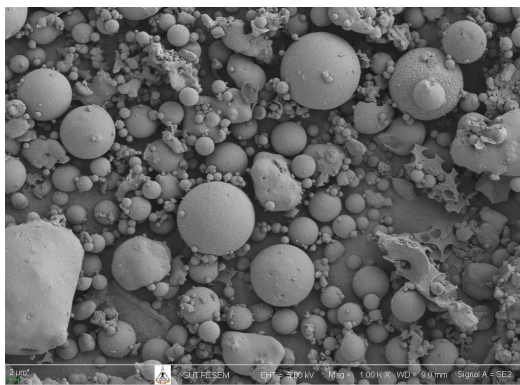
### 1. คุณสมบัติของวัสดุตั้งต้น

องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าถ่านหิน แสดงดังตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าถ่านหิน ได้แก่ ซิลิกอนไดออกไซด์ ร้อยละ 40.714 อะลูมิเนียมออกไซด์ ร้อยละ 8.825 เถ้าถ่านหินมีผลรวมของ  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  เท่ากับร้อยละ 80.017 และมีค่าการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผาเท่ากับร้อยละ 0.305 จัดเป็นเถ้าถ่านหิน Class F ตามมาตรฐาน ASTM C618 [4]

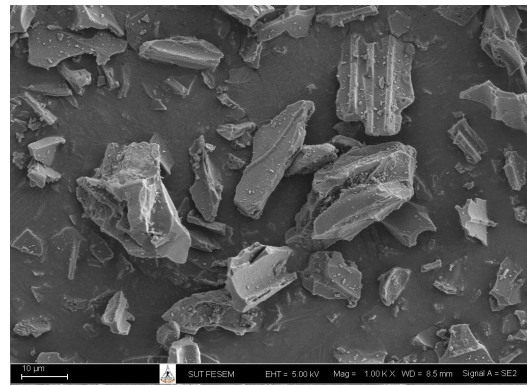
ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าถ่านหิน

สารประกอบออกไซด์	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	$\text{SO}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	LOI
FA	40.714	8.825	30.478	6.749	0.080	2.238	0.305

ลักษณะพื้นผิวของเถ้าถ่านหินและไบโอชาร์ แสดงดังรูปที่ 1 พบว่า เถ้าถ่านหินมีลักษณะพื้นผิวเป็นทรงกลมมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ความกลมของเถ้าถ่านหินช่วยให้จีโอโพลีเมอร์มีการทำงานได้ดีขณะผสมตัวอย่าง [5] สำหรับไบโอชาร์ ทำการบดด้วยเครื่องบดให้มีขนาดเล็ก ทำให้ไบโอชาร์มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมมุม บางส่วนยังคงความเป็นรูพรุน เมื่อเปรียบเทียบกับขนาด พบว่า มีขนาดใกล้เคียงกับเถ้าถ่านหิน



(ก)



(ข)

รูปที่ 2 ลักษณะพื้นผิวของเถ้าถ่านหินและไบโอชาร์

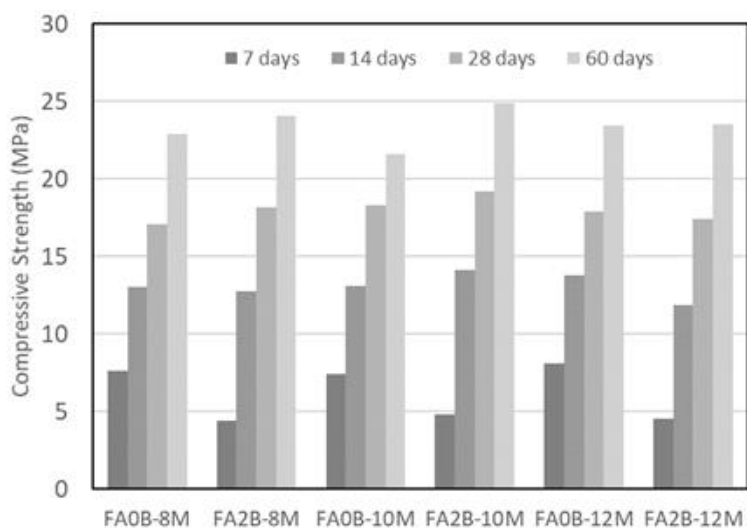
### 2. ผลการทดสอบกำลังอัดของจีโอโพลีเมอร์

การทดสอบกำลังอัดของจีโอโพลีเมอร์ ทำการทดสอบที่อายุ 7, 14, 28 และ 60 วัน แสดงดังตารางที่ 2 และดังรูปที่ 3 พบว่า กำลังอัดอายุต้น (7 วัน) ของจีโอโพลีเมอร์ที่มีไบโอชาร์มีค่าต่ำกว่าจีโอโพลีเมอร์ที่ไม่มีไบโอชาร์ในทุกๆ ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีค่ากำลังอัดร้อยละ 55.73 – 65.18 ของกำลังอัดจีโอโพลีเมอร์ที่ไม่มีไบโอชาร์ในแต่ละชุดของความเข้มข้น

ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ แต่เมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มมากขึ้น จีโอโพลิเมอร์ที่มีไบโอชาร์ร้อยละ 2 มีแนวโน้มให้ค่ากำลังอัดสูงกว่า โดยมีค่ากำลังอัดร้อยละ 105.03 – 106.95 ของจีโอโพลิเมอร์ที่ไม่มีไบโอชาร์ ยกเว้นจีโอโพลิเมอร์ที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 12 โมลาร์ ที่การแทนที่ไบโอชาร์ไม่ส่งผลให้จีโอโพลิเมอร์มีค่ากำลังอัดที่สูงกว่า ทั้งนี้ เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีค่าสูงเกินไปทำให้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ไม่สามารถชะซิลิกาและอลูมินาจากวัสดุตั้งต้นเพื่อเปลี่ยนรูปเป็น Si-O-Al ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ตั้งต้นของการเกิดจีโอโพลิเมอร์ทำให้ส่งผลต่อค่ากำลังอัดที่มีค่าลดลง [6] สำหรับผลของกำลังอัดที่ดีที่สุดพบว่า ตัวอย่าง FA2B-10M ให้ค่ากำลังอัดสูงสุด มีกำลังอัดที่อายุ 7 14 28 และ 60 วัน เท่ากับ 4.83, 14.09, 19.2 และ 24.9 เมกะปาสคาล ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมในการชะซิลิกาและอลูมินาจากแก้วถ่านหินและผลของการใช้ไบโอชาร์ที่ช่วยลดช่องว่างที่เกิดขึ้นในวัสดุทำให้จีโอโพลิเมอร์มีความแน่นมากขึ้น ส่งผลให้กำลังอัดของตัวอย่างมีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 2 ผลกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์

Samples	NaOH (conc.)	Biochar Replacement (%)	Compressive Strength (MPa)-Percentage compressive strength (%)			
			7 day	14 day	28 day	60 day
FA0B-8M	8	0	7.6-100	13.00-100	17.05-100	22.91-100
FA2B-8M	8	2	4.42-58.16	12.77-98.23	18.17-106.95	24.07-105.06
FA0B-10M	10	0	7.41-100	13.1-100	18.28-100	21.62-100
FA2B-10M	10	2	4.83-65.18	14.09-107.56	19.2-105.03	24.9-115.17
FA0B-12M	12	0	8.11-100	13.77-100	17.92-100	23.47-100
FA2B-12M	12	2	4.52-55.73	11.87-86.20	17.44-97.32	23.48-100



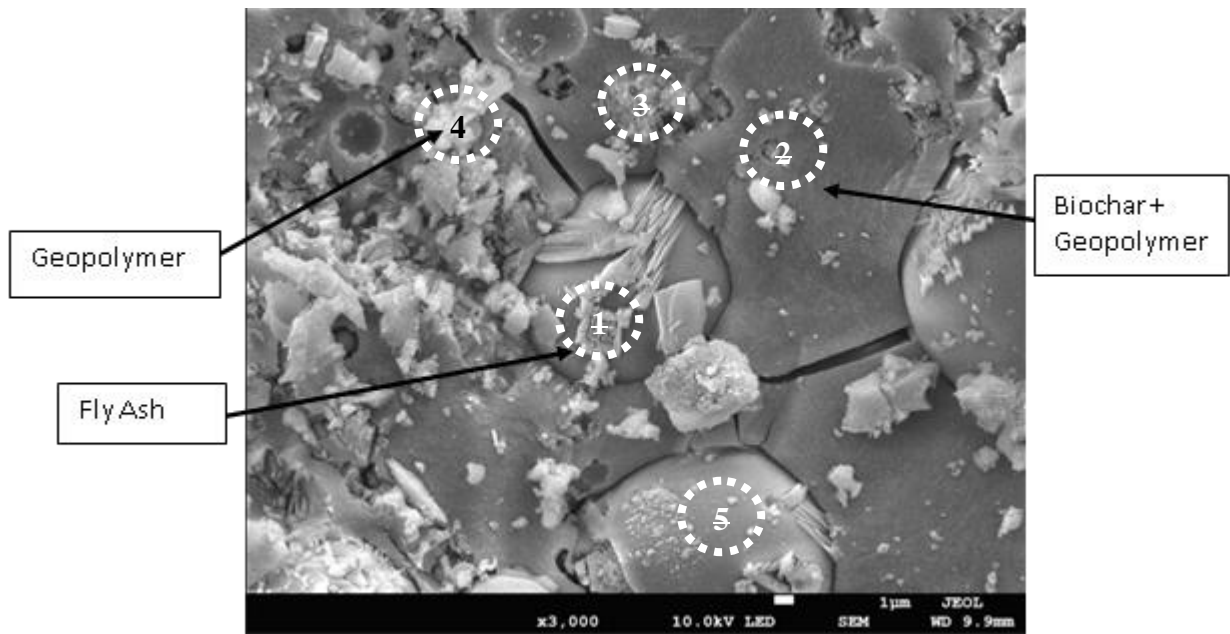
รูปที่ 3 กำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์

### 3. ลักษณะพื้นผิวของจีโอโพลิเมอร์ที่มีไบโอชาร์

รูปที่ 4 แสดงลักษณะพื้นผิวของจีโอโพลิเมอร์ตัวอย่าง F2B-10M ซึ่งมีการแทนที่แก้วถ่านหินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก และ ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบของธาตุในตำแหน่งต่างๆ ของพื้นผิวด้วยเทคนิค EDS พบว่า พื้นผิวมีส่วนที่มีลักษณะกลมซึ่งเป็นส่วนที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาของแก้วถ่านหิน (ตำแหน่งที่ 1 และ 5) สังเกตได้จากการพบร้อยละอะตอมของธาตุซิลิกอน (Si) และอลูมิเนียม (Al) ที่สูงและพบปริมาณของโซเดียมที่ต่ำ ในขณะที่ตำแหน่งที่ 2 และ 4 พบอะตอมของโซเดียมที่สูงร่วมกับซิลิกอนและอลูมิเนียม ซึ่งคาดการณ์ถึงการเป็นผลิตภัณฑ์ของจีโอโพลิเมอร์ที่เกิดจากทรงสี่หน้าของซิลิกาและอลูมินาโดยมีโซเดียมเป็นธาตุสมดุลประจุให้กับอลูมิเนียม นอกจากนี้ผิวที่เรียบ และ รูปพูนน้อยเป็นอิทธิพลมาจากไบโอชาร์ ซึ่งไบโอชาร์ประกอบด้วยเส้นใยที่เชื่อมต่อถึงกันก่อตัวเป็นโครงสร้างเซลล์พูนที่มีขนาดเล็กสามารถดูดซับปริมาณสารละลายไว้ได้และทำให้เกิดการทำปฏิกิริยาของ



สารละลายกับเถ้าถ่านหินภายในโพรงพรุนส่งผลให้เกิดการเชื่อมต่อของวัสดุ ช่วยลดความพรุนและเพิ่มกำลังอัดให้กับจีโอโพลิเมอร์ได้ [7]



รูปที่ 4 ลักษณะพื้นผิวของจีโอโพลิเมอร์ที่มีไบโอชาร์

ตารางที่ 3 องค์ประกอบธาตุของจีโอโพลิเมอร์ที่มีไบโอชาร์

position	Atomic (%)			
	Na	Al	Si	Ca
1	0.65	20.90	13.62	-
2	5.63	2.87	22.57	1.79
3	0.98	16.65	14.56	-
4	5.62	2.74	15.35	1.47
5	0.59	9.60	14.93	0.41

### สรุป

จากผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการแทนที่เถ้าถ่านหินด้วยไบโอชาร์และความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อกำลังอัดและการก่อของจีโอโพลิเมอร์สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. จีโอโพลิเมอร์ที่มีไบโอชาร์ให้ค่ากำลังอัดในช่วงอายุต้นต่ำกว่าจีโอโพลิเมอร์ที่ไม่มีไบโอชาร์แต่ให้ค่ากำลังอัดที่อายุปลายมากกว่า สำหรับผลของค่าความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์พบว่า การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 10 โมลาร์ และมีส่วนผสมของไบโอชาร์ร้อยละ 2 ให้ค่ากำลังอัดสูงสุด

2. ลักษณะพื้นผิวของจีโอโพลิเมอร์ที่มีไบโอชาร์ พบส่วนของเถ้าถ่านหินที่ยังไม่ทำปฏิกิริยา ส่วนของจีโอโพลิเมอร์ และส่วนของจีโอโพลิเมอร์ที่มีไบโอชาร์จากโครงของไบโอชาร์ที่มีความพรุนและทำให้สารละลายสามารถเข้าไปอยู่ในช่องว่างและเกิดปฏิกิริยาของจีโอโพลิเมอร์ทำให้เกิดจากเชื่อมกันเป็นแผ่นที่มีความแน่นมากขึ้นส่งผลต่อกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์



## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ให้ความอนุเคราะห์ไบโอชาร์ และ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ที่ใช้ความอนุเคราะห์การทดสอบสมบัติทางกล และ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Davidovits, J., 2008, Geopolymer Chemistry and Applications (2nd ed.), Saint-Quentin, FR: Geopolymer Institute, France, 585 p.
- [2] Chindaprasirt, P. and Somna, K., 2011, Effect of Addition of Microsilica and Nanoalumina on Compressive Strength and Product of High Fly Ash Geopolymer with Low Concentration of NaOH, Advanced Materials Research. 1103. 29 – 36.
- [3] ดวงใจ วัยเจริญ และเกษร จำปา, 2562, ไบโอชาร์ (Biochar) ถ่านชีวภาพ ตัวช่วยปรับปรุงคุณภาพดิน, ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขานหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดฉะเชิงเทรา. 1 – 7.
- [4] ASTM C618-08a, “Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use Mineral Admixture in Portland Cement Concrete.” Annual Book ASTM Standard. Pennsylvania (USA), ASTM International, 2010. 4 p.
- [5] Somna, K., Jaturapitakkul, C., Kajitvichyanukul, P., Chindaprasirt, P. 2011, NaOH-activated ground fly ash geopolymer cured at ambient temperature, Fuel, 90. 2118-2124.
- [6] Wardhono, A. 2017, The Effect of Sodium Hydroxide Molarity on Strength Development of Non-Cement Class C Fly Ash Geopolymer Mortar, Journal of Physics Conference Series. 947(1). 1-7.
- [7] Mrad R. and Chehab G., 2019, Mechanical and Microstructure Properties of Biochar-Based Mortar: An Internal Curing Agent for PCC, Sustainability, 11, pp 1-15.



# กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ขยะผิวทางรีไซเคิลเป็นมวลรวมละเอียด

## Compressive Strength of Concrete Using Recycled Pavement Waste as Fine Aggregate

เมศิญา แสนใจวุฒิ<sup>1</sup> จักษดา อํารงวุฒิ<sup>2\*</sup> เกียรติสุดา สมณา<sup>3</sup> และ หวังแก้ว บุญสวน<sup>4</sup>

Masiya Sanchaiwut<sup>1</sup> Jaksada Thumrongvut<sup>2\*</sup> Kiatsuda Somna<sup>3</sup> and Whangkaew Boonsuan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>บัณฑิตศึกษา ; <sup>2\*</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ; <sup>3</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000

<sup>4</sup>อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ : 081-548-4799, E-mail : jaksada.th@rmuti.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษา กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิล (fine recycled asphalt pavement, Fine RAP) แทนที่มวลรวมละเอียดปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 โดยน้ำหนัก กำลังอัดของคอนกรีตถูกออกแบบตามมาตรฐาน ACI 211.1 มีค่าเท่ากับ 18 MPa 25 MPa 32 MPa และ 40 MPa ที่อายุบ่ม 28 วัน กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ Fine RAP เป็นมวลละเอียดถูกนำมาเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ใช้มวลรวมธรรมชาติ จากการทดสอบพบว่า กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลขึ้นกับปริมาณการแทนที่ Fine RAP โดยผลการทดสอบบ่งชี้ว่ากำลังอัดมีค่าลดลงอย่างเป็นระบบด้วยปริมาณ Fine RAP ที่เพิ่มขึ้น สุตท้ายคอนกรีตที่ใช้ Fine RAP เป็นมวลรวมละเอียดที่อัตราส่วนการแทนที่ต่าง ๆ ถูกเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ใช้มวลรวมธรรมชาติเพื่อนำเสนอสมการออกแบบปฏิกภาคส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ Fine RAP เป็นมวลรวม โดยสมการคณิตศาสตร์ถูกนำเสนอเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลต่อคอนกรีตที่ใช้มวลรวมธรรมชาติและปริมาณการแทนที่ Fine RAP

**คำสำคัญ :** ผิวทางแอสฟัลต์รีไซเคิล; มวลรวมละเอียด; กำลังอัด; การออกแบบส่วนผสม

### Abstract

In this research, the compressive strength of concrete using fine recycled asphalt pavement (Fine RAP) as fine aggregate replacement at 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100 percent by weight are studied. The compressive strengths of concrete are designed according to ACI 211.1 standard for 18 MPa 25 MPa 32 MPa and 40 MPa at 28 days of curing. The compressive strengths of concrete using fine recycled asphalt pavement as aggregate are compared with those of similar concretes using natural aggregate. From the test results, it is found that the compressive strength of concrete using Fine RAP is dependent on the Fine RAP replacement in the mix proportions. The test results also indicated that there is a systematic reduction in the compressive strengths with the increase in Fine RAP content. Finally, the concrete using Fine RAP as fine aggregate with different replacement ratios is compared with those of similar concrete using natural aggregate in order to propose the mix design approach for concrete using Fine RAP as aggregate. The mathematical equation of the relationship between normalized compressive strength versus Fine RAP replacement ratios is presented.

**Keywords :** recycled asphalt pavement; fine aggregate; compressive strength; mix design proportion

## บทนำ

กรมทางหลวงเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบทางหลวงสายหลักและสายรองของประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2564 มีระยะทางที่กรมทางหลวงรับผิดชอบประมาณ 51,950 km มีถนนอยู่ในความรับผิดชอบกว่าร้อยละ 90 เป็นถนนผิวทางลาดยางหรือถนนผิวทางแอสฟัลต์ [1] จากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าถนนผิวทางแอสฟัลต์เป็นผิวทางที่ได้รับความนิยมสำหรับงานก่อสร้างถนนเนื่องจากมีราคาที่ต่ำเมื่อเทียบกับผิวทางคอนกรีต อย่างไรก็ตามผิวทางแอสฟัลต์เมื่อใช้งานเป็นระยะเวลาหนึ่งมักเกิดความเสียหายเนื่องจากอายุการใช้งาน น้ำหนักบรรทุกของพาหนะเกินกว่าที่กำหนดหรือภัยพิบัติจากธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องมีการบูรณะซ่อมแซมผิวทางดังกล่าว โดยทั่วไปการซ่อมแซมหรือการรีไซเคิลผิวทางแอสฟัลต์ที่ชำรุดเพื่อสร้างผิวทางใหม่ จำเป็นต้องรีไซเคิลผิวทางเก่าทั้งหมดอายุหรือชำรุดออกจนถึงชั้นพื้นทาง โดยผิวทางแอสฟัลต์ที่รีไซเคิลมักถูกนำไปกองเก็บในที่สถานที่ต่าง ๆ ทำให้มีปริมาณขยะผิวทางแอสฟัลต์ที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบ [2] การแทนที่มวลรวมธรรมชาติด้วยผิวทางแอสฟัลต์รีไซเคิล (recycled asphalt pavement, RAP) ในคอนกรีตมีอิทธิพลในเชิงบวกอย่างมากต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากแนวคิดดังกล่าวช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่หมุนเวียน เช่น มวลรวมธรรมชาติ (หินและทราย) นอกจากนี้ยังช่วยลดพื้นที่ฝังกลบซึ่งนำไปสู่การลดมลพิษทางอากาศและน้ำ RAP เป็นวัสดุจำพวกแอสฟัลต์คอนกรีตซึ่งเป็นวัสดุผสมระหว่างยางแอสฟัลต์และมวลรวม เมื่อถูกรีไซเคิลคุณสมบัติของผิวทางแอสฟัลต์จะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเสื่อมสภาพตามอายุของวัสดุประสาน แต่การเสื่อมสภาพส่วนใหญ่อยู่ในรูปของการเสีรูปร่างของยางแอสฟัลต์ อย่างไรก็ตามมวลรวมของ RAP ยังคงมีสภาพดีและเหมาะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ในงานก่อสร้าง วัสดุนี้นี้สามารถใช้แทนบางส่วนของวัสดุคัดเลือกในงานชั้นพื้นทางหรือชั้นรองพื้นทาง Suebsuk et al. (2014) [3] ได้เสนอปริมาณที่เหมาะสมในการใช้ RAP ในงานชั้นทางโดยไม่ควรใช้เกินร้อยละ 50 ของปริมาณวัสดุมวลทั้งหมด อย่างไรก็ตามยังมีวัสดุ RAP เหลือทิ้งไม่ได้ถูกใช้งานเป็นจำนวนมาก

จากที่มาของปัญหาการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดลดการใช้วัสดุจากธรรมชาติด้วยการนำวัสดุเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ โดยปรับเปลี่ยนส่วนผสมแทนที่วัสดุมวลรวมเดิมบางส่วนหรือแทนที่ทั้งหมด ที่ผ่านมามีนักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาการนำ RAP ไปใช้เป็นมวลรวมหยาบทดแทนมวลรวมธรรมชาติในคอนกรีต [4-6] ซึ่งยังมีปริมาณ RAP ที่เป็นส่วนละเอียดเหลือทิ้งและไม่ได้ถูกใช้งานเป็นจำนวนมาก [7-8] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการนำวัสดุ RAP มาแทนที่มวลรวมละเอียดธรรมชาติ (ทราย) ที่ปริมาณต่าง ๆ โดยน้ำหนัก เพื่อศึกษากำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิล (fine recycled asphalt pavement, Fine RAP) เป็นส่วนผสม นำเสนอความสัมพันธ์ของปริมาณการแทนที่มวลรวมละเอียดและสมการออกแบบส่วนผสมที่เหมาะสมต่อไป สุดท้ายงานวิจัยนี้ก่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการนำขยะผิวทางแอสฟัลต์มาประยุกต์ใช้ในชั้นส่วนอาคารและโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งต่อการพัฒนาความเข้มแข็งภาคอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

### วัสดุที่ศึกษา

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 [9] ซึ่งมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 3.15 มวลรวมหยาบธรรมชาติ (coarse aggregate) หรือหิน ขนาดโตสุด 10 mm ล้างทำความสะอาดขจัดสิ่งสกปรกออกและร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 3/8" ค้างตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 มวลรวมหยาบธรรมชาติละเอียด (fine aggregate) หรือทราย ร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 มวลรวมละเอียดผิวทางแอสฟัลต์รีไซเคิล (fine recycled asphalt pavement, Fine RAP) ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ที่ใช้ในงานวิจัยจากจังหวัดสระบุรี การทดสอบสมบัติทางวิศวกรรมของมวลรวมที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย โมดูลัสความละเอียด ความถ่วงจำเพาะ หน่วยน้ำหนักแห้งกระทุ้งแน่น ค่าการดูดซึมน้ำ การต้านทานการสึกกร่อน และปริมาณยางแอสฟัลต์ สมบัติมวลรวมดังกล่าวแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางวิศวกรรมของมวลรวมที่ใช้ในงานวิจัย

คุณสมบัติทางวิศวกรรม	หิน	ทราย	Fine RAP
โมดูลัสความละเอียด, $F_M$	6.01	2.4	3.94
ความถ่วงจำเพาะ (อิมตัวผิวแห้ง), $G_s$	2.72	2.64	2.68
หน่วยน้ำหนักแห้งกระทุ้งแน่น ( $\text{kg/m}^3$ )	1,498.78	1,679.92	1,449.69
ค่าการดูดซึมน้ำ (WA,%)	0.34	1.24	1.31
การต้านทานการสึกกร่อน (%)	20.32	-	-
ปริมาณยางแอสฟัลต์ (AS,%)	-	-	4.82

**อัตราส่วนผสมและการทดสอบ**

การศึกษาทำโดยการออกแบบกำลังอัดของคอนกรีตที่อายุป่ม 28 วัน คอนกรีตถูกออกแบบตามปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีต (concrete mix design) ตามมาตรฐานการออกแบบของ ACI 211.1 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete [10] มีค่ากำลังอัดเป้าหมาย 18 MPa 25 MPa 32 MPa และ 40 MPa (ประมาณ 180 kg/cm<sup>2</sup> 250 kg/cm<sup>2</sup> 320 kg/cm<sup>2</sup> และ 400 kg/cm<sup>2</sup> ตามลำดับ) โดยตัวอย่างทดสอบเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm และสูง 20 cm ทำการเตรียมตัวอย่างคอนกรีตจำนวน 3 ตัวอย่างต่อ 1 ส่วนผสม ควบคุมค่ายุบตัว (slump) ของคอนกรีตอ้างอิงเท่ากับ 10±2.5 cm [11] และการแทนที่ด้วย Fine RAP ในปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 โดยน้ำหนักของมวลรวมละเอียดธรรมชาติ (ทราย) โดยกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ Fine RAP เป็นมวลละเอียดถูกนำมาเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ใช้มวลรวมธรรมชาติ

การตั้งชื่อตัวอย่างทดสอบใช้สัญลักษณ์ CXX-FRYY โดยมีหลักการดังต่อไปนี้ CXX หมายถึง คอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียด แอสฟัลต์โรซีเคลมีกำลังอัดเป้าหมายเท่ากับ 18 MPa 25 MPa 32 MPa และ 40 MPa และ FRY หมายถึง ปริมาณการแทนที่มวลรวมละเอียดใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์โรซีเคลในหน่วยร้อยละ ตัวอย่างเช่น C25-FR50 หมายถึง คอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์โรซีเคลมีกำลังอัดเป้าหมายเท่ากับ 25 MPa และใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์โรซีเคลแทนที่มวลรวมละเอียดร้อยละ 50 ของน้ำหนักมวลรวมละเอียด

ตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้ทดสอบได้ถูกเตรียมขึ้นภายในห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยการหล่อคอนกรีตตามอัตราส่วนผสมและทำการบ่มคอนกรีตโดยใช้แผ่นพลาสติกกันความชื้นเป็นเวลา 28 วัน จากนั้นนำตัวอย่างที่ครบอายุมาถอดแผ่นกันความชื้นออกเพื่อวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง และชั่งน้ำหนักขนาดของก้อนตัวอย่าง ทำการทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยเครื่องทดสอบ Compression machines รุ่น Control PILOT3 มีค่ากำลังทดสอบสูงสุด 5,000 kN โดยการเพิ่มน้ำหนักกระทำอย่างต่อเนื่องด้วยอัตรา 0.5 mm/min จนตัวอย่างทดสอบเกิดการวิบัติ บันทึกแรงอัดสูงสุดเพื่อคำนวณหา กำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีต ตารางที่ 2 แสดงปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร

**ตารางที่ 2 แสดงปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร**

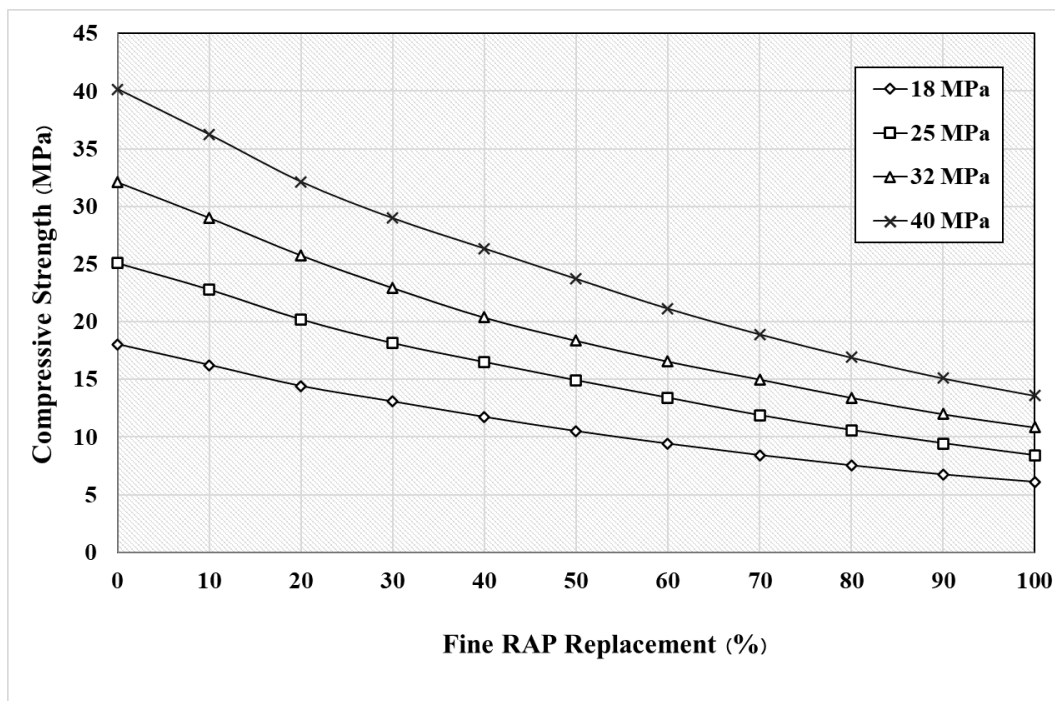
สัญลักษณ์	ซีเมนต์ (kg)	หิน (kg)	ทราย (kg)	Fine RAP (kg)	น้ำ (kg)	สัญลักษณ์	ซีเมนต์ (kg)	หิน (kg)	ทราย (kg)	Fine RAP (kg)	น้ำ (kg)
C18	317	749	974.0	-	240	C25	375	749	927.0	-	239
C18-FR10	317	749	876.6	97.4	240	C25-FR10	375	749	834.3	92.7	239
C18-FR20	317	749	779.2	194.8	240	C25-FR20	375	749	741.6	185.4	239
C18-FR30	317	749	681.8	292.2	240	C25-FR30	375	749	648.9	278.1	239
C18-FR40	317	749	584.4	389.6	240	C25-FR40	375	749	556.2	370.8	239
C18-FR50	317	749	487.0	487.0	240	C25-FR50	375	749	463.5	463.5	239
C18-FR60	317	749	389.6	584.4	240	C25-FR60	375	749	370.8	556.2	239
C18-FR70	317	749	292.2	681.8	240	C25-FR70	375	749	278.1	648.9	239
C18-FR80	317	749	194.8	779.2	240	C25-FR80	375	749	185.4	741.6	239
C18-FR90	317	749	97.4	876.6	240	C25-FR90	375	749	92.7	834.3	239
C18-FR100	317	749	-	974.0	240	C25-FR100	375	749	-	927.0	239
สัญลักษณ์	ซีเมนต์ (kg)	หิน (kg)	ทราย (kg)	Fine RAP (kg)	น้ำ (kg)	สัญลักษณ์	ซีเมนต์ (kg)	หิน (kg)	ทราย (kg)	Fine RAP (kg)	น้ำ (kg)
C32	450	749	863.0	-	238	C40	549	749	781.0	-	237
C32-FR10	450	749	776.7	86.3	238	C40-FR10	549	749	702.9	78.1	237
C32-FR20	450	749	690.4	172.6	238	C40-FR20	549	749	624.8	156.2	237
C32-FR30	450	749	604.1	258.9	238	C40-FR30	549	749	546.7	234.3	237
C32-FR40	450	749	517.8	345.2	238	C40-FR40	549	749	468.6	312.4	237
C32-FR50	450	749	431.5	431.5	238	C40-FR50	549	749	390.5	390.5	237
C32-FR60	450	749	345.2	517.8	238	C40-FR60	549	749	312.4	468.6	237
C32-FR70	450	749	258.9	604.1	238	C40-FR70	549	749	234.3	546.7	237
C32-FR80	450	749	172.6	690.4	238	C40-FR80	549	749	156.2	624.8	237
C32-FR90	450	749	86.3	776.7	238	C40-FR90	549	749	78.1	702.9	237
C32-FR100	450	749	-	863.0	238	C40-FR100	549	749	-	781.0	237



## ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

### กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิล

รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและปริมาณการแทนที่มวลรวมละเอียดด้วย Fine RAP จากรูปพบว่า เมื่อปริมาณการแทนที่ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิล (Fine RAP) ในมวลรวมละเอียดธรรมชาติ (ทราย) เพิ่มขึ้น ส่งผลให้กำลังอัดของคอนกรีตมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณากำลังอัดของคอนกรีตทั้ง 4 ค่า (18 MPa 25 MPa 32 MPa และ 40 MPa) พบว่า กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลเมื่อเทียบคอนกรีตอ้างอิงมีค่าลดลงโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 9.5, 19.8, 27.6, 34.1 และ 40.6 สำหรับอัตราส่วนการแทนที่ร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลแทนที่มวลรวมละเอียดร้อยละ 100 โดยน้ำหนักให้ค่ากำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตต่ำที่สุด สำหรับการแทนที่มวลรวมละเอียดในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยน้ำหนักให้ค่ากำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตสูงสุด ดังนั้นการแทนที่มวลรวมละเอียดด้วยผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตมีค่าลดลงเนื่องจากผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลเพิ่มปริมาณน้ำในส่วนผสมหลังจากคอนกรีตเริ่มก่อตัว รวมถึงการลดลงของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผิวทางแอสฟัลต์รีไซเคิลและวัสดุเชื่อมประสาน



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและปริมาณการแทนที่มวลรวมละเอียดด้วย Fine RAP

### สมการปรับแก้กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิล

เมื่อปริมาณผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลเพิ่มขึ้นในส่วนผสม ส่งผลให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเฟสตัวบริเวณพื้นที่ผิวของแอสฟัลต์ที่เคลือบอยู่บนผิวของมวลรวมแอสฟัลต์รีไซเคิลลดลง อย่างไรก็ตาม Huang et al. (2005) [4] พบว่า คอนกรีตที่มีส่วนผสมของผิวทางแอสฟัลต์รีไซเคิลมีประสิทธิภาพด้านความเหนียว (ductility) เพิ่มขึ้น ซึ่งเหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่ไม่ต้องการกำลังอัดที่สูงมากนักแต่ต้องการความยืดหยุ่นขององค์อาคารที่ดี ทำให้คอนกรีตที่ใช้มวลรวมแอสฟัลต์รีไซเคิลเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานในโครงสร้างขนาดเล็ก เช่น บ้านพักอาศัยและอาคารพาณิชย์ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลต่อคอนกรีตอ้างอิง ( $f'_{c, \text{Fine RAP}} / f'_c$ ) และปริมาณการแทนที่มวลรวมละเอียดในหน่วยร้อยละดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่า จากการ Normalize ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลต่อคอนกรีตอ้างอิงที่กำลังอัดประลัยต่าง ๆ ด้วยเทคนิค Regression Analysis สามารถหาความสัมพันธ์ดังกล่าวในรูปของสมการฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (exponential) แสดงเส้นถดถอยของการสูญเสียกำลังอัดของคอนกรีตต่อปริมาณการแทนที่ผิวทางแอสฟัลต์รีไซเคิล

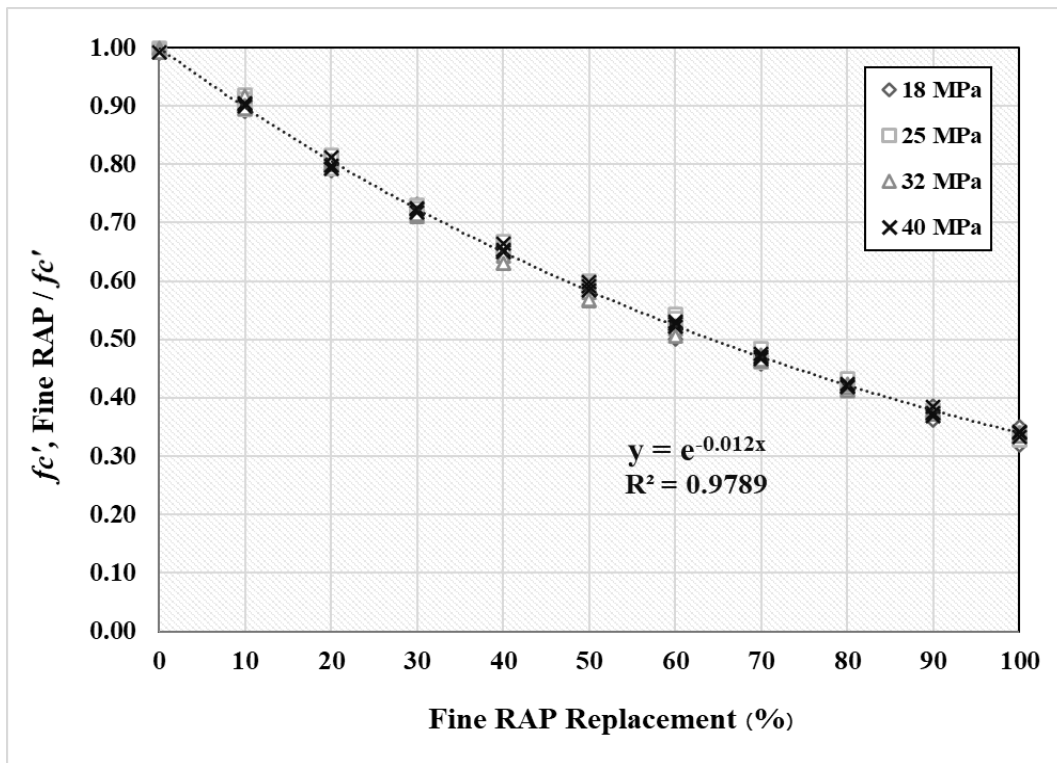
สมการที่ (1) แสดงการ Normalize ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลต่อคอนกรีตอ้างอิงที่กำลังอัดประลัยต่าง ๆ โดยมีค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Square) เท่ากับ 0.9789

$$\frac{f'_{c, \text{Fine RAP}}}{f'_c} = e^{-0.012(\% \text{RAP})} \quad (1)$$

ดังนั้น กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิล ( $f'_{c, \text{Fine RAP}}$ ) แทนที่มวลรวมละเอียดภายใต้ขอบเขตที่ศึกษาสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$f'_{c, \text{Fine RAP}} = e^{-0.012(\% \text{RAP})} f'_c \quad (2)$$

โดยที่ %RAP คือ ปริมาณผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลแทนที่มวลรวมละเอียด (ร้อยละ)  
 $f'_c$  คือ กำลังอัดของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน (MPa)

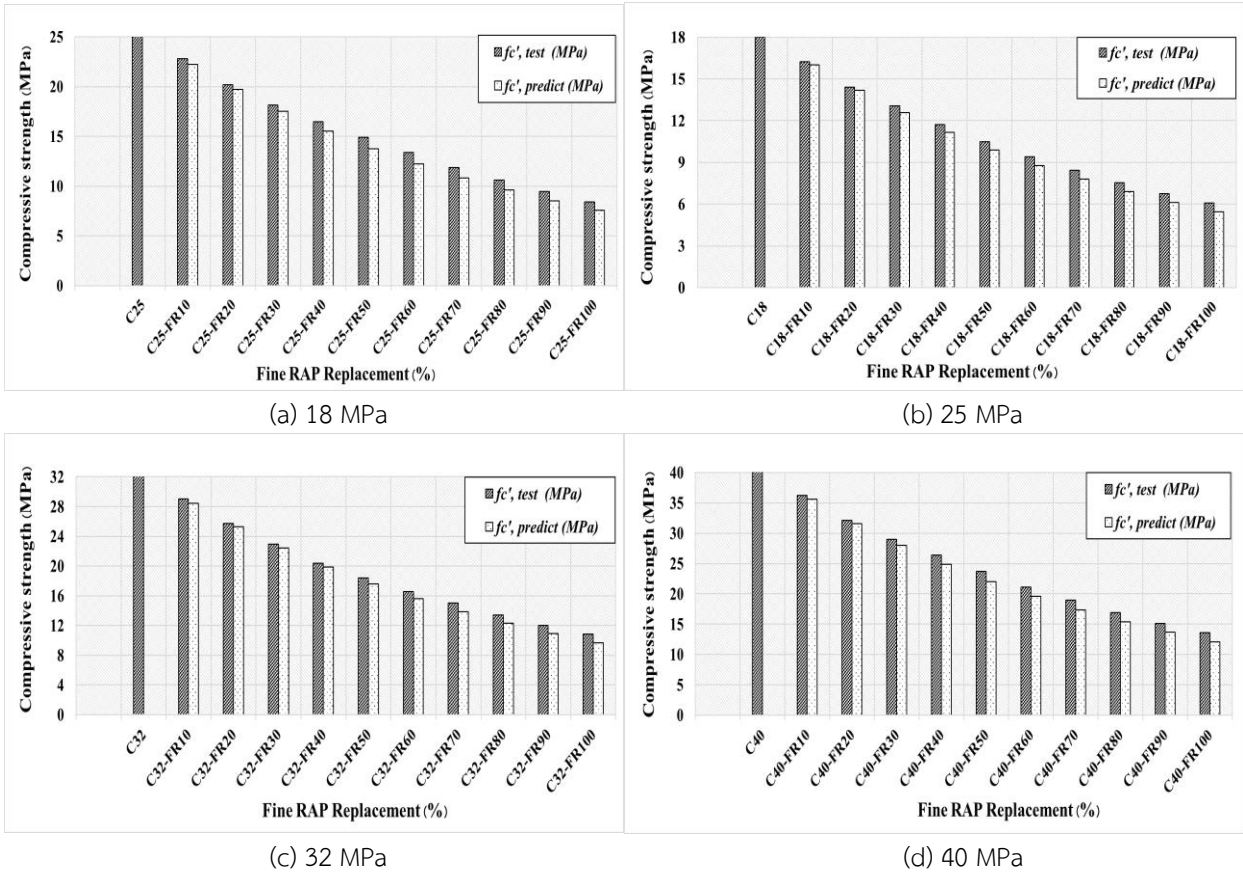


รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังอัดของคอนกรีตที่มีผิวทางแอสฟัลต์รีไซเคิลต่อคอนกรีตอ้างอิง และปริมาณการแทนที่มวลรวมละเอียด

รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลจากห้องปฏิบัติการและกำลังอัดจากสมการที่นำเสนอ จากรูปพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลจากห้องปฏิบัติการและกำลังอัดจากสมการที่ (2) ในปริมาณการแทนที่ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลที่ร้อยละ 10 และ 20 ให้ผลความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.88 และ 1.90 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเห็นได้ว่าปริมาณการแทนที่ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิล (Fine RAP) ร้อยละ 10 และ 20 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปัญหาของพื้นที่จัดเก็บผิวทางแอสฟัลต์รีไซเคิลที่อาจส่งผลกระทบต่อสภาวะสิ่งแวดล้อมและเพิ่มปริมาณการใช้วัสดุผิวทางแอสฟัลต์รีไซเคิลให้เกิดประโยชน์สูงสุด ปริมาณการแทนที่ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลที่เหมาะสมจึงกำหนดเป็นร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก โดยกำลังอัด



ของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลที่อายุปุม 28 วัน มีค่าลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 19.8 เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตอ้างอิง สุดท้ายสมการออกแบบกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิล ( $f'_{c, \text{Fine RAP}}$ ) เป็นส่วนผสมสามารถใช้ทำนายกำลังอัดภายใต้ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ทางวิศวกรรม ตลอดจนองค์ความรู้ที่รับจากการศึกษาส่งเสริมการนำวัสดุเหลือทิ้งชนิดนี้เพื่อการประยุกต์ใช้ในงานคอนกรีตและโครงสร้างสีเขียวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ของการลดปริมาณวัสดุก่อสร้างจากธรรมชาติต่อไป



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลจากห้องปฏิบัติการ และกำลังอัดจากสมการที่น่าเสนอ

### สรุปผล

1) การแทนที่มวลรวมละเอียดธรรมชาติด้วยผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลส่งผลให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตมีค่าลดลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนการแทนที่ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิล กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลลดลงประมาณร้อยละ 10 ถึง 65 เมื่อเทียบกับคอนกรีตอ้างอิง ปริมาณการแทนที่ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลที่เหมาะสมเท่ากับร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก โดยคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลที่อายุปุม 28 วัน มีกำลังอัดเฉลี่ยลดลงร้อยละ 19.8

2) สมการออกแบบกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ผิวทางละเอียดแอสฟัลต์รีไซเคิลเป็นส่วนผสมสามารถใช้ทำนายกำลังอัดของคอนกรีตในช่วงระหว่าง 18 MPa ถึง 40 MPa ภายใต้ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ทางวิศวกรรม โดยมีค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Square) เท่ากับ 0.9789

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์สำหรับเครื่องมือในการทดสอบ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมทางหลวง. 2564. ถนนผิวทางแอสฟัลต์ที่อยู่ในความดูแลของกรมทางหลวง. [<http://www.doh.go.th/>], 17 มกราคม 2564.
- [2] Brantley, A.S. and Townsend T.G. 1999. Leaching of pollutants from reclaimed asphalt pavement. *Environmental Engineering*. 16(2): 105-116.
- [3] Suebsuk, J., Suksan, A. and Horpibulsuk S. 2014. Strength assessment of cement treated soil/reclaimed asphalt pavement (RAP) mixture. *International Journal of Geomate*. 6(2): 878-884.
- [4] Huang, B., Shu, X. and Li, G. 2005. Laboratory investigation of Portland cement concrete containing recycled asphalt pavements. *Cement and Concrete Research*. 35(10): 2008-2013.
- [5] Al-Oraimi, S., Hossam, F. and Hago, H.A. 2009. Recycling of reclaimed asphalt pavement in Portland cement concrete. *Journal of Engineering Research*. 6(1): 37-45.
- [6] Mahmoud, E., Ibrahim, A., El-Chabib, H. and Patibandla, V.C. 2013. Self-Consolidating Concrete Incorporating High Volume of Fly Ash, Slag, and Recycled Asphalt Pavement. *International Journal of Concrete Structures and Materials*. 7: 155-163.
- [7] Huang, B., Shu, X. and Burdette, E.G. 2006. Mechanical properties of concrete containing recycled asphalt pavements. *Magazine of Concrete Research*. 58(5): 313-320.
- [8] Modarres, A. and Hosseini, Z. 2014. Mechanical properties of roller compacted concrete containing rice husk ash with original and recycled asphalt pavement material. *Materials & Design*. 64: 227-236.
- [9] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2555. มอก. 15 เล่ม 1-2555 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.
- [10] ACI Committee 211. 1991. ACI 211.1-91: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete. Farmington Hills, Michigan, USA: American Concrete Institute.
- [11] ASTM C143. 2015. Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. American Society for Testing and Materials: West Conshohocken, PA, USA.

# การศึกษาตรวจสอบเสาท่อเหล็กหน้าตัดกลมกรอกคอนกรีต

## มวลเบาแบบเซลลูล่าโดยใช้ไฮบริดซีเมนต์

### สำหรับงานโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

## Experimental Investigation on Circular Cellular Lightweight Concrete-Filled Steel Tube Columns with Hybrid Cement for Green Infrastructure Work

นันทนา บอกขุนทด<sup>1</sup> จักษดา ชำรงวุฒิ<sup>2\*</sup> ศักดิ์สิทธิ์ พันทวี<sup>3</sup> และ คำภี จิตชัยภูมิ<sup>3</sup>

Nanthana Bokkhunthod<sup>1</sup> Jaksada Thumrongvut<sup>2\*</sup> Saksith Pantawee<sup>3</sup> and Khamphoe Jitchaiyaphum<sup>3</sup>

<sup>1</sup>บัณฑิตศึกษา ; <sup>2\*</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ; <sup>3</sup>อาจารย์ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ : 081-548-4799, E-mail : jaksada.th@rmuti.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการตรวจสอบเสาท่อเหล็กหน้าตัดกลมกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่าโดยใช้ไฮบริดซีเมนต์สำหรับการประยุกต์ใช้ในงานโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว เสาดังกล่าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 125 mm และสูง 750 mm โดยตัวแปรหลักที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วยกำลังรับแรงอัดประลัยของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า ความหนาของท่อเหล็ก และปูนซีเมนต์ 2 ชนิด ได้แก่ ไฮบริดซีเมนต์ (HC) และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (OPC) ถูกใช้ในการผลิตคอนกรีตที่มีกำลังรับแรงอัดประลัย 15 MPa จำนวนเสาทั้งหมด 12 ตัวอย่างถูกทดสอบโดยการเพิ่มแรงกระทำในแนวแกนอย่างต่อเนื่องจนตัวอย่างเกิดการวิบัติ จากการทดสอบพบว่า พฤติกรรมการรับแรงในช่วงเริ่มต้นของเสาดังกล่าวท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่ามีลักษณะเชิงเส้นตรงถึงประมาณ 80-90% ของกำลังรับแรงอัดสูงสุด จากนั้นตัวอย่างทดสอบมีพฤติกรรมแบบไร้เชิงเส้น โดยพฤติกรรมแบบไร้เชิงเส้นมีลักษณะแบบ strain-softening ลักษณะการวิบัติของตัวอย่างเสาดังกล่าวเป็นการแตกร้าวของคอนกรีตในส่วนของเสาที่ถูกแรงกระทำและการโก่งเดาะเฉพาะที่ของผนังท่อเหล็ก นอกจากนี้ จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างไฮบริดซีเมนต์และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์สำหรับเสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่าพบว่า ไฮบริดซีเมนต์สามารถใช้เป็นวัสดุทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เป็นอย่างดี

**คำสำคัญ :** เสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีต; ท่อเหล็กหน้าตัดกลม; ไฮบริดซีเมนต์; คอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า; โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

## Abstract

This paper aims to present the investigation on cellular lightweight concrete-filled steel circular tube columns with hybrid cement (HCLCFT) for applications in green infrastructure. The dimension of the specimens is 125 mm in diameter and 750 mm in height. The main variables used in this study were the ultimate compressive strengths of cellular lightweight concrete, wall thicknesses of the steel tubes, and two different cement types, hybrid cement (HC) and ordinary Portland cement (OPC), are used to produce the cellular lightweight concrete with the targeted ultimate compressive strength of 15 MPa. A total of 12 specimens are tested under incremental axial loading until the column failure. From the tests, it is found that the HCLCFT columns have a linear elastic behavior up to approximately 80-90% of their maximum compressive loads. After that, the behavior of the columns was nonlinear until their failure. This nonlinear behavior can be classified as the strain-softening type. The mode of failure of the HCLCFT columns was in a form of cracking and crushing of the concrete core and local buckling of the hollow steel tube. Finally, by comparing the efficiency of the hybrid cement versus the ordinary Portland cement for the cellular lightweight concrete-filled steel tube column used in this study, it can be concluded that the hybrid cement can be used as a substitute material for the ordinary Portland cement.

**Keywords :** concrete-filled steel tube column; circular steel tubular; hybrid cement; cellular lightweight concrete; green infrastructure

## บทนำ

คอนกรีตเป็นวัสดุหลักที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนับว่าเป็นโครงสร้างที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ปัญหาหนึ่งที่พบในงานก่อสร้างปัจจุบันคือการที่โครงสร้างเสาไม่สามารถรับกำลังตามที่ออกแบบ อาจมีสาเหตุจากการปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้งานอาคาร โดยน้ำหนักบรรทุกจร (live load) ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักบรรทุกกระทำต่อองค์อาคารมากกว่าที่ออกแบบไว้ข้างต้น อย่างไรก็ตามคอนกรีตปกติจะมีค่าหน่วยน้ำหนักที่สูง ซึ่งเมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างจะทำให้โครงสร้างมีน้ำหนักมากและทำให้ชิ้นส่วนองค์อาคารมีขนาดใหญ่ หรือเนื่องจากวัสดุก่อสร้างที่ไม่ได้คุณภาพตามที่ระบุไว้ในแบบ จากปัญหาในการก่อสร้างที่กล่าวมาจึงเกิดการพัฒนารูปแบบการก่อสร้างต่างๆ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความสามารถในการรับแรงแก่ชิ้นส่วนโครงสร้าง โดยการใช้วัสดุที่มีความสามารถในการรับแรงสูงเช่น เสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีต (concrete-filled steel tubed column, CFST Column) ซึ่งได้ถูกนำมาใช้ในงานโครงสร้างเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [1-3] เสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตเป็นเสาที่ก่อสร้างโดยใช้ท่อเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง (hollow structural steel tube) มีหน้าตัดทรงกลมหรือหน้าตัดสี่เหลี่ยมเป็นแบบหล่อและเทคอนกรีตลงในช่องว่างของท่อเหล็กเพื่อใช้เป็นแกนของเสาโดยท่อเหล็กได้ถูกออกแบบให้ทำงานร่วมกับคอนกรีตในลักษณะของเสาคอมโพสิต (composite column) หรือเสาเชิงประกอบ ท่อเหล็กได้ถูกออกแบบให้ทำหน้าที่หลักในการรองรับหน่วยแรงในแนวแกน (axial stress) ที่เกิดจากแรงอัดและโมเมนต์ดัด ในขณะที่ผิวกันแกนคอนกรีตทำหน้าที่ช่วยท่อเหล็กในการรองรับหน่วยแรงในแนวแกนบางส่วนและยังช่วยให้ท่อเหล็กมีความต้านทานต่อการเกิดการโก่งเดาะเฉพาะที่ (local buckling) เพิ่มขึ้น [4-5]

อย่างไรก็ตาม เสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตที่ใช้ในปัจจุบันผลิตจากคอนกรีตที่มีน้ำหนักมาก ดังนั้นการลดน้ำหนักของโครงสร้างคอนกรีตสามารถทำได้โดยใช้คอนกรีตมวลเบา (lightweight concrete) ที่น่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับงานก่อสร้างซึ่งในปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น [6] โดยคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูลาร์มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับคอนกรีตปกติแต่กำลังรับแรงอัดต่ำกว่าตามปริมาณฟองอากาศที่ใส่ลงไป โดยลักษณะโพรงอากาศแบบปิดไม่ต่อเนื่องในมวลคอนกรีตก่อให้เกิดผลดี เช่น น้ำหนักเบา ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียง หนไฟ สามารถไหลเข้าแบบโดยไม่ต้องจี้ได้ดีกว่าคอนกรีตธรรมดา [7-8] อย่างไรก็ตาม คอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูลาร์ยังมีข้อเสียบางประการคือ กำลังรับแรงอัดสูงสุดของคอนกรีตสามารถผลิตได้ในค่าที่จำกัด เนื่องจากปริมาณฟองอากาศที่อยู่ภายในเนื้อคอนกรีต ดังนั้นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูลาร์



มาประยุกต์ใช้ร่วมกับท่อเหล็กเพื่อเพิ่มความแกร่งในการรับน้ำหนัก น่าจะเป็นทางเลือกในการก่อสร้างอาคารขนาดเล็กอีกทางหนึ่ง แทนเสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตกำลังปกติ

นอกจากนี้เสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตที่ใช้ในปัจจุบันผลิตจากคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ซึ่งผลกระทบในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) เป็นจำนวนมาก [9] และก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ordinary Portland cement, OPC) มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นจำนวนมากสู่ชั้นบรรยากาศ [10] ดังนั้นการเปลี่ยนมาใช้วัสดุเชื่อมประสานทางเลือกใหม่ในอุตสาหกรรมก่อสร้างเพื่อทดแทนการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปกติ น่าจะเป็นวัสดุทางเลือกที่สามารถลดปัญหาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการใช้ไฮบริดซีเมนต์หรือปูนซีเมนต์ไฮบริดเป็นปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกตาม มอก. 2594-2556 [11] ไฮบริดซีเมนต์มีองค์ประกอบจากปูนเม็ด ยิปซัม แกลบ และหินปูนเป็นส่วนประกอบเพื่อเพิ่มความแข็งแรง มีจุดเด่นคือใช้พลังงานในกระบวนการผลิตต่ำ ปลดปล่อย CO<sub>2</sub> ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ จากข้อดีของไฮบริดซีเมนต์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุไฮบริดซีเมนต์มาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุเชื่อมประสานสำหรับคอนกรีตน่าจะเป็นทางเลือกในการก่อสร้างอาคารและโครงสร้างพื้นฐานแทนการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตลอดจนส่งเสริมชิ้นส่วนโครงสร้างที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ยกย่องคุณภาพชีวิตให้กับผู้ใช้งาน

## ตัวอย่างทดสอบและการทดสอบ

### การออกแบบปฏิภาคส่วนผสม

การออกแบบปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสออกแบบตามมาตรฐาน ASTM C796 [12] โดยมีกำลังรับแรงอัดประลัย (ultimate compressive strength) ที่ต้องการเท่ากับ 15 MPa (ประมาณ 150 kg/cm<sup>2</sup>) ดังที่ได้ทราบแล้วว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมีความแปรผันเนื่องจากองค์ประกอบอื่น ๆ ดังนั้น ในการออกแบบปฏิภาคส่วนผสมจึงจำเป็นต้องกำหนดส่วนผสมบางส่วนให้คงที่ จากเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ค่าอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อทราย (C : S) มีค่าเท่ากับ 1 ต่อ 1 และอัตราส่วนน้ำยาผลิตโฟมต่อน้ำ (F : W) มีค่าเท่ากับ 1 ต่อ 30 จากการออกแบบปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตสามารถสรุปผลของปริมาณวัสดุผสมคอนกรีตตามกำลังรับแรงอัดประลัยต่อคอนกรีตปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส

Type of Concrete	HC (kg)	OPC (kg)	Sand (kg)	Foaming (kg)	Water (kg)	Cement/ Sand	Water/ Cement
Hybrid Concrete	688	-	688	0.195	330	1 : 1	0.48
Portland Concrete	-	688	688	0.195	330	1 : 1	0.48

### การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ

คอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสเป็นคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และไฮบริดซีเมนต์มีกำลังรับแรงอัดประลัยตามเป้าหมายเท่ากับ 15 MPa (หน่วยน้ำหนักอยู่ในช่วงระหว่าง 1,600-1,800 kg/m<sup>3</sup>) ซึ่งเป็นกำลังรับแรงอัดประลัยในช่วงใช้งานและมักถูกใช้ก่อสร้างอาคารขนาดเล็กในประเทศไทย ท่อเหล็กที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นท่อเหล็กหน้าตัดกลมที่ผลิตโดยการม้วนแผ่นเหล็กโครงสร้างแบบรีดเย็นโดยเป็นเหล็กตามมาตรฐานโครงสร้างของ มอก. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 125 mm ความหนา 3 มม. ได้แก่ 3.0 mm 4.5 mm และ 6.0 mm สมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัยถูกทดสอบตามมาตรฐานของ American Society for Testing and Materials (ASTM) ได้แก่ การทดสอบกำลังรับแรงกดอัดของคอนกรีตทรงกระบอกตามมาตรฐาน ASTM C39 และการทดสอบกำลังรับแรงดึงของท่อเหล็กตามมาตรฐาน ASTM E8 โดยท่อเหล็กหน้าตัดกลมถูกทดสอบภายใต้แรงดึงเนื่องจากในรูปแบบเสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตท่อเหล็กถูกระงับโดยแรงดึงเนื่องจากการขยายตัวของแกนคอนกรีตเป็นหลัก โดยค่าคุณสมบัติทางกลเฉลี่ยของคอนกรีตและท่อเหล็กได้ถูกนำเสนอในตารางที่ 2

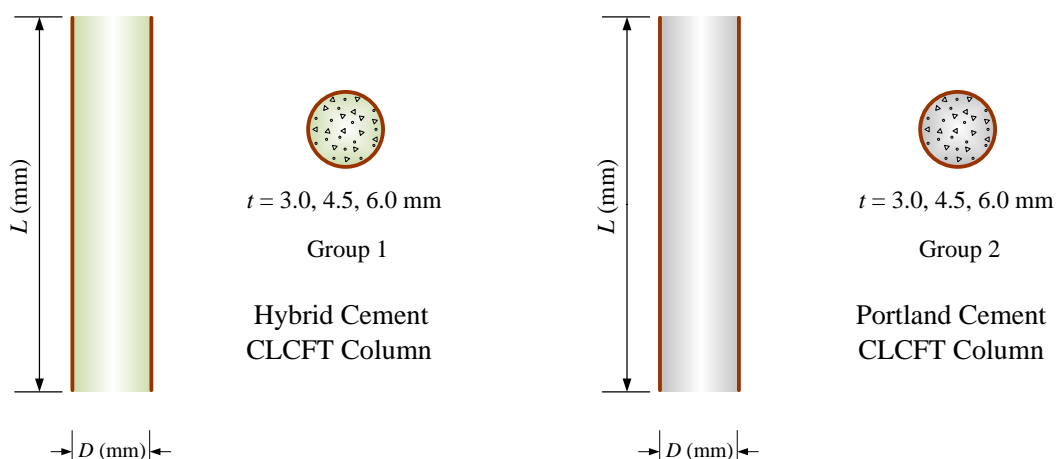


ตารางที่ 2 ตัวอย่างทดสอบและสมบัติทางกลของวัสดุ

Specimen	Type of cement	$t$ (mm)	Concrete		Steel tube	
			$A_c$ (mm <sup>2</sup> )	$f'_c$ (MPa)	$A_{st}$ (mm <sup>2</sup> )	$f_{yst}$ (MPa)
HCLCFT-15-3.0	Portland	3.0	13,977	15.2	1,289	355.2
HCLCFT-15-4.5	Portland	4.5	13,540	15.2	1,913	361.4
HCLCFT-15-6.0	Portland	6.0	12,949	15.2	2,522	365.6
PCLCFT-15-3.0	Hybrid	3.0	13,977	15.4	1,289	355.2
PCLCFT-15-4.5	Hybrid	4.5	13,540	15.4	1,913	361.4
PCLCFT-15-6.0	Hybrid	6.0	12,949	15.4	2,522	365.6

**ตัวอย่างทดสอบ**

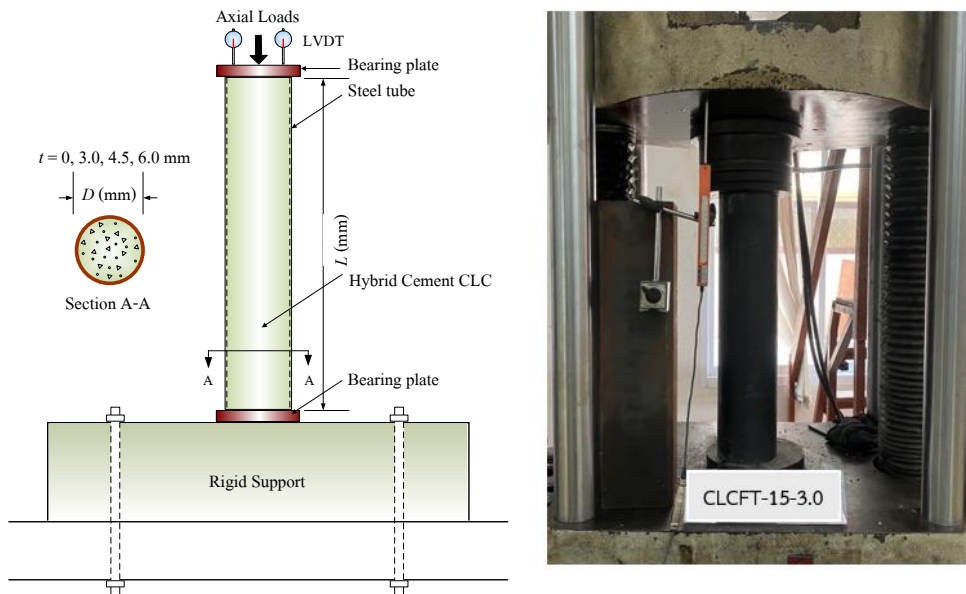
ตัวอย่างทดสอบทั้งหมดเป็นเสาสั้น (short column) หน้าตัดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 125 mm ความสูง 750 mm ทำให้มีค่าอัตราส่วนความสูงต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ( $L/D$ ) เท่ากับ 5.0 ซึ่งถูกจำกัดโดยความสูงของเครื่องมือทดสอบ นอกจากนี้ เสาตัวอย่างไม่มีระบบที่ใช้ในการถ่ายแรงเฉือนระหว่างแกนคอนกรีตเสริมเหล็กและท่อเหล็ก ตัวอย่างทดสอบเป็นเสาคอนกรีตจำนวน 12 ตัวอย่าง ถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ เสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ไฮบริดซีเมนต์ และเปรียบเทียบกับเสาในกลุ่มที่ 2 คือ เสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ซึ่งถูกใช้เป็นเสาอ้างอิง (control column) โดยแต่ละกลุ่มของเสามีจำนวน 6 ตัวอย่าง ดังแสดงรายละเอียดลักษณะของเสาในรูปที่ 1 ตารางที่ 2 แสดงชื่อตัวอย่างทดสอบที่ใช้ในการศึกษา โดยที่สัญลักษณ์ของชื่อตัวอย่างทดสอบ AALCFT-BB-CC ถูกตั้งขึ้นโดยใช้หลักการดังต่อไปนี้ AALCFT หมายถึง ประเภทของเสาท่อเหล็กหน้าตัดกลม (circular column) ที่ใช้ทดสอบ มี 2 รูปแบบได้แก่ HCLCFT และ PCLCFT เป็นสัญลักษณ์แทน เสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ไฮบริดซีเมนต์ และเสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตามลำดับ BB หมายถึง กำลังรับแรงอัดประลัยของคอนกรีต ( $f'_c$ ) ในหน่วย MPa และสัญลักษณ์ CC หมายถึง ความหนา ( $t$ ) ของท่อเหล็กในหน่วย mm ตัวอย่างเช่น HCLCFT-15-4.5 หมายถึง เสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ไฮบริดซีเมนต์ โดยมีกำลังกำลังรับแรงอัดประลัยเท่ากับ 15 MPa และความหนาท่อเหล็กเท่ากับ 4.5 mm



รูปที่ 1 รายละเอียดของตัวอย่างทดสอบเสา HCLCFT และเสา PCLCFT

### การทดสอบเสาภายใต้แรงอัดในแนวแกน

รูปที่ 2 แสดงการติดตั้งตัวอย่างทดสอบเข้ากับเครื่องทดสอบ Universal Testing Machine ขนาด 2,000 kN โดยแรงอัดในแนวแกนกระทำที่ปลายของเสาผ่าน Steel bearing plate หนา 50 mm ลงสู่แกนคอนกรีตและท่อเหล็กของตัวอย่างทดสอบ การหดตัวในแนวแกนของเสาถูกวัดโดย Linear Variable Differential Transducers (LVDT) จำนวน 2 ตัว ติดตั้งที่ปลายด้านบนบริเวณหัวกด (crosshead) ของเครื่องทดสอบ Universal Testing Machine ทำการ Pre-loading แก่ตัวอย่างทดสอบโดยให้แรงกระทำประมาณ 25% ของกำลังอัดประลัยของคอนกรีต เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างหัวกดและหน้าสัมผัสของตัวอย่างทดสอบ รวมทั้งตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือจากนั้นทำการทดสอบโดยเพิ่มแรงกระทำอย่างต่อเนื่องด้วยอัตรา 1 mm/min และใช้ KYOWA EDX-10 Series Data Acquisition Unit เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งตัวอย่างเกิดการวิบัติอย่างสมบูรณ์หรือหยุดการทดสอบที่ค่าการหดตัว 50 mm



รูปที่ 2 การติดตั้งตัวอย่างทดสอบ

### ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

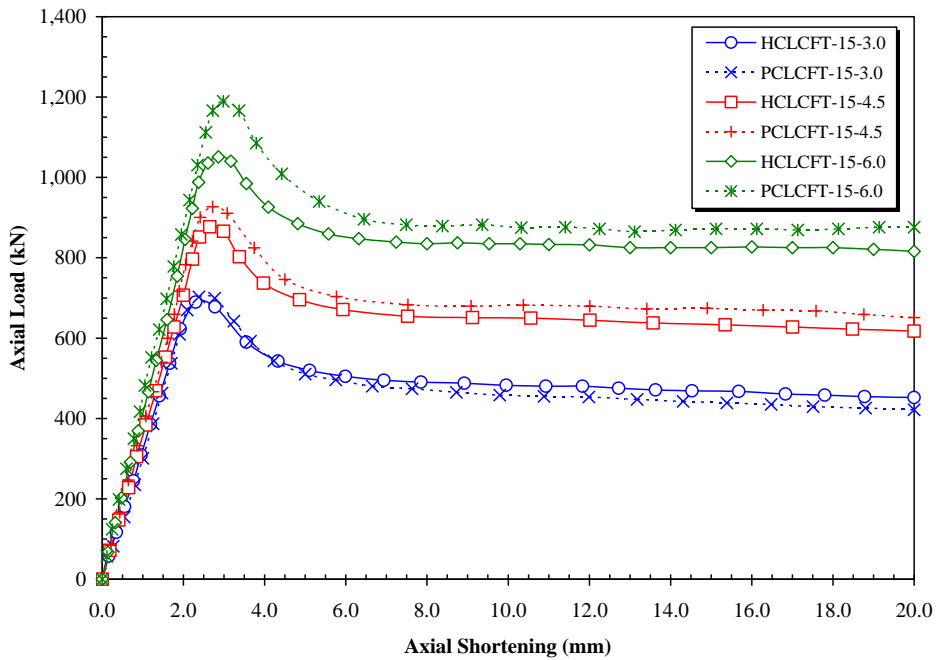
#### พฤติกรรมการรับแรงอัดในแนวแกน

รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดในแนวแกน (axial load) และการหดตัวในแนวแกน (axial shortening) ที่ได้จากการทดสอบเสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ไฮบริดซีเมนต์ (HCLCFT) เพื่อเปรียบเทียบกับเสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (PCLCFT) ตามลำดับ นอกจากนี้ได้จำกัดการแสดงผลที่ค่าการหดตัวในแนวแกนเท่ากับ 20 mm หรือที่ Axial strain ในคอนกรีตเท่ากับ 0.0267 mm/mm (2.67 %) ซึ่งเป็นค่า Strain ที่สูงกว่าความเครียดที่กำลังอัดประลัยของคอนกรีตประมาณ 10 เท่า และได้พยายามให้ค่าแรงอัดในแนวแกนสูงสุด (maximum load) ที่เกิดขึ้นในเสาโดยปราศจากการโค้งงอของผนังท่อเหล็กหรือค่า Squash load เป็น “แรงอัดสูงสุด” หรือ  $P_u$  ของเสา [13]

จากรูปที่ 3 แสดงพฤติกรรมการรับแรงอัดของเสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ไฮบริดซีเมนต์ (HCLCFT) และเสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (PCLCFT) ที่ให้แรงกระทำต่อหน้าตัดทั้งหมดพบว่า ในช่วงแรกความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและการหดตัวของเสา HCLCFT และเสา PCLCFT มีพฤติกรรมเชิงโครงสร้างแบบเชิงเส้นตรง (linear) จนถึงจุดที่เสารับแรงอัดประมาณ 80-90 % ของแรงอัดสูงสุด จากนั้นในช่วงที่สอง เมื่อเสาถูกแรงกระทำเพิ่มขึ้นอีก คอนกรีตจะเกิดการแตกร้าวขนาดเล็กในเนื้อคอนกรีตมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนปริมาณช่องว่างของอากาศในคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสถูกบีบอัด ส่งผลให้แกนคอนกรีตเกิดการหดตัวในแนวแกนและขยายตัวทางด้านข้างมากขึ้น ดังนั้นความชันของกราฟความสัมพันธ์จึงเริ่มมีค่าลดลงและพฤติกรรมของเสา HCLCFT และเสา PCLCFT จะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงเป็น



แบบไร้เชิงเส้นตรง (nonlinear) มากขึ้นจนถึงจุดวิบัติของเสา โดยพฤติกรรมแบบไร้เชิงเส้นตรงของเสา HCLCFT และเสา PCLCFT มีลักษณะแบบ Strain-Softening โดยที่เสาจะรองรับแรงกระทำได้สูงสุดถึงค่าหนึ่งแล้วเสามีความแข็งแรงลดลง (degrading stiffness) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบในงานวิจัยของ Thumrongvut et al. (2016) [6] ดังนั้นเห็นได้ว่าพฤติกรรมการรับแรงอัดของเสา HCLCFT และเสา PCLCFT มีลักษณะคล้ายคลึงในทุกความหนาของท่อเหล็ก โดยแรงอัดสูงสุดของเสามีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาผนังของท่อเหล็กมีค่าสูงขึ้น



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและการหดตัวภายใต้แรงอัดในแนวแกน

#### ลักษณะการวิบัติ

จากการสังเกตลักษณะการวิบัติพบว่า ตัวอย่างเสา HCLCFT และเสา PCLCFT มีลักษณะการวิบัติที่คล้ายคลึงกัน โดยทุกตัวอย่างทดสอบเกิดการวิบัติแบบค่อยเป็นค่อยไป (progressive failure) โดยเสา HCFT และเสา PCFT ทุกตัวอย่างจะเกิดการวิบัติที่ค่าการหดตัวเกินกว่า 20 mm หรือที่ค่าความเครียดเฉลี่ยมากกว่า 0.067 mm/mm (6.7 %) ซึ่งแสดงว่าเสา HCLCFT และเสา PCLCFT เป็นเสาที่มีความเหนียวในแนวแกนสูง [14] นอกจากนี้ รูปแบบการวิบัติของตัวอย่างเสาเป็นการโก่งเดาะเฉพาะที่ของผนังท่อเหล็กที่กึ่งกลางเสาหรือบริเวณใกล้เคียงหัวกดของเครื่องทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4 โดยสามารถเห็นการการโก่งเดาะเฉพาะที่ของท่อเหล็กได้ชัดเจนหลังจากจุดที่แรงอัดมีค่าสูงสุด



รูปที่ 4 ลักษณะการวิบัติของตัวอย่างเสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลล์สุ่มที่ใช้ไฮบริดซีเมนต์

## สรุปผลการทดสอบ

1) พฤติกรรมรับแรงอัดของเสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ไฮบริดซีเมนต์ มีพฤติกรรมทางโครงสร้างแบบเชิงเส้นตรงจนถึงจุดที่เสารับแรงอัดประมาณ 80-90% ของแรงอัดสูงสุด จากนั้นในช่วงที่สองคอนกรีตจะเกิดการแตกร้าวขนาดเล็กในเนื้อคอนกรีตมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนปริมาณช่องว่างของอากาศในคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสถูกบีบอัด ส่งผลให้แกนคอนกรีตเกิดการหดตัวในแนวแกนและขยายตัวทางด้านข้างมากขึ้น จากนั้นพฤติกรรมของเสาจะเปลี่ยนแปลงเป็นแบบไร้เชิงเส้นตรงจนถึงจุดวิบัติของเสา โดยพฤติกรรมแบบไร้เชิงเส้นตรงของเสามีลักษณะแบบ Strain-Softening โดยที่เสารองรับแรงกระทำได้สูงสุดถึงค่าหนึ่งแล้วเสามีความแกร่งลดลง

2) รูปแบบการวิบัติของเสาเป็นการโก่งเดาะเฉพาะที่ของผนังท่อเหล็กที่กึ่งกลางเสาหรือบริเวณใกล้เคียงหัวกดของเครื่องทดสอบ โดยสามารถเห็นการโก่งเดาะเฉพาะที่ของท่อเหล็กได้ชัดเจนหลังจากจุดที่แรงอัดมีค่าสูงสุด

3) เสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ไฮบริดซีเมนต์และเสาท่อเหล็กกรอกคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มีรับแรงอัดสูงสุดต่างกันโดยเฉลี่ยประมาณ 4%

4) การนำไฮบริดซีเมนต์มาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุประสานสำหรับคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลสน่าจะเป็นทางเลือกในการก่อสร้างอาคารและโครงสร้างพื้นฐานแทนการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เป็นอย่างดี

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และบริษัท โอเคเค เอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ระดับปริญญาโท: NRCT5-RRI63008-M17 และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ให้การสนับสนุนสถานที่และเครื่องมือทดสอบ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Ellobody, E. and Young, B. 2006. Design and behaviour of concrete-filled cold-formed stainless steel tube columns. *Engineering Structures*. 28(5): 716-728.
- [2] Wang, W.H., Han, L.H., Li, W. and Jia, T.H. 2014. Behavior of concrete-filled steel tubular stub columns and beams using dune sand as part of fine aggregate. *Construction and Building Materials*. 51: 352-363.
- [3] Du, Y., Chen, Z. and Yu, Y. 2016. Behavior of rectangular concrete-filled high-strength steel tubular columns with different aspect ratio. *Thin-Walled Structures*. 109: 304-318.
- [4] Joysoongnoen, N., Thumrongvut, J., Sawang-ngam, T., Detphan, S. and Supromwan, J. 2021. Experimental behavior of high-strength square concrete-filled steel tube columns under various load application. *Thailand Concrete Association Journal*. 9(1): 15-23.
- [5] Khamphay, P., Thumrongvut, J., Joysoongnoen, N., Jiammeepreecha, W. and Chaidachatorn, K. 2021. Strengthening of square concrete-filled steel tube column with steel bars under uni-axial load. *Thailand Concrete Association Journal*. 9(1): 7-14.
- [6] Thumrongvut, J., Seangathith, S., Siriparinyanan, T. and Wangrakklang, S. 2016. An experimental behaviour of cellular lightweight concrete-filled steel square tube columns under axial compression. *Materials Science Forum*. 860: 121-124.
- [7] Kunhanandan Nambiar, E.K. and Ramamurthy, K. 2006. Influence of filler type on the properties of foam concrete. *Cement and Concrete Composites*. 28(5): 475-480.
- [8] Mugahed Amran, Y.H., Farzadnia, N. and Abang Ali, A.A. 2015. Properties and applications of foamed concrete; a review. *Construction and Building Materials*. 101: 990-1005.
- [9] Chauhana, P.S., Kumar, A. and Gupta, B. 2017. A review on thermal models for greenhouse dryers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 75: 548-558.

- [10] Ferreira, L.F., Costa, H.S., Barata, I.I., Santos Julio, E.N., Tiago, P.M. and Coelho, J.F. 2014. Precast alkali-activated concrete towards sustainable construction. Magazine of Concrete Research. 66(12): 618-626.
- [11] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม. 2556. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก. มอก. 2594-2556. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.
- [12] ASTM C796-12. 2012. Standard test methods for foaming agents for use in producing cellular concrete using preformed foam. Annual Book of ASTM Standard, Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
- [13] Mouli, M. and Khelafi, H. 2007. Strength of short composite rectangular hollow section columns filled with lightweight aggregate concrete. Engineering Structures. 29(8). 1791-1797.
- [14] Seangatith, S. and Thumrongvut, J. 2009. Experimental investigation on square steel tubed RC columns under axial compression. Suranaree Journal of Science and Technology. 16(3): 205-220.



# ปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในหอยแมลงภู่ที่เพาะเลี้ยง ในอ่าวไทย

## Microplastics Abundance in Cultured Green Mussels in the Gulf of Thailand

อัจจรีญา สัมพันธ์พร<sup>1</sup> ชวลิต เจริญพงษ์<sup>2\*</sup> และ เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล<sup>3</sup>

Atchareeya Sampanporn<sup>1</sup> Chawalit Charoenpong<sup>2\*</sup> and Penjai Sompongchaiyakul<sup>3</sup>

<sup>1</sup>นิสิตบัณฑิตศึกษา หลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

<sup>2\*</sup>อาจารย์ประจำ ; <sup>3</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

\*โทรศัพท์ : 089-114-7579, E-mail : chawalit.net@gmail.com

### บทคัดย่อ

ไมโครพลาสติก (พลาสติกขนาด 1 นาโนเมตร ถึง 5 มิลลิเมตร) นับเป็นมลพิษที่ได้รับความสนใจมากในปัจจุบันเนื่องจากพบการแพร่กระจายกว้างขวางและสามารถสะสมผ่านห่วงโซ่อาหารได้ จนอาจจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศมากขึ้นในอนาคต โดยหอยแมลงภู่เป็นหนึ่งในสัตว์ทะเลกรองกินอาหารที่อาจได้รับผลกระทบจากปริมาณไมโครพลาสติกที่เพิ่มขึ้น และยังเป็นอาหารทะเลที่สำคัญ ดังนั้นจึงถูกนำมาใช้เป็นตัวชี้ชีวภาพ (bioindicator) สำหรับไมโครพลาสติกในทะเล ซึ่งการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในหอยแมลงภู่ที่เพาะเลี้ยงตามแนวชายฝั่งอ่าวไทยครั้งนี้มีสำคัญเพื่อเป็นข้อมูลคาดการณ์ปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนเข้าสู่ทะเลในแต่ละพื้นที่ และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้วางแผนจัดการปัญหาไมโครพลาสติกบริเวณชายฝั่งอ่าวไทย การศึกษาครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ชุมพรและสุราษฎร์ธานี ผลการศึกษาพบไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่เฉลี่ย  $2.01 \pm 2.29$  ชิ้น/ตัว หรือ  $0.34 \pm 0.19$  ชิ้น/กรัม นน.สด โดยพบมากสุดในหอยจากจังหวัดสมุทรสาคร ที่มีค่าเฉลี่ย  $4.27 \pm 3.81$  ชิ้น/ตัว หรือ  $1.09 \pm 0.91$  ชิ้น/กรัม นน.สด ซึ่งไมโครพลาสติกส่วนใหญ่ที่พบอยู่ในรูปของเส้นใย (filament/fiber) ขนาดไมโครพลาสติกเฉลี่ย  $419 \mu\text{m}$  โดยพบมากที่สุดอยู่ในช่วง  $100-500 \mu\text{m}$  การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าตามชายฝั่งอ่าวไทยมีการสะสมไมโครพลาสติกที่แตกต่างกัน จึงมีความจำเป็นในการติดตามตรวจสอบและวางมาตรการเพื่อจัดการปัญหาไมโครพลาสติก

**คำสำคัญ :** ไมโครพลาสติก; หอยแมลงภู่; อาหารทะเล; ตัวชี้ชีวภาพ; เพาะเลี้ยง

## Abstract

Microplastics (i.e., plastics of 1 nanometer to 5-millimeter length) have become one of the emerging pollutants that receive a lot of attention due to their ubiquity in the environments and tendency to bioaccumulate. Many bivalves grown along the coastlines have been impacted by contamination of microplastics as they are filter feeders that take in large amount of water when they feed and accumulate microplastics in their bodies as a result. Therefore, they are commonly used as bioindicator species of microplastics in the ocean. In this study, we examined quantities and some properties of microplastics found in mussels (*Perna viridis*), commercial bivalves grown along the coastline of Chonburi, Samut Sakhon, Samut Songkhram, Phetchaburi Chumphon and Surat Thani provinces. Microplastics found in these mussels averaged  $2.01 \pm 2.29$  items/individual or  $0.34 \pm 0.19$  items/gram ww with the highest microplastics  $4.27 \pm 3.81$  items/individual or  $1.09 \pm 0.91$  items/gram ww for mussels from Samut Sakhon. Filaments/fibers were the major type of microplastics found in these shellfish samples. The average microplastic size were 419 microns, with most items falling range between 100 and 500 microns. Spatial variation of microplastics from different locations may serve as key information on assessing the risks of microplastic contamination and the potential transfer of microplastics due to human consumption. Both of which may be instrumental to the lawmakers and the stakeholders to make management priority.

**Keywords :** microplastics; shellfish; seafood; aquaculture

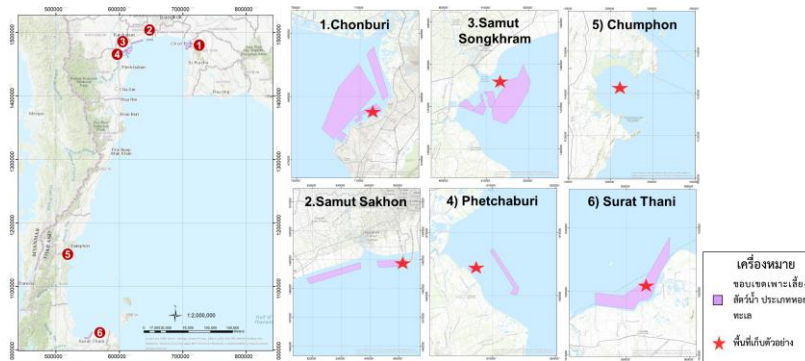
## บทนำ

พลาสติกเป็นวัสดุที่ผลิตจากสารประกอบพอลิเมอร์ (polymers) ที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ อาทิ เสื้อผ้า บรรจุภัณฑ์ วัสดุก่อสร้าง เครื่องสำอางค์ เวชภัณฑ์และเครื่องมือแพทย์ เป็นต้น [1] ในปีพ.ศ. 2558 ทั่วโลกมีการผลิตพลาสติกมากกว่า 360 ล้านตัน และมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยทวีปเอเชียมีส่วนการผลิตสูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ [2] มีวิธีการกำจัดและลดปริมาณทั้งการฝังกลบ การเผาและการนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) อย่างไรก็ตามทุกปียังพบขยะพลาสติกออกสู่ทะเลผ่านเส้นทางน้ำไหลสูงถึง 10 เปอร์เซ็นต์จากการผลิต [3] ซึ่งพลาสติกเหล่านี้มีความคงทนทำให้การสลายตัวใช้ระยะเวลาอันยาวนาน จึงเกิดการแพร่กระจายและสะสมในสิ่งแวดล้อม โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในด้านวิทยาศาสตร์ของมลพิษทางทะเล (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution - GESAMP) ได้นิยามพลาสติกในทะเลหรือเกิดจากการแตกสลายของขยะจนมีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร คือ ไมโครพลาสติก [4] ที่มีขนาดเล็กจนไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงและคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) จึงสามารถเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตผ่านการบริโภคได้ง่าย ก่อให้เกิดการอุดตันทางเดินอาหารหรือกลายเป็นตัวนำสารพิษในสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร [5]

การศึกษาการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทั้งในทะเลและแหล่งน้ำจืดสามารถทำได้ทั้งในน้ำ ในตะกอนดินและในสิ่งมีชีวิต แต่เนื่องจากความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อม อาทิ กระแสน้ำ คลื่น ลม และจุลินทรีย์ เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้การแปรผลจากการศึกษาไมโครพลาสติกในน้ำและตะกอนดินเป็นไปได้ยาก [6] ในระยะหลังจึงมีงานวิจัยที่เน้นศึกษาไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตเพื่อใช้เป็นดัชนีชีวภาพ (bioindicator) เพิ่มขึ้น ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่เลือกศึกษาสัตว์ประเภทหอย [7] เนื่องจากหอยมีการแพร่กระจายสายพันธุ์ทั่วทุกมุมโลก เคลื่อนที่ไม่มาก และเป็นอาหารทะเลสำคัญของมนุษย์อีกด้วย [6] แม้ว่าประเทศไทยจะพบรายงานการศึกษาไมโครพลาสติกแต่จากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่ครอบคลุมทั่วพื้นที่ตามชายฝั่งอ่าวไทย นอกจากนี้ยังพบการศึกษาไมโครพลาสติกในชั้นน้ำและในดินตะกอนบางพื้นที่บางส่วน [8] ทำให้ไม่สามารถระบุภาพรวมของไมโครพลาสติกบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยทั้งหมดได้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงเน้นศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ที่เพาะเลี้ยงตามแนวชายฝั่งอ่าวไทยเพื่อเป็นข้อมูลในการคาดการณ์ปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนเข้าสู่ทะเลในแต่ละพื้นที่ และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับวางแผนในการจัดการไมโครพลาสติกบริเวณอ่าวไทยได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณชายฝั่งอ่าวไทย ซึ่งถูกกำหนดภายใต้ประกาศขอบเขตพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสำหรับกิจการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควบคุม ประเภทหอยทะเล ของคณะกรรมการประมงประจำจังหวัด โดยการศึกษาครั้งนี้เลือกเก็บตัวอย่างจากจังหวัดชลบุรี จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดชุมพร และจังหวัดสุราษฎร์ธานี (รูปที่ 1) ซึ่งเก็บตัวอย่างในระหว่างเดือนสิงหาคม 2563 ถึง มีนาคม 2564 โดยการทดลองครั้งนี้ศึกษาในหอยสองฝาที่มีอายุประมาณ 1 ปี ซึ่งการวิเคราะห์ครั้งนี้ศึกษาพื้นที่ละ 30 ตัว รวมทั้งสิ้น 180 ตัว



รูปที่ 1 ขอบเขตพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประเภทหอยทะเลและพื้นที่เก็บตัวอย่างตามพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทย

การศึกษาจะวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่ออ่อน (soft tissues) เท่านั้น โดยใช้วิธีการย่อยเนื้อเยื่อด้วยสารออกซิไดซ์คือ สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $H_2O_2$ ) ตามวิธีการของ Li et al. (2015) [9] ซึ่งของเหลวทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง เช่น น้ำประปา สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และสารละลายเกลือแกงอิ่มตัว จะต้องกรองด้วยแผ่นกรองชนิด GF/B (รูพรุนขนาด 1 ไมโครเมตร) รวมทั้งเครื่องแก้วที่ใช้ อาทิ ขวดแก้ว งานเพาะเชื้อ ชุดกรองแก้ว เป็นต้น จะถูกล้างด้วยน้ำประปาที่ผ่านการกรอง 2 ครั้งแล้วเท่านั้น เพื่อไม่ให้มีการปนเปื้อนระหว่างการวิเคราะห์ตัวอย่าง

เริ่มจากนำหอยแมลงภู่ที่แช่เย็นไว้ทำความสะอาดด้วยน้ำประปาที่กรองแล้ว บันทึกความกว้างเปลือก (cm) ความยาวเปลือก (cm) และน้ำหนักเนื้อเยื่อ (กรัม นน.สด) แต่ละตัว จากนั้นนำตัวอย่างใส่ขวดแก้วทรงสูงปริมาตร 500 มิลลิลิตรขวดละ 1 ตัว เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 30% ผ่านการกรอง ปริมาตร 200 มิลลิลิตร จากนั้นปิดปากขวดด้วยฟอยด์ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนไมโครพลาสติกจากสภาพแวดล้อมในห้องทดลอง และให้ความร้อนด้วยเครื่องให้ความร้อน (hotplate) อุณหภูมิประมาณ 65 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 48 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน จากนั้นเติมสารละลายเกลือแกงอิ่มตัวผ่านการกรอง (saturated NaCl) ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 48 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยเครื่องปั๊มสุญญากาศ (vacuum pump) ผ่านแผ่นกรองชนิดเดียวกับที่ใช้กรองสารละลาย โดยขณะทดลองผู้ทดลอง ได้สวมใส่เสื้อกราวนสีขาที่ทำจากผ้าฝ้ายและสวมถุงมือไนไตรท์ตลอดการทดลอง เพื่อป้องกันการปนเปื้อนไมโครพลาสติกจากเสื้อผ้าของผู้ทดลอง ทั้งนี้การย่อยหอยสองฝาแต่ละรอบจะมีการติดตั้งชุดควบคุมที่มีขั้นตอนเช่นเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น แต่ปราศจากเนื้อเยื่อของหอยสองฝาในขวดแก้ว จำนวน 1 ชุด เพื่อทดสอบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกจากการทำความสะอาดขวดและสารละลายที่ใช้ในการทดลอง

การระบุจำนวนไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อหอยสองฝาดำเนินการภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (stereo microscope) ยี่ห้อ Nikon รุ่น SMZ800N กำลังขยาย 10 – 80 เท่า และตรวจสอบไมโครพลาสติกด้วยวิธี hot needle (การทดสอบด้วยเข็มร้อน) เพื่อกำจัดชิ้นส่วนขนาดเล็กที่ไม่ใช่พลาสติกออก จากนั้นบันทึกจำนวน ลักษณะกายภาพ (ได้แก่ รูปร่างและสี) และบันทึกภาพประกอบ จากนั้นนำภาพไมโครพลาสติกที่บันทึกมาวัดขนาดผ่านโปรแกรม ImageJ และวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยของไมโครพลาสติกในหอยสองฝาเป็นจำนวนไมโครพลาสติก (ชิ้น) ต่อตัว (individual) และต่อน้ำหนักหอย (กรัม นน.สด) ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel และสรุปรูปร่าง ขนาดและสีไมโครพลาสติกที่พบในรูปแบบของกราฟแสดงผล จากนั้นนำค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกในหอยแมลงภู่จาก 6 พื้นที่มาเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้สถิติ Tukey's multiple comparison test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้โดยใช้สถิติ Correlation ชนิด Spearman rank ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ขนาดเปลือกและน้ำหนักสด

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดขนาดเปลือกหอยสองฝาที่ใช้ให้มีขนาดใกล้เคียงกัน จากตาราง 1 พบว่า หอยแมลงภู่ *Perna viridis* ความกว้างเฉลี่ย  $3.45 \pm 0.35$  เซนติเมตร และมีความยาวเฉลี่ย  $8.41 \pm 1.12$  เซนติเมตร ทั้งนี้จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีค่าเฉลี่ยความกว้างเปลือกมากที่สุด  $3.95 \pm 0.39$  เซนติเมตร และความยาวเฉลี่ยมีค่ามากที่สุดที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี  $9.55 \pm 0.82$  เซนติเมตร นอกจากนี้น้ำหนักสดจากการวัดมีค่าเฉลี่ย  $7.05 \pm 2.50$  กรัม นน.สด มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่า  $10.75 \pm 2.38$  กรัม นน.สด เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างขนาดเปลือกและน้ำหนักสดของหอยแมลงภู่ต่างพื้นที่พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) โดยหอยแมลงภู่ที่เพาะเลี้ยงในจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีขนาดใหญ่ที่สุด ส่วนจังหวัดสมุทรสาครและเพชรบุรีมีขนาดเล็กแตกต่างจากพื้นที่เพาะเลี้ยงอื่น

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยขนาดเปลือก น้ำหนักสดและปริมาณไมโครพลาสติกของหอยแมลงภู่ที่เพาะเลี้ยงตามชายฝั่งอ่าวไทย

Station	Width shell (cm)	Length shell (cm)	Wet weight (gram)	Mussel samples with microplastics (%)	Abundance (item/individual)	Abundance (item/gram ww)
Chonburi	$3.57 \pm 0.17$	$8.86 \pm 0.36$	$5.75 \pm 0.94$	73.3%	$1.40 \pm 1.19$	$0.24 \pm 0.20$
Phetchaburi	$3.05 \pm 0.58$	$7.17 \pm 1.08$	$5.90 \pm 2.06$	73.3%	$1.23 \pm 1.27$	$0.21 \pm 0.19$
Chumphon	$3.54 \pm 0.20$	$9.31 \pm 0.67$	$9.24 \pm 1.48$	90.0%	$2.53 \pm 1.63$	$0.27 \pm 0.17$
Samut Songkhram	$3.56 \pm 0.23$	$8.66 \pm 0.54$	$6.71 \pm 1.43$	66.7%	$1.20 \pm 1.16$	$0.19 \pm 0.21$
Samut Sakhon	$3.05 \pm 0.79$	$6.89 \pm 0.24$	$3.96 \pm 0.65$	90.0%	$4.27 \pm 3.81$	$1.09 \pm 0.91$
Surat Thani	$3.95 \pm 0.39$	$9.55 \pm 0.82$	$10.75 \pm 2.38$	56.7%	$1.40 \pm 1.79$	$0.13 \pm 0.16$
<b>Average</b>	$3.45 \pm 0.35$	$8.41 \pm 1.12$	$7.05 \pm 2.50$		$2.01 \pm 2.29$	$0.34 \pm 0.19$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยคำนวณจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

### ปริมาณไมโครพลาสติก

ปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในการศึกษาครั้งนี้ ทั้งสิ้น 361 ชิ้น โดยจำนวนหอยแมลงภู่ที่พบไมโครพลาสติกรวมทุกพื้นที่มีสัดส่วน คิดเป็น 75.0% ซึ่งพบมากที่สุดที่จังหวัดชุมพรและจังหวัดสมุทรสาคร 90.0% โดยจากตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณไมโครพลาสติกรวมทุกพื้นที่ เฉลี่ย  $2.01 \pm 2.29$  ชิ้น/ตัว หรือ  $0.34 \pm 0.19$  ชิ้น/กรัม นน.สด ซึ่งมีค่าสูงที่สุดในตัวอย่างจากจังหวัดสมุทรสาคร และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณไมโครพลาสติก พบว่า ตัวอย่างหอยแมลงภู่จากจังหวัดสมุทรสาครมีปริมาณไมโครพลาสติกต่อตัวและต่อน้ำหนักสดแตกต่างจากพื้นที่อื่นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขอบเขตพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสำหรับกิจการการเพาะเลี้ยงตั้งอยู่ใกล้บริเวณปากแม่น้ำซึ่งเป็นแหล่งที่มาของไมโครพลาสติก ซึ่งน้ำทำนบเป็นแหล่งต้นกำเนิดสำคัญที่ก่อให้เกิดการสะสมไมโครพลาสติกบริเวณชายฝั่ง [10] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wang et al. (2020) [11] พบการสะสมไมโครพลาสติกในดินตะกอนชายฝั่งอ่าวไทย และระบุว่าไมโครพลาสติกบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนได้รับอิทธิพลจากน้ำท่าที่ไหลออกสู่ทะเล ทั้งนี้กระแสน้ำบริเวณชายฝั่งเป็นปัจจัยที่ช่วยให้เกิดการแพร่กระจายและสะสมไมโครพลาสติกบริเวณอ่าวไทย และบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยามีปริมาณไมโครพลาสติกสูงเช่นเดียวกัน และสอดคล้องกับ Ta and Babel (2020) [12] และ Ta et al. (2020) [8] นอกจากนี้การใช้วัสดุที่มีส่วนประกอบของพลาสติก อาทิ เชือกและทุ่นลอย เป็นต้น ซึ่งเป็นอุปกรณ์เพาะเลี้ยงหอยทะเลตามชายฝั่งอ่าวไทยจะเป็นแหล่งต้นกำเนิดไมโครพลาสติกส่งผลให้เกิดการสะสมไมโครพลาสติกในหอยสองฝา [13, 14] ทั้งนี้ปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณใกล้เคียงกับงานวิจัยในประเทศไทย [13] ที่ผ่านมา

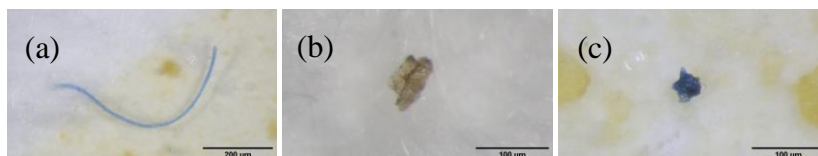
### ลักษณะสัณฐานไมโครพลาสติก

รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบ ได้แก่ เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปร่างและเม็ดกลม ทั้งนี้ไม่พบรูปร่างแผ่นฟิล์มในการศึกษา โดย (รูปที่ 3a) พบสัดส่วนเส้นใยไมโครพลาสติกมากที่สุด 97.2% รองลงมาเป็นชิ้นส่วนไร้รูปร่างและเม็ดกลมที่ 2.2% และ 0.6% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนรูปร่างไมโครพลาสติกในพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทย จากรูปที่ 3b บ่งชี้ว่าจังหวัดชลบุรีมีปริมาณชิ้นส่วนไร้รูปร่างและเม็ดกลมมากกว่าพื้นที่อื่น อาจเนื่องจากบริเวณเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ติดกับท่าเรือพลีที่มีชุมชน

ชาวประมงอาศัยอยู่ ทำให้สามารถพบรูปร่างอื่นนอกเหนือจากเส้นใยไมโครพลาสติกได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Wang et al. (2021) [15] ระบุว่าพื้นที่ใกล้กับบริเวณท่าเรือมีโอกาสที่จะเจอไมโครพลาสติกจากการแตกหักของชิ้นส่วนอุปกรณ์ การประมงในปริมาณสูง ทั้งนี้สัดส่วนไมโครพลาสติกที่พบมีความสอดคล้องกับงานวิจัยไมโครพลาสติกที่เคยศึกษาในประเทศไทยที่ผ่านมา พบสัดส่วนไมโครพลาสติกชนิดเส้นใยมากกว่า 85% [13] และสอดคล้องกับรายงานฉบับสมบูรณ์การสำรวจและการจำแนกตัวอย่างขยะทะเลประเภทไมโครพลาสติกที่พบเส้นใยไมโครพลาสติกมากกว่า 70% และรองลงมาเป็นชิ้นส่วนไร้รูปร่าง [16] แต่หอยแมลงภู่งจังหวัดสมุทรสาครที่เพาะเลี้ยงใกล้บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยากลับไม่พบไมโครพลาสติกแบบชิ้นส่วนไร้รูปร่าง ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาดินตะกอนแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบนและล่าง [8, 12] ที่ผ่านมา พบชิ้นส่วนไร้รูปร่างเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลทางธรรมชาติ รูปร่างและชนิดพลาสติกมีผลต่อการแพร่กระจายไมโครพลาสติกจากปากแม่น้ำออกสู่ทะเล [10]

ขนาดไมโครพลาสติกที่พบมีค่าระหว่าง 14 - 5,556  $\mu\text{m}$  มีขนาดเฉลี่ย 419  $\mu\text{m}$  โดย (รูปที่ 3c) ส่วนมากพบมีขนาดอยู่ในช่วง 101-500  $\mu\text{m}$  คิดเป็น 63.2% รองลงมาเป็นช่วง 501-1,000  $\mu\text{m}$  <100  $\mu\text{m}$  1,001-5,000  $\mu\text{m}$  และ >5,001  $\mu\text{m}$  คิดเป็น 19.1% 10.8% 6.6% และ 0.3% ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจังหวัดสมุทรสาครมีขนาดช่วง 101-500  $\mu\text{m}$  และ 501-1,000  $\mu\text{m}$  แตกต่างจากหอยแมลงภู่งจากพื้นที่อื่น ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ขนาดไมโครพลาสติกกับขนาดเปลือกและน้ำหนักสดของหอยแมลงภู่งกลับไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่กลับพบความสัมพันธ์กับพื้นที่เพาะเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ ) ซึ่งบ่งชี้ว่าขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละพื้นที่ขึ้นกับแหล่งต้นกำเนิดมากกว่าขนาดของดัชนีชีวภาพที่นำมาใช้วิเคราะห์ โดยจากรูปที่ 3d พบว่า จังหวัดชลบุรีมีสัดส่วนไมโครพลาสติกขนาด <100  $\mu\text{m}$  มากที่สุด อาจเนื่องมาจากขอบเขตเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่งจังหวัดชลบุรีไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำท่าโดยตรง ทำให้ความสามารถในการแพร่กระจายไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ต่ำลง [17] ทั้งนี้สอดคล้องการศึกษาของ Daniel et al. (2021) [18] ที่พบไมโครพลาสติกส่วนใหญ่ในช่วง 200-400  $\mu\text{m}$  ถึง 28% และขนาดไมโครพลาสติกที่พบมีขนาดต่ำกว่าไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยา [8, 12] ซึ่งขนาดไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตจะมีขนาดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับที่พบในดินและในน้ำ ซึ่งสามารถพบขนาดเล็กกว่า 50  $\mu\text{m}$  [19]

สีไมโครพลาสติกที่พบมีทั้งสิ้น 6 สี (รูปที่ 3e) โดยส่วนมากพบสัดส่วนสีฟ้ามากที่สุด คิดเป็น 42.4% รองลงมาเป็นสีดำ สีแดง ไม่ปรากฏ สีเขียวและสีเหลือง คิดเป็น 28.8% 16.1% 10.2% 2.2% และ 0.3% ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้ไม่พบสีขาวจากการย่อยสัดไมโครพลาสติก โดยลักษณะและสีของไมโครพลาสติกบ่งชี้ถึงแหล่งต้นกำเนิด ซึ่งจากการทดลองพบสัดส่วนไมโครพลาสติกสีฟ้าและสีดำในปริมาณสูง ทั้งนี้เส้นใยสีฟ้าและสีดำส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากน้ำเสียชุมชนและอุปกรณ์การประมง [13, 14] โดยจากรูปที่ 3f พบว่าทุกพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างมีสัดส่วนสีฟ้าและสีดำเป็นส่วนใหญ่ บ่งชี้ว่าพื้นที่ตัวอย่างได้รับอิทธิพลจากน้ำท่าที่ไหลผ่านบ้านเรือน สอดคล้องกับขอบเขตพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยทะเลที่ส่วนใหญ่กำหนดขอบเขตใกล้บริเวณปากแม่น้ำ นอกจากนี้จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีสัดส่วนไมโครพลาสติกไม่ปรากฏสีจำนวนมาก ซึ่งมีลักษณะคล้ายอุปกรณ์ตกปลาอย่างเอ็นที่ใช้ในกิจกรรมการประมง ทั้งนี้สัดส่วนสีไมโครพลาสติกจากการวิจัยสอดคล้องกับสัดส่วนสีไมโครพลาสติกที่พบงานวิจัยของประเทศไทยที่ผ่านมา อาทิ จังหวัดสงขลา [20] และจังหวัดภูเก็ต [21] เป็นต้น



รูปที่ 2 รูปร่างไมโครพลาสติกในหอยแมลงภู่งตามชายฝั่งอ่าวไทย โดยจำแนกเป็นชนิด (a) เส้นใย (b) ชิ้นส่วนไร้รูปร่าง (c) เม็ดกลม



รูปที่ 3 สัดส่วนลักษณะสัณฐานไมโครพลาสติกตามพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทย โดยจำแนกตาม (a-b) รูปร่าง (c-d) ขนาด (e-f) สี

**สรุป**

จากการศึกษาไมโครพลาสติกในหอยแมลงภู่เพาะเลี้ยงตามชายฝั่งอ่าวไทย 6 จังหวัด พบไมโครพลาสติกรวมทั้งสิ้น 361 ชิ้น เฉลี่ย  $2.01 \pm 2.29$  ชิ้น/ตัว หรือ  $0.34 \pm 0.19$  ชิ้น/กรัม นน.สด มีขนาดอยู่ระหว่าง 100 – 500  $\mu\text{m}$  เมื่อจำแนกลักษณะสัณฐานของไมโครพลาสติกพบว่าเป็นเส้นใยไมโครพลาสติกมากที่สุด รองลงมาเป็นชิ้นส่วนหรือเศษไมโครพลาสติกและเม็ดกลมตามลำดับ และผลการจำแนกสีไมโครพลาสติกพบเป็นสีฟ้ามากที่สุด รองลงมาเป็นสีดำ ไม่ปรากฏสี สีสแดง สีเหลืองและสีเขียวตามลำดับ ซึ่งจากลักษณะสัณฐานไมโครพลาสติกที่พบบ่งชี้ว่าไมโครพลาสติกที่พบในสิ่งมีชีวิตอาจมีที่มาจากแหล่งน้ำเสียชุมชนและอุปกรณ์ประมงเป็นแหล่งกำเนิดหลัก โดยอิทธิพลของน้ำเสียชุมชน กิจกรรมการใช้ประโยชน์บริเวณใกล้เคียงแหล่งเพาะเลี้ยงวิธีการเพาะเลี้ยงหอยทะเล และอิทธิพลทางธรรมชาติอย่างกระแสน้ำเป็นปัจจัยร่วมที่ก่อให้เกิดสะสมและแพร่กระจายไมโครพลาสติกไปสู่ขอบเขตพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยสองฝาทะเลบริเวณชายฝั่งอ่าวไทย จึงควรมีนโยบายและมาตรการการดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการไมโครพลาสติกในอนาคต



## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านและหลายหน่วยงานที่ได้ช่วยเหลือและให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวกด้านต่างๆ ขอขอบคุณหลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อุดหนุนทุนวิจัยบางส่วน และขอขอบคุณค่าใช้จ่ายในงานวิจัยจากทุนวิจัยภายใต้โปรแกรมวิจัย Remediation Technologies for Petroleum Contamination (สัญญาเลขที่: HSM-PJ-CT-17-01) สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษา และวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวว.)/สกอ. ขอขอบคุณนายเรนฤทธิ์ ชื่นพัก ที่ช่วยแนะนำในการเตรียมตัวอย่าง และสุดท้ายขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Boucher, J. and Friot, D. 2017. Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources Gland. IUCN.
- [2] PlasticsEurope (2019). Plastics-the facts 2019. An analysis of European plastics production, demand and waste data [https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL\\_web\\_version\\_Plastics\\_the\\_facts2019\\_14102019.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf) Accessed 25 Sep 2020
- [3] Allsopp, M., Walters, A., Santillo, D. and Johnston, P. 2006. Plastic Debris in the World's Oceans. 43p., Greenpeace, Amsterdam, Netherlands.
- [4] Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution - GESAMP. 2016. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment. Kershaw, P.J., and Rochman, C.M., eds). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep.Stud. GESAMP
- [5] Guo, X., & Wang, J. 2019. The chemical behaviors of microplastics in marine environment: A review. Marine Pollution Bulletin. 142: 1-14.
- [6] Li, J., Lusher, A. L., Rotchell, J. M., Deudero, S., Turra, A., Bråte, I. L. N., . . . Shi, H. 2019. Using mussel as a global bioindicator of coastal microplastic pollution. Environmental Pollution. 244: 522-533.
- [7] Wijsman, J. W. M., Troost, K., Fang, J., & Roncarati, A. 2019. Global Production of Marine Bivalves. Trends and Challenges. In A. C. Smaal, J. G. Ferreira, J. Grant, J. K. Petersen, & Ø. Strand (Eds.), Goods and Services of Marine Bivalves (pp. 7-26). Cham: Springer International Publishing.
- [8] Ta, A., Babel, S., & Haarstrick, A. 2020. Microplastics Contamination in a High Population Density Area of the Chao Phraya River, Bangkok. Journal of Engineering and Technological Sciences. 52: 534-545.
- [9] Li, J., Yang, D., Li, L., Jabeen, K., & Shi, H. 2015. Microplastics in commercial bivalves from China. Environmental Pollution. 207: 190-195.
- [10] Wilson, D. R., Godley, B. J., Haggard, G. L., Santillo, D., & Sheen, K. L. 2021. The influence of depositional environment on the abundance of microplastic pollution on beaches in the Bristol Channel, UK. Mar Pollut Bull. 164: 111997.
- [11] Wang, Y., Zou, X., Peng, C., Qiao, S., Wang, T., Yu, W., . . . Kornkanitnan, N. 2020. Occurrence and distribution of microplastics in surface sediments from the Gulf of Thailand. Marine Pollution Bulletin. 152: 110916.
- [12] Ta, A. T. and Babel, S. 2020. Microplastic contamination on the lower Chao Phraya: Abundance, characteristic and interaction with heavy metals. Chemosphere. 257: 127234.
- [13] Chinfak, N., Sompongchaiyakul, P., Charoenpong, C., Shi, H., Yeemin, T., & Zhang, J. 2021. Abundance, composition, and fate of microplastics in water, sediment, and shellfish in the Tapi-Phumduang River system and Bandon Bay, Thailand. Science of The Total Environment. 781: 146700.

- [14] Li, J., Qu, X., Su, L., Zhang, W., Yang, D., Kolandhasamy, P., . . . Shi, H. 2016. Microplastics in mussels along the coastal waters of China. *Environmental Pollution*. 214: 177-184.
- [15] Wang, D., Su, L., Ruan, H. D., Chen, J., Lu, J., Lee, C.-H., & Jiang, S. Y. 2021. Quantitative and qualitative determination of microplastics in oyster, seawater and sediment from the coastal areas in Zhuhai, China. *Marine Pollution Bulletin*. 164: 112000.
- [16] สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา 2557. รายงานฉบับสมบูรณ์การสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเลประเภทไมโครพลาสติก
- [17] Sousa, M. C., deCastro, M., Gago, J., Ribeiro, A. S., Des, M., Gómez-Gesteira, J. L., . . . Gomez-Gesteira, M. 2021. Modelling the distribution of microplastics released by wastewater treatment plants in Ria de Vigo (NW Iberian Peninsula). *Marine Pollution Bulletin*. 166: 112227.
- [18] Daniel, D., Ashraf, M., Thomas, S., & Kaleekal, T. 2021. Microplastics in the edible tissues of shellfishes sold for human consumption. *Chemosphere*. 264: 128554.
- [19] Saha, M., Naik, A., Desai, A., Nanajkar, M., Rathore, C., Kumar, M., & Gupta, P. 2021. Microplastics in seafood as an emerging threat to marine environment: A case study in Goa, west coast of India. *Chemosphere*. 270: 129359.
- [20] Pradit, S., Noppradit, P., Goh, B. P., Sornplang, K., Ong, M. C., & Towatana, P. 2021. OCCURRENCE OF MICROPLASTICS AND TRACE METALS IN FISH AND SHRIMP FROM SONGKHLA LAKE, THAILAND DURING THE COVID-19 PANDEMIC. *Applied Ecology and Environmental Research*. 19(2): 1085-1106.
- [21] Jiwarungruengkul, T., Phaksopa, J., Sompongchaiyakul, P., & Tipmanee, D. 2021. Seasonal microplastic variations in estuarine sediments from urban canal on the west coast of Thailand: A case study in Phuket province. *Marine Pollution Bulletin*. 168: 112452.

# การศึกษาอัตราการเกิดและองค์ประกอบของขยะเศษอาหารจาก อาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสด A Study of Food Waste Generation and Composition from Fresh Market

ณัฐวรรณ เดชกำแหง<sup>1</sup> พารณ มั่นใจอาจ<sup>2</sup> อติตินนท์ ภูพาดทอง<sup>2</sup> และ อรทัย ชวาลภาฤทธิ์<sup>3\*</sup>

Nattawan Dechkamhaeng<sup>1</sup> Paron Monjaiang<sup>2</sup> Athitinnon Phupadtong<sup>2</sup> and Orathai Chavalparit<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>นิสิตบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

<sup>2</sup>นักวิจัย หน่วยปฏิบัติการวิจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

<sup>3\*</sup> ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

E-mail : orathai.c@chula.ac.th

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษารวบรวมข้อมูลปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากอาคารสถานประกอบการพาณิชย์ประเภทตลาดสด โดยศึกษาสำรวจตลาดสดจำนวน 8 แห่ง ที่มีขนาดและกิจกรรมต่างกัน คัดแยกองค์ประกอบขยะมูลฝอยออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ 1. ขยะเศษอาหาร 2. ขยะที่รีไซเคิลได้ และ 3. อื่น ๆ ทำการเก็บข้อมูลในวันธรรมดาและวันหยุดทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งเพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเพิ่มมูลค่าขยะเศษอาหารอย่างยั่งยืน จากการศึกษาพบว่า ขยะมูลฝอยทั้งหมดจากตลาดสดอยู่ในช่วง 149 – 3,724 กิโลกรัมต่อวัน อัตราเกิดขยะมูลฝอยต่อคนอยู่ในช่วง 0.17 – 1 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อขนาดพื้นที่อยู่ในช่วง 0.06 – 0.35 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้บริการและขนาดพื้นที่ของตลาดสด โดยจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) พบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นทั้งในแต่ละฤดูกาลและวันทำการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยจากตลาดสดพบว่าขยะเศษอาหารจัดเป็นองค์ประกอบหลัก พบในสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 81.31 ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าได้ โดยนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์ ใช้เลี้ยงแมลงเพื่อเป็นแหล่งโปรตีน และผลิตสารปรับปรุงดิน ซึ่งเป็นการลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัด และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดการขยะอีกด้วย

**คำสำคัญ :** ขยะมูลฝอยชุมชน; ขยะเศษอาหาร; ตลาดสด; การเพิ่มมูลค่าของเสีย

## Abstract

This research surveyed and collected data on the quantity and composition of the municipal solid wastes generated from the commercial buildings of fresh market. The case study was conducted for eight fresh markets which were different in sizes and activities. The solid wastes composition was sorted into three categories, including food wastes; recyclable wastes; and others. The municipal solid waste samples were collected on weekday and weekend in the wet and dry seasons in order to propose the sustainable value-added on municipal solid wastes management. The study result revealed that the quantity of municipal solid wastes generated from the fresh market was varied from 149 to 3,724 kilograms per day depending on size and activity of fresh market. The solid wastes generation rate was in the range of 0.17 - 1 kilogram per person per day or 0.06 - 0.35 kilograms per square meter per day. The results of the analysis of variance (ANOVA)



indicated that the solid wastes generation rate were neither different between weekday and weekend, nor wet season and dry season at statistically significant at 95 percent confidence level. The composition analysis of municipal solid wastes showed that food waste was the major component as high as 81.31%. Such wastes could be recycled as an animal feed, directing feed to insects as a protein source, and producing soil fertilizer or compost. These recycled options could reduce the amount of solid wastes to landfilling and further reduce the expense of waste management operation.

**Keywords :** municipal solid waste; food waste; fresh market; value added product

## บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนา มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และชุมชนเมืองอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตจากสังคมเกษตรกรรมสู่สังคมเมืองในหลายพื้นที่ทั่วประเทศ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นและส่งผลกระทบต่อประเภทย่อยและองค์ประกอบที่มีความหลากหลายแตกต่างกันไปในแต่ละสถานประกอบการอีกด้วย [1, 2] อาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสด เป็นหนึ่งในกลุ่มอาคารสถานประกอบการพาณิชย์ (Commercial building) ที่ถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ของขยะมูลฝอยโดยเฉพาะขยะเศษอาหาร เนื่องจากเป็นสถานที่ที่มีกิจกรรมเกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมวัตถุดิบอาหารและจัดจำหน่ายที่ยังมีผู้ใช้บริการหมุนเวียนอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นการคัดแยกขยะเศษอาหารจากสถานประกอบการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับขยะเศษอาหารเหล่านั้นแล้ว ยังเป็นการลดปริมาณขยะเศษอาหารที่จะถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบอีกด้วย การพัฒนากลยุทธ์ด้านการจัดการขยะมูลฝอยต้องอาศัยฐานข้อมูลด้านการจัดการขยะมูลฝอยในแต่ละแหล่งกำเนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลปริมาณการเกิดและองค์ประกอบของขยะมูลฝอย ซึ่งในปัจจุบันพบว่าในประเทศไทยยังขาดข้อมูล การศึกษาเพื่อใช้ปรับปรุงฐานข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยในอาคารสถานประกอบการ จึงอาจส่งผลให้ขาดความชัดเจนในการกำหนดแนวทางเพื่อส่งเสริมการลดและการเพิ่มมูลค่าขยะมูลฝอยในอาคารสถานประกอบการได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากอาคารสถานประกอบการพาณิชย์ประเภทตลาดสด (2) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดขยะมูลฝอยจากสถานประกอบการประเภทตลาดสด (3) เพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดการและการเพิ่มมูลค่าขยะมูลฝอย ซึ่งจะนำไปสู่การวางแผน และบูรณาการการจัดการขยะมูลฝอย อย่างยั่งยืนด้วย การเพิ่มมูลค่าและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

## วิธีการ

### 1. การคัดเลือกอาคารตัวอย่าง

คัดเลือกกลุ่มอาคารสถานประกอบการที่ดำเนินธุรกิจอาหารที่เปิดให้บริการแก่ประชาชน อาคารสถานประกอบการที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ตลาดสด อาคารสถานประกอบการจะถูกแบ่งย่อยตามขนาดพื้นที่ใช้สอย เป็น 4 ขนาด ดังนี้

ก พื้นที่เกินกว่าหรือเท่ากับ 2,500 ตร.ม.

ข พื้นที่อยู่ระหว่าง 1,500 - <2,500 ตร.ม.

ค พื้นที่อยู่ระหว่าง 1,000 - <1,500 ตร.ม.

ง พื้นที่อยู่ระหว่าง 500 - <1,000 ตร.ม.

โดยคัดเลือกตัวแทนจำนวน 8 ตลาด แล้วทำการเก็บข้อมูลทั้งฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) และฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน) ในวันธรรมดา 1 ครั้ง และวันหยุด 1 ครั้ง รวมทั้งสิ้นจำนวน 32 ครั้ง อาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสดกรณีศึกษา 8 แห่งมีที่ตั้งกระจายในพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ได้แก่ กรุงเทพฯ นครปฐม ราชบุรี นครราชสีมา ประจวบคีรีขันธ์ และสุโขทัย โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 ตลาดสดกรณีศึกษา**

ข้อมูลตลาดสดกรณีศึกษา	ประเภทอาคาร			
	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)
ขนาดพื้นที่เฉลี่ย (ตร.ม.)	61,760	1,554	1,300	488
ผู้ใช้บริการเฉลี่ย (คน/วัน)	4,302	929	881	226
จำนวนตลาดตัวแทน	1	2	3	2

**2. อัตราการเกิดขยะมูลฝอย**

ในการเก็บข้อมูลปริมาณขยะของอาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสดแต่ละแห่งจะใช้วิธีการชั่งน้ำหนักขยะทั้งหมดจากจุดรวบรวมขยะของอาคาร

อัตราการเกิดขยะมูลฝอยจะคำนวณจากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดของอาคารและตัวชี้วัดของสถานประกอบการ (Business scale indicators) โดยการคำนวณอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของสถานประกอบการประเภทตลาดสด แบ่งเป็น 2 ตัวชี้วัด ได้แก่ กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และกิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ดังสมการที่ (1)

$$\text{อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (กก./คน หรือ ตร.ม./วัน)} = \frac{\text{อัตราการเกิดขยะมูลฝอยทั้งหมด (กก./วัน)}}{\text{จำนวนผู้ใช้บริการ (คน) หรือขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)}} \quad (1)$$

**3. องค์ประกอบขยะมูลฝอย**

การศึกษานี้แบ่งองค์ประกอบขยะมูลฝอยออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) ขยะเศษอาหาร แบ่งย่อยเป็น ขยะเศษอาหารรับประทานได้ และขยะเศษอาหารรับประทานไม่ได้ 2) ขยะที่รีไซเคิลได้ แบ่งเป็น กระดาษ พลาสติก โลหะ แก้ว และ 3) ขยะอื่น ๆ โดยรวมถึงขยะทุกชนิดที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ ได้แก่ เศษกิ่งไม้ใบไม้ ไม้แปรรูป ผ้า ผ้าอ้อม ยางและหนัง ขยะอิเล็กทรอนิกส์ และขยะอันตราย

วิธีการเก็บข้อมูลองค์ประกอบขยะมูลฝอยของอาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสดแบ่งเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 ขยะมูลฝอยทั้งหมดมีปริมาณน้อยกว่า 50 กิโลกรัม ทำการคัดแยกองค์ประกอบขยะมูลฝอยทั้งหมดและชั่งน้ำหนักแต่ละองค์ประกอบ กรณีที่ 2 ขยะมูลฝอยทั้งหมดมีปริมาณมากกว่า 50 กิโลกรัม ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อคัดแยกองค์ประกอบขยะมูลฝอย โดยทำการสุ่มเลือกตัวอย่างขยะจากทั่วทุกบริเวณกองขยะหรือทุกรอบเวลาที่มีการนำขยะไปทิ้งยังจุดพัก ให้ได้ปริมาณตัวอย่างขยะรวม 50 กิโลกรัม จากนั้นทำการคัดแยกองค์ประกอบขยะเพื่อชั่งน้ำหนักและบันทึกข้อมูล

**4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of variance เพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยประชากร**

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (Mean) ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป กับตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษา โดยการศึกษาในครั้งนี้เลือกใช้ข้อมูลอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของสถานประกอบการประเภทตลาดสดทั้ง 4 ขนาด มาทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยมีตัวแปรอิสระ ได้แก่ ฤดูกาล วันทำการ จำนวนผู้ใช้บริการ และขนาดพื้นที่ เพื่อวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของอาคารทุกขนาด และค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดขยะมูลฝอยทุกประเภท มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อพิจารณาแต่ละตัวแปรหรือไม่

**ผลการทดลองและวิจารณ์**
**1. อัตราการเกิดขยะมูลฝอยและการวิเคราะห์ความแปรปรวน**

อาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสดกรณีศึกษาทั้ง 8 ตลาด มีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วง 149 - 3,724 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งมีปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละขนาด ดังตารางที่ 2 โดยตลาดสดที่มีขนาดใหญ่จะมีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยมากกว่าตลาดสดที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากจำนวนผู้ใช้บริการ จำนวนรายการและประเภทของสินค้าที่วางจำหน่ายของตลาดขนาดใหญ่มากกว่าขนาดเล็ก อัตราการเกิดขยะมูลฝอยประเภทต่าง ๆ ต่อจำนวนผู้ใช้บริการหรือขนาดพื้นที่อาคารแสดงดัง

รูปที่ 1 และ 2 พบว่า อัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อจำนวนผู้ใช้บริการและอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อขนาดพื้นที่อาคารของตลาดสดทุกขนาด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.169 - 0.999 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และ 0.061 - 0.349 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ โดยตลาดสดขนาด (ก) มีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อจำนวนผู้ใช้บริการมากที่สุด เนื่องจากเป็นแหล่งจัดจำหน่ายผลไม้ประจำฤดูกาล และสินค้าที่วางจำหน่ายเป็นสินค้าที่มีการคัดคุณภาพมากกว่าตลาดอื่น เนื่องจากกลุ่มลูกค้าเป็นกลุ่มผู้มีรายได้ปานกลางถึงสูงและเป็นกลุ่มนักท่องเที่ยว จึงทำให้สินค้าที่ถูกคัดทิ้งมีจำนวนมากกว่ที่อื่น ในขณะที่ตลาดสดขนาด (ค) สินค้าส่วนใหญ่เป็นสินค้าที่พร้อมจำหน่าย เช่น อาหารปรุงสำเร็จ เนื่องจากกลุ่มลูกค้าส่วนใหญ่เป็นพนักงานออฟฟิศ จึงมีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อจำนวนผู้ใช้บริการน้อยที่สุด ส่วนตลาดสดขนาด (ง) ที่มีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยสูงกว่าขนาด (ข) และ (ค) เนื่องจากตลาด (ง) เป็นตลาดขนาดเล็กที่ตั้งอยู่ในชุมชน ในบริเวณที่ตั้งมีห้างสรรพสินค้าและร้านสะดวกซื้อตั้งอยู่โดยรอบ ลักษณะสินค้าไม่หลากหลาย โดยสินค้าที่จำหน่ายส่วนใหญ่เป็นประเภทอาหารสด เช่น ผัก และผลไม้ ทำให้มีจำนวนผู้ใช้บริการน้อย จึงมีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อคนสูงกว่า (ข) และ (ค)

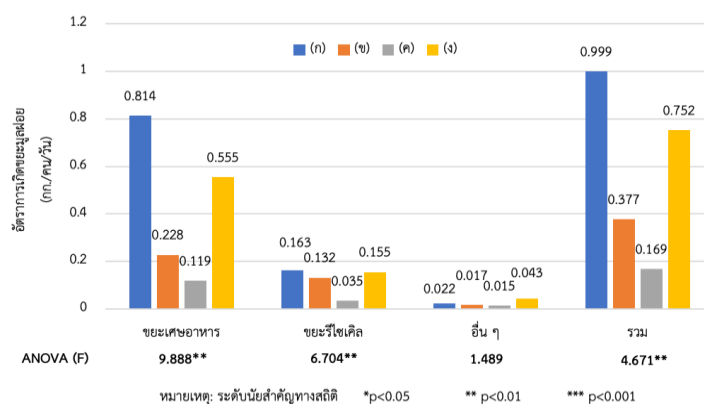
## 2. องค์ประกอบขยะมูลฝอยและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

องค์ประกอบขยะมูลฝอยของอาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสด ดังรูปที่ 3 พบว่าตลาดสดทุกขนาดมีส่วนองค์ประกอบของขยะเศษอาหารมากกว่าขยะที่รีไซเคิลได้อย่างเห็นได้ชัด โดยประเภทสินค้าที่วางจำหน่ายส่วนใหญ่จัดเป็นอาหารสด เช่น ผัก ผลไม้และเนื้อสัตว์ รวมทั้งอาหารพร้อมรับประทานจึงทำให้มีกิจกรรมการตัดแต่งและคัดคุณภาพของสินค้า เช่น การปอกเปลือกผลไม้ การคัดทิ้งผักผลไม้ที่มีตำหนิและเน่าเสีย ดังนั้นขยะเศษอาหารที่พบจึงมีทั้งขยะเศษอาหารรับประทานได้เช่น เศษผักและผลไม้จากการตัดแต่งและเตรียมสินค้า และอาหารปรุงสำเร็จที่จำหน่ายไม่หมด ขยะเศษอาหารรับประทานไม่ได้ เช่น กระดูกและเปลือกผลไม้ ส่วนขยะที่รีไซเคิลได้ที่พบคือบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น กระดาษลัง แก้วหรือขวดพลาสติก ขวดแก้ว และกระป๋องอลูมิเนียม

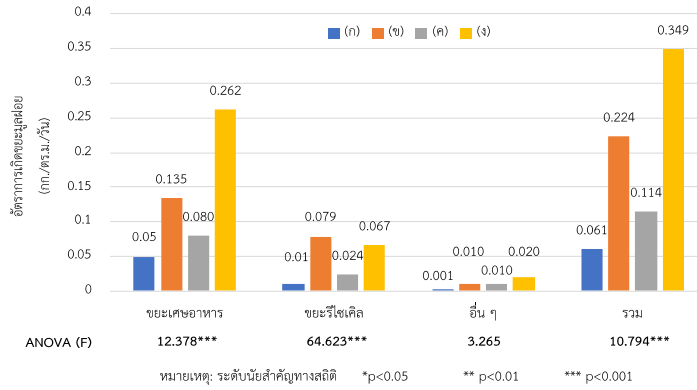
ตารางที่ 2 อัตราการเกิดขยะมูลฝอยทั้งหมดของอาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสด

ขนาด	อัตราการเกิดขยะมูลฝอยทั้งหมดเฉลี่ย (กก./วัน)				อัตราการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ย (กก./วัน)
	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		
	วันธรรมดา	วันหยุด	วันธรรมดา	วันหยุด	
(ก)	3,129	3,762	4,163	4,504	3,724
(ข)	361	372	314	373	341
(ค)	125	148	157	187	149
(ง)	153	110	213	170	171
ANOVA (F) ฤดูกาลและวันทำการ	1.178				-
ANOVA (F) ขนาดอาคาร	-				159.9***

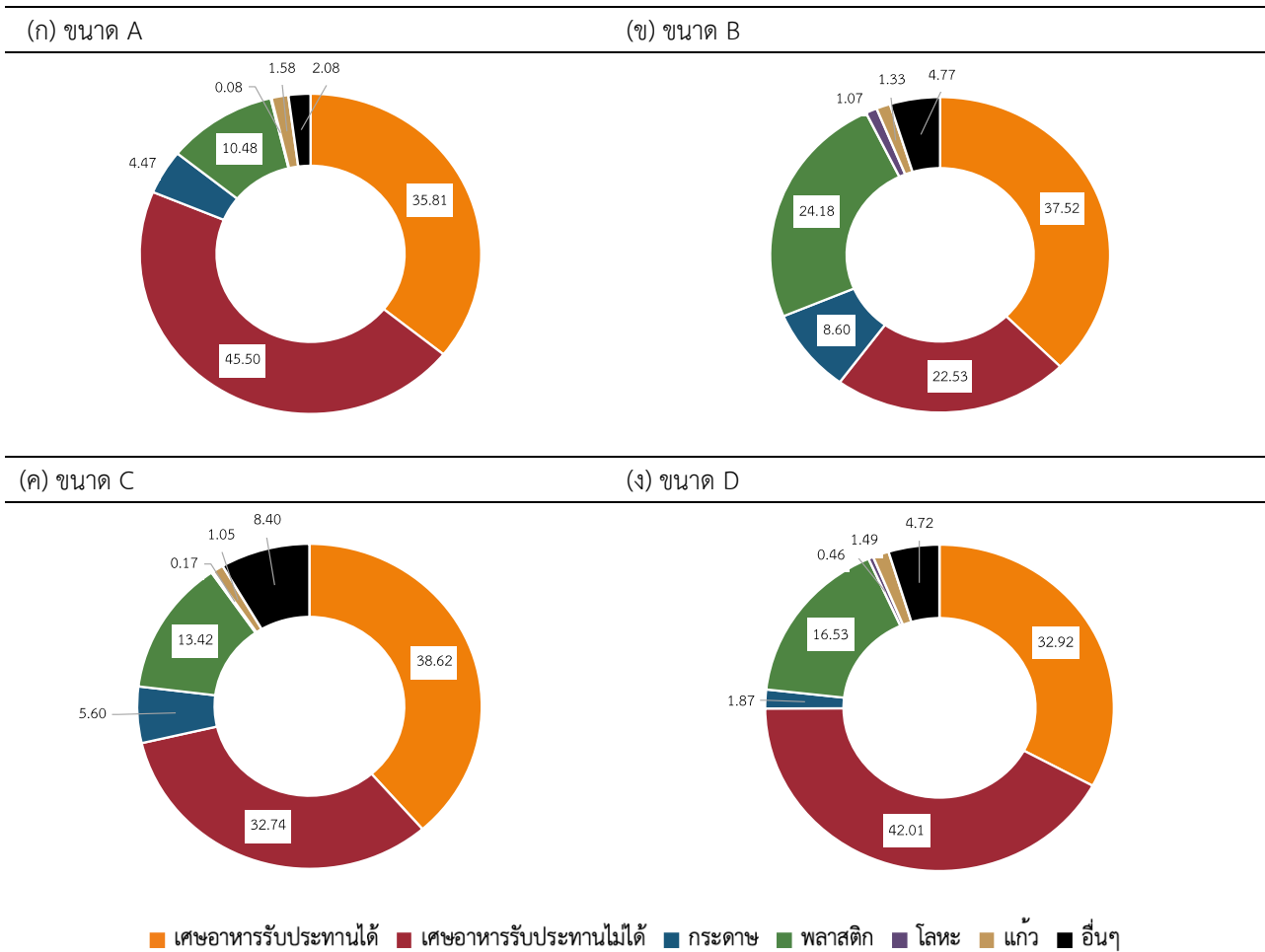
หมายเหตุ: ระดับนัยสำคัญทางสถิติ \*p<0.05 \*\* p<0.01 \*\*\* p<0.001



รูปที่ 1 อัตราการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ยแยกตามประเภท (กก./คน/วัน) ของอาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสด



รูปที่ 2 อัตราการผลิตขยะมูลฝอยเฉลี่ยแต่ละประเภท (กก./ตร.ม./วัน) ของอาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสด



รูปที่ 3 องค์ประกอบขยะมูลฝอยของอาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสด

### 3. ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณขยะมูลฝอย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของอาคารทุกขนาดแสดงในตารางที่ 2 และความแตกต่างค่าของเฉลี่ยของอัตราการเกิดขยะมูลฝอยทุกประเภทกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องแสดงในรูปที่ 1 และ 2 พบว่าปริมาณขยะมูลฝอยจากตลาดสดจะแตกต่างกันขึ้นกับขนาดของอาคาร แต่ไม่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลและวันทำการของตลาดสดทุกขนาด ในขณะที่ขนาดพื้นที่อาคารส่งผลต่ออัตราการเกิดขยะมูลฝอยทั้งหมด อัตราการเกิดขยะเศษอาหาร และอัตราการเกิดขยะที่รีไซเคิลได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

### 4. แนวทางการจัดการและการเพิ่มมูลค่าขยะมูลฝอย

จากผลการศึกษาขั้นต้น สามารถเสนอแนวทางตามหลักการ Food Waste Hierarchy เพื่อช่วยเลือกหรือค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดในการจัดการขยะมูลฝอย ได้ดังนี้

- 1) การป้องกัน (Prevention) คือป้องกันไม่ให้เกิดหรือลดโอกาสเกิดขยะเศษอาหาร เช่น พ่อค้าแม่ค้าควรมีการวางแผนการสั่งซื้อสินค้า มีเส้นทางการขนส่งสินค้าที่ช่วยลดระยะเวลาในการขนส่ง รวมทั้งมีวิธีจัดเก็บสินค้าที่เหมาะสม เพื่อรักษาคุณภาพของวัตถุดิบหรือลดโอกาสในการสูญเสียมากที่สุด เช่น การเลือกซื้อวัตถุดิบที่สะอาดเพื่อลดการตัดแต่งสินค้า มีตู้แช่เย็นเพื่อยืดอายุของสินค้า
- 2) การลดปริมาณและการใช้ซ้ำ (Reuse) คือการนำอาหารที่ยังมีคุณภาพที่ดีหรือเหมาะสมต่อการบริโภคกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง แทนการทิ้งโดยสูญเปล่า เช่น พ่อค้าแม่ค้ามีการนำอาหารหรือวัตถุดิบที่เหลือจากการขายในแต่ละวันมาบริจาคให้แก่ผู้ยากไร้หรือผู้ด้อยโอกาส รวมทั้งมีการนำวัตถุดิบที่ยังคงมีคุณภาพดีแต่จำหน่ายไม่ได้มาแปรรูปเป็นอาหารชนิดใหม่ เพื่อวางจำหน่ายอีกครั้ง
- 3) การนำมาผลิตเพื่อใช้ใหม่ (Recycle) คือการนำขยะเศษอาหารมาแปรรูปหรือผ่านกระบวนการแปรรูปให้เป็นวัตถุดิบ เพื่อผลิตเป็นสิ่งของกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง เช่น เจ้าของตลาดหรือผู้รับกำจัดขยะมีแนวทางในการนำขยะเศษอาหารที่ต้องกำจัดมาหมักโดยผ่านกระบวนการหมักย่อยแบบไร้อากาศ เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ (biogas) รวมทั้งการผลิตปุ๋ยเพื่อใช้ในการเกษตรหรือสารปรับปรุงดินและผลิตเป็นอาหารสัตว์
- 4) การกำจัดหรือฟื้นฟูเพื่อผลิตพลังงานมาใช้ใหม่ (Recovery) คือการนำขยะเศษอาหารที่มีค่าความชื้นต่ำและเผาไหม้ได้ง่ายมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตเป็นพลังงานกลับมาใช้ใหม่
- 5) การกำจัด (Disposal) คือการนำขยะเศษอาหารที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

### 5. เปรียบเทียบผลงานวิจัยกับงานวิจัยอื่น

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยในครั้งนี้นี้กับผลการวิจัยที่ผ่านมาดังตารางที่ 3 พบว่า อัตราการเกิดขยะมูลฝอยจากสถานประกอบการประเภทตลาดสด ในหน่วยกิโลกรัมต่อวัน มีค่าแตกต่างกันไปตามสถานที่ที่ทำการวิจัย เมื่อพิจารณาอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อคน พบว่า ผลการวิจัยนี้มีค่าน้อยกว่าผลการวิจัยที่ผ่านมา และเมื่อพิจารณาอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อขนาดพื้นที่ พบว่า ผลการวิจัยนี้มีค่าใกล้เคียงกับผลการวิจัยของ [3]

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น

ผลการวิจัย	งานวิจัยนี้	งานวิจัยในประเทศ		งานวิจัยต่างประเทศ		
		พงศ์เทพ (2561) [3]	อรทัย (2560) [4]	Sukresno (2019) [5]	Bongo (2018) [6]	Chopra (2004) [7]
อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (กก./วัน)	149-3,724	1,873.13	703.57	600	406.8	538.4
อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (กก./คน/วัน)	0.169-0.999	1.21	1.38	-	-	-
อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (กก./ตร.ม./วัน)	0.061-0.349	0.06	-	-	-	-

### สรุป

ขยะมูลฝอยจากอาคารสถานประกอบการประเภทตลาดสดมีอัตราการเกิดอยู่ระหว่าง 0.17-1.0 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน หรือ 0.061-0.349 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน โดยองค์ประกอบของขยะมูลฝอยส่วนใหญ่คือขยะเศษอาหารและขยะที่รีไซเคิลได้ ซึ่งมีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่าได้ โดยเฉพาะขยะเศษอาหารที่มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 81.31 สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกครั้ง เช่น ผลิตอาหารสัตว์ หรือสารปรับปรุงดิน โดยเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับผู้ประกอบการอีกทางหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นการลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัด รวมทั้งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดการขยะอีกด้วย



## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) และบริษัท สุเอช เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนทุนการศึกษาวิจัย และกรมควบคุมมลพิษ ที่สนับสนุนข้อมูลทางวิชาการ จึงทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Council, W. E. (2016). World energy resources 2016. *World Energy Council, London, UK.*
- [2] Khandelwal, H., Dhar, H., Thalla, A. K. and Kumar, S. (2019). Application of life cycle assessment in municipal solid waste management: A worldwide critical review. *Journal of Cleaner Production, 209*, 630-654.
- [3] พงศ์เทพ สุวรรณวารี. (2561). การจัดการของเสียในตลาดขายแดนช่องจอม อำเภอทาบเชิง จังหวัดสุรินทร์ (รายงานผลการวิจัย). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [4] อรทัย จิตไธสง และ มณีรัตน์ สุตันตั้งใจ. (2560). ปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในช่วงฤดูแล้งบริเวณตลาดสดใน เขตเทศบาลเมืองเลย อำเภอเมือง จังหวัดเลย (รายงานผลการวิจัย). ร้อยเอ็ด: มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด.
- [5] Sukresno, H., Hakim, A., Wike, W. and Afandhi, A. (2019). Evaluation of solid waste management regulation in Minulyo Traditional Market, Pacitan Regency, Indonesia. *International Journal of Civil Engineering and Technology, 10*(5), 806-814.
- [6] Bongo, G. N. (2018). Characterization of the Waste Produced in the Mbanza-Lemba Market, City of Kinshasa in the Democratic Republic of the Congo. *4*, 50-57.
- [7] Chopra, S. (2004). *Quantification and Composition Audit of Waste Generated at the Early Morning Market in Vientiane, Lao PDR.* University of Toronto.





# ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอย ในครัวเรือน: กรณีศึกษาโครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางไผ่ จังหวัดสมุทรปราการ

## Factors Affecting Household Waste Sorting Behavior: A case study of Bang Chalong housing, Samut Prakan

ปกรณ์เกียรติ หมั่นสิทธิโรจน์<sup>1</sup> ภาวินี พงศ์พันธ์พฤทธิ<sup>1</sup> พิสุทธิ์ เพ็ชรมนกุล<sup>2,3,4\*</sup> และ ณัฐวิญญู ชาวเลิศพรศิยา<sup>3,4,5</sup>

Pakornkeat Muensitthiroj<sup>1\*</sup> Pavinee Pongpunpurt<sup>1</sup> Pisut Painmanakul<sup>2,3,4\*</sup>

and Nattawin Chawaloeshonsiya<sup>3,4,5</sup>

<sup>1</sup>นิสิตบัณฑิตศึกษา ; <sup>2</sup>ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

<sup>3</sup>โปรแกรมวิจัยการพัฒนาเทคโนโลยีและแนวทางการจัดการเพื่อสร้างต้นแบบเมืองสิ่งแวดล้อมยั่งยืน

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารและของเสียอันตราย กรุงเทพฯ 10330

<sup>4</sup>หน่วยปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการน้ำมันรื้อและปนเปื้อนของน้ำมัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

<sup>5</sup>โครงการความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ : 089-413-1392, E-mail : pisut.p@chula.ac.th

### บทคัดย่อ

ขยะมูลฝอยเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน ซึ่งมีความสำคัญต่อการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ตามหลักการเศรษฐกิจหมุนเวียนเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนและวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้าง โดยดำเนินการศึกษาในชุมชนโครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางไผ่ นิติฯ 1 จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นชุมชนที่มีความเข้มแข็งและมีรูปแบบการจัดการขยะที่เป็นรูปธรรม โดยผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านความรู้เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนมากที่สุด รองลงมาคือการคล้อยตามบุคคลอ้างอิง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน ที่มีค่าเฉลี่ย  $6.79 \pm 1.88$  คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ดี และข้อมูลจากการพูดคุยกับคนในชุมชน ตามลำดับ ดังนั้น จึงได้จัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อเพิ่มการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน 3 ประการ ได้แก่ (1) การส่งเสริมกิจกรรมที่มีชุมชนเป็นฐาน (2) การสร้างความเข้าใจให้แก่ประชาชน รวมถึงมีการสื่อสารอย่างสม่ำเสมอ และ (3) การสร้างบุคคลต้นแบบ เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอยครัวเรือน อย่างไรก็ตาม แนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยที่ดีที่สุดคือการลดการใช้และการใช้ซ้ำให้ได้มากที่สุด เพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัด ซึ่งต้องดำเนินการควบคู่กับการคัดแยกขยะเพื่อให้เกิดความสำเร็จในการจัดการในขั้นตอนต่อไป

**คำสำคัญ :** การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน; พฤติกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอย; ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน; แบบจำลองสมการโครงสร้าง

## Abstract

Solid waste management is one of the major environmental problems affecting the quality of human life throughout the world, including Thailand. This research aims to identify factors affecting the household waste sorting behavior, which is the important step for managing solid waste in accordance to circular economy concept for reducing environmental impact. The study was conducted in the Area 1 of Bang Chalong Housing Community, Samut Prakan province using the theory of planned behavior (TPB) and structural equation model (SEM) for analysis. The results revealed that knowledge was the most affecting factor on the household waste sorting behavior followed by the subjective norm. The results were consistent with the average score of the initial knowledge test on household solid waste sorting (the score of  $6.79 \pm 1.88$ ) obtaining from the survey and interview from residents in the community. The results lead to the recommendation on 3 approaches to promote household waste sorting behavior: (1) increasing community-based activities related to solid waste management; (2) promoting understanding on municipal solid waste management with regular communication about the benefit of good solid waste sorting; and (3) creating good role models of the community in household solid waste sorting behavior. However, the best approach to manage solid waste is to reduce and reuse for decreasing the solid waste amount coupling with good sorting to facilitate the recycling or other management approaches.

**Keywords :** municipal solid waste management; waste sorting behavior; theory of planned behavior (TPB); structural equation model (SEM)

## บทนำ

ปัจจุบัน ขยะมูลฝอยนับว่าเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้คนทั่วโลก [1] โดยมีการสร้างขยะมูลฝอยทั่วโลกมากถึง 2.01 พันล้านตัน/ปี ในปี 2559 และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 3.4 พันล้านตัน/ปี ในปี 2593 อีกทั้ง ยังมีขยะมูลฝอยที่ได้รับการจัดการที่ไม่เป็นต่อสิ่งแวดล้อมถึง 33% [2] ซึ่งประเทศไทยก็มีแนวโน้มของปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นอย่าง [3] ซึ่งปฏิเสธไม่ได้เลยว่าผู้ที่มีส่วนสำคัญในการจัดการขยะมูลฝอยคือ ตัวผู้บริโภคที่เป็นผู้สร้างขยะมูลฝอยรายใหญ่ที่สุดและยังเป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญที่สุดในการลดและนำขยะมูลฝอยกลับเข้าสู่การจัดการอย่างถูกต้อง ทั้งนี้ การจัดการขยะมูลฝอยของประเทศไทยมีแนวโน้มดีขึ้นเป็นผลจากการคัดแยกขยะมูลฝอยที่ต้นทาง [4] ดังนั้น การคัดแยกขยะมูลฝอยที่ต้นทางจึงมีความสำคัญต่อการนำขยะมูลฝอยไปจัดการอย่างถูกต้อง

พฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนก็เป็นการการคัดแยกขยะที่ต้นทางรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นพฤติกรรมเป้าหมายที่ต้องการศึกษา โดยในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory of Planned Behavior, TPB) เป็นกรอบคิดในการศึกษา ซึ่งเป็นทฤษฎีทางจิตวิทยาสังคมหนึ่งที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุดของโลก โดยพบว่าทฤษฎีดังกล่าวถูกใช้อ้างอิงไปถึงเกือบ 90,000 ครั้ง ในปี 2562 โดยเฉพาะการศึกษาพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Pro-Environmental Behavior, PEB) [5] โดยทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนประกอบด้วย 3 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความตั้งใจที่จะแสดงพฤติกรรมเป้าหมาย (Intention) ได้แก่ (1) ทศนคติต่อพฤติกรรม (Attitude Toward the Behavior) (2) การรับรู้ความควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control, PBC) และ (3) การคล้อยตามบุคคลอ้างอิง (Subjective Norm) [6]

นอกจากนี้ ในการศึกษานี้ยังสนใจศึกษาปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อความตั้งใจที่จะแสดงพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนเพิ่มเติมอีก 2 ปัจจัย ได้แก่ (1) ปัจจัยด้านสถานการณ์ (Situational Factor) ซึ่งหมายถึงสถานการณ์บางประการที่อาจเป็นอุปสรรคหรือเอื้ออำนวยต่อการมีส่วนร่วมในการคัดแยกขยะมูลฝอย [7] และ (2) ปัจจัยด้านความรู้ (Knowledge) ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการมีส่วนร่วมของประชาชน [1]

สำหรับการระบุปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน ตามกรอบคิดของทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนในการศึกษานี้ใช้แบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model, SEM) ในการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์หลายของตัวแปรในเวลาเดียวกัน และถูกใช้อย่างแพร่หลายในการศึกษาพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย [8]

เนื่องจากการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนเป็นการคัดแยกขยะมูลฝอยที่ต้นทางรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ตามหลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ทั้งนี้ ชุมชนโครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางโหนด นิติบุคคล 1 จังหวัดสมุทรปราการที่เป็นกรณีศึกษานั้น เป็นชุมชนต้นแบบด้านการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนซึ่งได้รับรางวัลชนะเลิศจากการเคหะแห่งชาติ แต่จำนวนสมาชิกที่เข้าร่วมโครงการรีไซเคิลที่เป็นกิจกรรมส่งเสริมการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนนั้นยังมีเพียงประมาณ 11% ของประชากรทั้งหมดเท่านั้น ทำให้การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมดังกล่าวจึงมีความจำเป็นสำหรับการทำความเข้าใจและการผลักดันให้เกิดพฤติกรรมดังกล่าวมากขึ้น จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้เกิดพฤติกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนมากขึ้นสำหรับการชุมชนกรณีศึกษาและชุมชนอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยใช้ผลการศึกษาที่อ้างอิงทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้าง โดยผลการศึกษาหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้กำหนดนโยบายหรือผู้บริหารตั้งแต่ระดับชุมชนซึ่งแนวทางหรือคำแนะนำอาจต้องปรับให้เข้ากับบริบทของพื้นที่ที่นำไปประยุกต์ใช้เพื่อความเหมาะสมของพื้นที่นั้น ๆ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การกำหนดกรอบคิดของงานวิจัยและสมมติฐาน

ในการศึกษาพฤติกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนโดยอ้างอิงทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนที่กล่าวว่า ทศนคติต่อพฤติกรรม การคล้อยตามบุคคลอ้างอิง และการรับรู้การควบคุมพฤติกรรม เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความตั้งใจที่จะแสดงพฤติกรรมซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อพฤติกรรม อีกทั้ง ยังได้เพิ่มปัจจัยด้านสถานการณ์และปัจจัยด้านความรู้ เพื่อให้สามารถอธิบายพฤติกรรมเป้าหมายได้ครอบคลุมมากขึ้น จึงได้กำหนดกรอบแนวคิดของงานวิจัยดังรูปที่ 1 โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องและสมมติฐานของงานวิจัย ดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย : พฤติกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนตามทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน

1. การแสดงพฤติกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน (Behavior, BE) หมายถึง การคัดแยกประเภทขยะในครัวเรือน ได้แก่ ขยะรีไซเคิล ขยะเศษอาหารและอินทรีย์สาร ขยะทั่วไป และขยะอันตราย
2. ความตั้งใจที่จะแสดงพฤติกรรมการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน (Intention, IN) หมายถึง ความตั้งใจที่จะแสดงพฤติกรรมจะนำไปสู่ความเป็นไปได้ที่ผู้คนจะแสดงพฤติกรรมนั้น ๆ  
สมมติฐานที่ 1 (H1) : ความตั้งใจมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรม
3. ทัศนคติต่อพฤติกรรม (Attitude, AT) หมายถึง การรับรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมการคัดแยกขยะของบุคคลนั้น ทั้งในเชิงบวกหรือลบ ถูกหรือผิด ความพึงพอใจ ความสนใจ  
สมมติฐานที่ 2 (H2) : ทัศนคติมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความตั้งใจ
4. การคล้อยตามบุคคลอ้างอิง (Subjective Norm, SN) หมายถึง การรับรู้แรงกดดันทางสังคมจากบุคคลที่ส่งผลกระทบทางสังคมต่อบุคคลนั้นในการมีส่วนร่วมในพฤติกรรมการคัดแยกขยะ  
สมมติฐานที่ 3 (H3) : การคล้อยตามบุคคลอ้างอิงมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความตั้งใจ



สมมติฐานที่ 4 (H4) : การคล้อยตามบุคคลอ้างอิงมีอิทธิพลต่อความตั้งใจมากที่สุด เนื่องจากชุมชนมีเจ้าหน้าที่นิติบุคคลที่ทำหน้าที่เป็นผู้นำชุมชนที่มีความเข้มแข็งและมีความสัมพันธ์อันดีกับลูกบ้าน

5. การรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control, PBC) เป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงประสบการณ์ในอดีตของแต่ละบุคคลและการคาดการณ์อุปสรรคต่อการแสดงพฤติกรรมการคัดแยกขยะ

สมมติฐานที่ 5 (H5) : การควบคุมพฤติกรรมที่รับรู้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความตั้งใจ

6. ปัจจัยด้านสถานการณ์ (Situational Factor, SF) หมายถึง สถานการณ์ที่เป็นอุปสรรคและเอื้ออำนวยต่อการแสดงพฤติกรรมการคัดแยกขยะ

สมมติฐานที่ 6 (H6) : ปัจจัยด้านสถานการณ์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความตั้งใจ

7. ปัจจัยด้านความรู้ (Knowledge, KN) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับวิธีการคัดแยกขยะมูลฝอยอย่างถูกต้อง รวมถึงประโยชน์ของการคัดแยกขยะมูลฝอยและผลกระทบจากการกำจัดขยะมูลฝอยโดยไม่ถูกการคัดแยก

สมมติฐานที่ 7 (H7): ความรู้เกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความตั้งใจ

## 2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

### 2.1 การพัฒนาแบบสอบถาม

การศึกษานี้ใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล ซึ่งจะถูกออกแบบตามแนวทางการออกแบบแบบสอบถามที่เสนอโดย Kurisu [8] ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 : ปัจจัยทางสังคมประชากร ได้แก่ เพศ อายุ วุฒิการศึกษา รายได้ อาชีพ สถานะความเป็นเจ้าของ และขนาดของครัวเรือน สำหรับการประเมินลักษณะของประชากร

ส่วนที่ 2 : ความคิดเห็นของผู้ตอบเกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน โดยเป็นการวัดปัจจัยทางจิตสังคม (Psychological Factor) ความตั้งใจที่จะแสดงพฤติกรรม และการแสดงออกทางพฤติกรรม ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามจะถูกถามว่า “คุณเห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้มากเพียงใด” ตามมาตราส่วน Likert scale 5 คะแนน จาก “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ถึง “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” โดยแบ่งออกเป็น 2 คะแนนที่เห็นด้วย เป็นกลาง และ 2 คะแนนที่ไม่เห็นด้วย โดยข้อความที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจะเป็นการดัดแปลงจากรวบรวมและเป็นถ้อยคำของผู้วิจัยที่ต้องการศึกษาเอง

ส่วนที่ 3 : การวัดระดับความรู้ของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยใช้แบบทดสอบรูปแบบถูก-ผิด ซึ่งแบบทดสอบจะถูกวัดคุณภาพด้วยค่าความยากง่ายและค่าอำนาจการจำแนก [9]

### 2.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่างและการรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษานี้มีประชากรกลุ่มตัวอย่างคือกลุ่มผู้อยู่อาศัยในโครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางโหลง นิติบุคคล 1 ตำบล บางโหลง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ประกอบด้วยตึกที่จัดสรรเป็นห้องสำหรับครัวเรือนทั้งหมด 16 ตึกรวม 625 ห้องหรือครัวเรือน โดยมีขนาดตัวอย่าง อย่างน้อย 236 ครัวเรือน จากการใช้สูตรการคำนวณของ Yamane [10] ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยกระจายและเก็บรวบรวมแบบสอบถามผ่านการประสานงานกับสำนักงานนิติบุคคลและแต่ละครัวเรือนจะได้รับแบบสอบถามเพียงชุดเดียวเท่านั้น

## 3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

เพื่ออธิบายลักษณะทางสถิติเชิงพรรณนาของกลุ่มตัวอย่าง (แบบสอบถามส่วนที่ 1) และความรู้ (แบบสอบถามส่วนที่ 3)

ส่วนที่ 2 แบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model, SEM)

ข้อมูลในแบบสอบถามส่วนที่ 2 จะถูกวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วย 2 แบบจำลองย่อย ได้แก่ (1) แบบจำลองมาตรวัด (Measurement Model) ที่ใช้ยืนยันความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกต (รายการคำถามในแบบสอบถาม) และตัวแปรแฝง (ปัจจัยทางจิตสังคม) โดยใช้การวิเคราะห์ปัจจัยยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis, CFA) และ (2) แบบจำลองโครงสร้าง (Structural Model) คือการกำหนดอิทธิพลที่มีนัยสำคัญระหว่างตัวแปรแฝงผ่านการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. สถิติเชิงพรรณนาของข้อมูล

จากแบบสอบถามที่รวบรวมได้จำนวน 321 ชุด โดยรวมแล้วประชากรที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อยู่ในช่วงอายุ 31-45 ปี มีระดับการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือเทียบเท่า มีรายได้ครัวเรือนอยู่ในช่วง 15,001 – 20,000 บาท อาชีพลูกจ้างหรือพนักงานเอกชน สถานะเป็นเจ้าของบ้าน และมีขนาดครัวเรือน 1-2 คน

นอกจากนี้ ผลการวัดความรู้เกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนเบื้องต้นของแบบสอบถามส่วนที่ 3 มีลักษณะคือส่วนใหญ่ตอบได้ 7 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.79 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.88 ซึ่งอยู่ในระดับดี และมีค่าความยากง่ายเฉลี่ยและค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยคือ 0.86 และ 0.41 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามแนวทางการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ [9]

### 2. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน

ในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของเครื่องมือหรือแบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บข้อมูลนั้น พิจารณาจากค่า Cronbach's alpha ของแต่ละตัวแปรแฝงในแบบจำลองสมการโครงสร้าง ที่แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งมีเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ 0.7-0.8, 0.8-0.9 คือความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดี และ 0.9-1.0 คือความน่าเชื่อถืออยู่ในดีมาก [11]

ตารางที่ 1 ค่า Cronbach's alpha ของแต่ละตัวแปรแฝงในแบบจำลองสมการโครงสร้าง

ตัวแปรแฝง	จำนวนของตัวแปรสังเกต	ค่า Cronbach's alpha
AT	3	.876
SN	3	.919
PBC	2	.872
SF	1	.*
KN	3	.910
IN	2	.752
BE	2	.877

หมายเหตุ : \*ปัจจัยด้านสถานการณ์ (SF) เป็นตัวแปรสังเกต ไม่สามารถคำนวณค่า Cronbach's alpha ได้

นอกจากนี้ ยังมีการประเมินความเหมาะสมของแบบจำลอง (Model Fit) ทั้งแบบจำลองการวัดและแบบจำลองโครงสร้าง เพื่อตรวจสอบการสอดคล้องระหว่างแบบจำลองและข้อมูล โดยดัชนีความเหมาะสมของแบบจำลอง (Model Fit Indices) ทั้ง 2 แบบจำลอง แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งเกณฑ์ความเหมาะสมนั้นอ้างอิงคำแนะนำของ Bortoletto, Kurisu [12]

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความเหมาะสมของแบบจำลอง (Model Fit Indices)

แบบจำลอง	CMIN/DF	GFI	AGFI	CFI	RMSEA
เกณฑ์ความเหมาะสม	น้อยกว่า 3.000	มากกว่า 0.900	มากกว่า 0.900	มากกว่า 0.900	น้อยกว่า 0.070
แบบจำลองการวัด	1.853	.941	.905	.978	.052
แบบจำลองโครงสร้าง	1.841	.938	.906	.978	.051

โดยผลการวิเคราะห์ปัจจัยทางจิตสังคมด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้างพบว่า ความตั้งใจที่จะแสดงพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการแสดงพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน เป็นไปตามทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน และปัจจัยด้านความรู้มีผลกระทบต่อความตั้งใจมากที่สุด สอดคล้องกับ Ma and Hipel [1] ที่กล่าวว่าปัจจัยด้านความรู้ก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยหนึ่งที่สำคัญสำหรับการเพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชน และยังทำให้อัตราการคัดแยกขยะสูงขึ้นอีกด้วย [13] นอกจากนี้ การขาดความรู้ในการคัดแยกขยะมูลฝอยยังลดความกระตือรือร้นในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยและก่อให้เกิดความไม่เต็มใจที่จะคัดแยกขยะมูลฝอย [14] โดยจากการทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนประชากรที่ศึกษามีคะแนนเฉลี่ย 6.79 ( $\pm 1.88$ ) คะแนน และส่วนใหญ่มีคะแนน 7 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ดี





สอดคล้องกับความสำเร็จของชุมชนกรณีศึกษาที่คนในชุมชนให้ความร่วมมือในการคัดแยกขยะมูลฝอยที่ต้นทาง จนนำมาสู่การได้รับรางวัลด้านการจัดการขยะมูลฝอยดีเด่นจากการเคหะแห่งชาติ

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนรองลงมาคือ การคล้อยตามบุคคลอ้างอิง แสดงถึงความคาดหวังของกลุ่มบุคคลที่มีความสำคัญหรือเรียกที่ชื่อหนึ่งคือ “แรงกดดันทางสังคม” สอดคล้องกับ Matthies, Selge [15] ที่กล่าวว่าพฤติกรรมผู้ปกครองก็ส่งผลกระทบต่อบรรทัดฐานส่วนตัวของเด็กเกี่ยวกับการรีไซเคิล และยังสามารถเพิ่มขึ้นได้จากการได้รับความรู้จากผู้อื่นและสามารถช่วยสร้างบรรทัดฐานใหม่ได้อีกด้วย [16] นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่พูดคุยกับคนในชุมชนถึงเหตุผลของการสำเร็จของการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชน ซึ่งพบว่า เกิดจากคนในชุมชนให้ความร่วมมือในการคัดแยกขยะมูลฝอยเป็นอย่างดี มีการถ่ายทอดองค์ความรู้จากรุ่นสู่รุ่น และผู้นำชุมชนมีความเป็นเข้มแข็ง

ทั้งนี้ ปัจจัยอื่น ๆ ที่ศึกษา ได้แก่ ทศคติต่อพฤติกรรม การรับรู้การควบคุมพฤติกรรม และปัจจัยด้านสถานการณ์ ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อความตั้งใจอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือจากผลการศึกษานั้น ปฏิเสธสมมติฐานที่ H2 H4 H5 และ H6 และยอมรับสมมติฐานที่ H1 H3 และ H7

อย่างไรก็ดี ความตั้งใจที่จะเป็นแสดงพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนอาจได้รับผลกระทบจากปัจจัยอื่น ๆ ที่อยู่นอกขอบเขตของงานวิจัยนี้ เช่น ความเชื่อมั่นในระบบการจัดการขยะมูลฝอยของหน่วยงานรัฐ แรงจูงใจทางเศรษฐกิจ ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม พฤติกรรมในอดีต หรือแม้กระทั่งปัจจัยด้านสังคมประชากร ดังนั้น เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจพฤติกรรมดังกล่าวได้ลึกซึ้งและครอบคลุมมากขึ้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อพฤติกรรมดังกล่าวอีกด้วย

### 3. แนวทางหรือคำแนะนำสำหรับการพัฒนาการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชน

จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านความรู้เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความตั้งใจที่จะแสดงพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนมากที่สุด ซึ่งการให้ความรู้ต่อสาธารณะเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างการมีส่วนร่วมและจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมที่เข้มแข็งในหมู่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดในระยะยาว [1] ทำให้แนวทางหรือข้อเสนอแนะสำหรับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของคนในชุมชนให้เกิดพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนมากขึ้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยด้านความรู้เป็นหลัก ประกอบกับการคล้อยตามบุคคลอ้างอิงซึ่งเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลรองลงมา จึงได้เสนอแนวทางหรือคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมกิจกรรมที่มีชุมชนเป็นฐาน (Community-Based Activity) ซึ่งสามารถเป็นกิจกรรมที่สามารถเป็นได้ทั้งการให้ความรู้แก่คนในชุมชนและการก่อให้เกิดการคล้อยตามพฤติกรรมของกลุ่มบุคคลอ้างอิงได้ในคราวเดียวกัน เช่น การจัดงานอบรมให้ความรู้และสร้างความตระหนักเกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน กิจกรรมจัดเก็บและคัดแยกขยะมูลฝอยในชุมชน รวมถึงการสร้างแรงจูงใจ เช่น กิจกรรมธนาคารขยะ
2. สร้างความเข้าใจให้แก่คนในชุมชน เพื่อปรับปรุงภาพลักษณ์ของกระบวนการจัดเก็บและจัดการขยะมูลฝอยของหน่วยงานรัฐ ซึ่งอุปสรรคต่อการให้ความร่วมมือในการคัดแยกขยะมูลฝอยของประชาชน [17] อีกทั้ง ยังควรสื่อสารให้คนในชุมชนเห็นถึงผลการดำเนินงานของการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงการสอดแทรกเชิงความรู้เกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอยลงในแบบเรียนสำหรับเด็กหรือคู่มือสำหรับคนในชุมชน ซึ่งเป็นการมุ่งเน้นไปที่ปัจจัยด้านความรู้เป็นหลัก โดยอาจให้ช่องทางการพบปะต่อหน้าหรือการประชุมผ่านสื่อประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะสื่อออนไลน์ที่มีความสะดวกสบายมากขึ้นในปัจจุบัน
3. สร้างบุคคลต้นแบบของการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนให้เป็นรูปธรรม รวมถึงการสร้างบรรยากาศที่ทำให้เกิดความรู้สึกที่ว่าคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนเป็นเรื่องง่าย ซึ่งเป็นการมุ่งเน้นไปที่ปัจจัย “การคล้อยตามบุคคลอ้างอิง” เป็นหลัก เพื่อกระตุ้นให้บุคคลเกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตามบุคคลอ้างอิง

อย่างไรก็ตาม การลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการจัดการขยะมูลฝอยที่ดีที่สุดคือการลดการใช้และการใช้ซ้ำให้ได้มากที่สุด ตามหลักการลำดับความสำคัญของการจัดการของเสีย (Waste Management Hierarchy) เพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องกำจัด ทั้งนี้ การศึกษานี้ใช้แบบสอบถามในรูปแบบการประเมินตนเอง (Self-Report) สำหรับศึกษาพฤติกรรมของผู้ตอบแบบสอบถามแทนการสังเกตพฤติกรรมโดยตรง จึงอาจเกิดอคติ (Bias) ได้ [18]



## สรุป

งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนในชุมชนโครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางไผ่ลง นิติบุคคล 1 จังหวัดสมุทรปราการ โดยอ้างอิงทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (TPB) และวิเคราะห์ผลด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) พบว่า ปัจจัยด้านความรู้เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความตั้งใจที่จะแสดงพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนมากที่สุด รองลงมาคือการคล้อยตามบุคคลอ้างอิง สอดคล้องกับผลการทดสอบความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนและข้อมูลจากการพูดคุยกับคนในชุมชน ตามลำดับ ดังนั้น จึงได้จัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม 3 แนวทาง ได้แก่ (1) การส่งเสริมกิจกรรมที่มีชุมชนเป็นฐาน (2) การสร้างความเข้าใจให้แก่ประชาชน รวมถึงมีการสื่อสารอย่างสม่ำเสมอ และ (3) การสร้างบุคคลต้นแบบ เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน รวมถึงการลดการใช้และการใช้ซ้ำ เพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัด

ทั้งนี้ ยังมีข้อเสนอแนะต่อการศึกษาเพิ่มเติมคือ ประชากรที่ศึกษานี้อาศัยอยู่ในชุมชนเมือง จึงควรศึกษาพื้นที่เขตเมืองอื่น ๆ ที่มีบริบทแตกต่างกัน และพื้นที่ที่เป็นเขตชนบท เพื่อให้ได้ข้อมูลจากประชากรที่ครอบคลุมมากขึ้น และควรศึกษาปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน เพื่อให้สามารถอธิบายพฤติกรรมได้อย่างครอบคลุมมากขึ้น โดยงานวิจัยนี้น่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้กำหนดนโยบายหรือผู้บริหารตั้งแต่ระดับชุมชน ซึ่งแนวทางหรือคำแนะนำอาจต้องปรับให้เข้ากับบริบทของพื้นที่นำไปประยุกต์ใช้เพื่อความเหมาะสมของพื้นที่นั้น ๆ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Ma, J. and K.W. Hipel, *Exploring social dimensions of municipal solid waste management around the globe – A systematic literature review*. Waste Management, 2016. 56: p. 3-12.
- [2] The World Bank. *Trends in solid waste management*. 2020 [cited 2021; Available from: [https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends\\_in\\_solid\\_waste\\_management.html](https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html).
- [3] กรมควบคุมมลพิษ, รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2563 (*Thailand State of Pollution Report 2020*). 2564.
- [4] กรมควบคุมมลพิษ, รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2562 (*Thailand State of Pollution Report 2019*). 2563.
- [5] Yuriev, A., et al., *Pro-environmental behaviors through the lens of the theory of planned behavior: A scoping review*. Resources, Conservation and Recycling, 2020. 155: p. 104660.
- [6] Ajzen, I., *The theory of planned behavior*. Organizational behavior and human decision processes, 1991. 50(2): p. 179-211.
- [7] Ma, J., et al., *An analysis of influencing factors on municipal solid waste source-separated collection behavior in Guilin, China by Using the Theory of Planned Behavior*. Sustainable Cities and Society, 2018. 37: p. 336-343.
- [8] Kurisu, K., *Pro-environmental behaviors*. 2015: Springer.
- [9] ปราณี หล้าเบญจสะ, การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินผล. 2559.
- [10] Yamane, T., *Elementary sampling theory*. 1967.
- [11] Nunnally, J.C., *Psychometric Theory 2nd ed*. 1978, Mcgraw hill book company.
- [12] Bortoleto, A.P., K.H. Kurisu, and K. Hanaki, *Model development for household waste prevention behaviour*. Waste Management, 2012. 32(12): p. 2195-2207.
- [13] Read, A.D., "A weekly doorstep recycling collection, I had no idea we could!": Overcoming the local barriers to participation. Resources, Conservation & Recycling, 1999. 26(3): p. 217-249.
- [14] Wang, S., et al., *Information publicity and resident's waste separation behavior: An empirical study based on the norm activation model*. Waste Management, 2019. 87: p. 33-42.
- [15] Matthies, E., S. Selge, and C.A. Klöckner, *The role of parental behaviour for the development of behaviour specific environmental norms – The example of recycling and re-use behaviour*. Journal of Environmental Psychology, 2012. 32(3): p. 277-284.



- [16] Thomas, C. and V. Sharp, *Understanding the normalisation of recycling behaviour and its implications for other pro-environmental behaviours: A review of social norms and recycling*. Resources, Conservation and Recycling, 2013. 79: p. 11-20.
- [17] Vassanadumrongdee, S. and S. Kittipongvises, *Factors influencing source separation intention and willingness to pay for improving waste management in Bangkok, Thailand*. Sustainable Environment Research, 2018. 28(2): p. 90-99.
- [18] Rhodes, R.E., et al., *Prediction of Depot-Based Specialty Recycling Behavior Using an Extended Theory of Planned Behavior*. 2015. 47(9): p. 1001-1023.



# แนวทางการสื่อสารแบบบูรณาการเพื่อรณรงค์การจัดการมูลฝอย ชุมชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลแม่ยางฮ่อ

## อำเภอร่องขาว จังหวัดแพร่

### Integrated Communication Guideline for Solid Waste Management in Mae Yang Ho Subdistrict Administration

### Organization, Rong Kwang District, Phrae Province

น้ำฝน รักประยูร<sup>1\*</sup> วิลาลิณี บุญธรรม<sup>2</sup> สมบัติ กันบุตร<sup>3</sup> เกศินี วีรศิลป์<sup>4</sup> และ นิติกาญจน์ นาคประสม<sup>5</sup>

Namfon Rakprayoon<sup>1\*</sup> Wilasinee Boontham<sup>2</sup> Sombat Kanbute<sup>3</sup> Kesinee Veerasilpa<sup>4</sup> and Nitikan Nakprasom<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup> อาจารย์ประจำสาขาวิชาการตลาด มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

<sup>4,5</sup> อาจารย์ประจำสาขาวิชารัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

โทรศัพท์ : 0932984491, โทรสาร : 054-648596, E-mail : namfonrakprayoon@gmail.com

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน และแนวทางการสื่อสารแบบบูรณาการเพื่อรณรงค์การจัดการมูลฝอยชุมชนในเขตอบต.แม่ยางฮ่อ เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mix Method) มีการรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ (Quantitative) และ เชิงคุณภาพ (Qualitative) โดยการวิจัยเชิงปริมาณ มีกลุ่มตัวอย่างในการตอบแบบสอบถาม 360 คน ใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ตามจำนวนหมู่บ้าน ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ผลการศึกษาพบว่า การเปิดรับสื่อ ทักษะคิดและพฤติกรรมในการจัดการมูลฝอยชุมชนของประชาชนตามหลัก 3 R's ได้แก่ การลดการเกิดขยะมูลฝอย, การนำกลับมาใช้ใหม่และการคัดแยกขยะมูลฝอย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า การเปิดรับสื่อ ทักษะคิด และปัจจัยส่วนบุคคล (จำนวนครั้งที่เข้าอบรม, อายุ, รายได้ และจำนวนสมาชิกในครัวเรือน) มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และสามารถพยากรณ์พฤติกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชนได้ร้อยละ 87.8 สำหรับแนวทางการสื่อสารเพื่อรณรงค์การจัดการมูลฝอยชุมชน ทำการวิจัยเชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่มย่อย พบว่า มี 2 แนวทางในการสื่อสาร คือ 1.การจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ผ่านสังคมออนไลน์ การสื่อสารแบบกลุ่ม การสื่อสารผ่านทางผู้นำชุมชน เพื่อกระตุ้นจิตสำนึกในการมีส่วนร่วมคัดแยกมูลฝอยในชุมชน และ 2.การจัดกิจกรรม เพื่อกระตุ้นให้เกิดการจัดการมูลฝอยชุมชนอย่างต่อเนื่อง

**คำสำคัญ :** การสื่อสารแบบบูรณาการ; การจัดการมูลฝอยชุมชน; พฤติกรรม



## Abstract

This research aimed to study the factors related with behavior toward solid waste management and the integrated communication guidelines for solid waste management campaign in the community area of Mae Yang Ho Sub-district Administrative Organization. A mixed method research was applied by combining qualitative and quantitative studies. The sample size was determined by using stratified random sampling and 360 people were selected as the sampling group. Questionnaire was used as a tool to collect data then analyzed by using Descriptive statistics and Pearson correlation coefficient. The findings found that media exposure, attitude, and behavior toward solid waste management under the principles of 3Rs – Reduce, Reuse and Recycle, had an average in high level. It also found that media exposure, attitude, and personal factors (number of training sessions, age, income, and number of household members) had statistically significant correlation with the behavior toward solid waste management at 0.05 level. In addition, behavior toward solid waste management in the community area of Mae Yang Ho Sub-district Administrative Organization was able to predict with 87.8 percent. A qualitative research with data collected from in-depth interviews and group discussion was performed to derive guidelines for solid waste management campaign. The result indicated two directions for communication which were 1) Public relations via social media, group communication, and communicating through Community Leaders to provoke awareness of participation in waste separation in the community and 2) Organizing activities to encourage continuous community solid waste management.

**Keywords :** integrated communication; solid waste management; behavior

## บทนำ

ปัญหาขยะมูลฝอยในประเทศไทยนับว่าเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะในเมืองขนาดใหญ่ และเมืองที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สุขภาพ และด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากงบประมาณที่ต้องใช้ในการจัดการขยะมูลฝอยจะแปรผันตามปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น (มูลนิธิบูรณะนิเวศ, 2559) [1] จังหวัดแพร่ถูกจัดให้เป็นจังหวัดที่มีขยะสะสมมากเป็นอันดับ 8 ของประเทศ ถือเป็นจังหวัดที่มีปัญหาขยะล้นเมืองไม่ต่างกับ กทม. หรือ เชียงใหม่ และมีการจัดการขยะที่ไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะการทิ้งขยะของ อปท. ทั้ง 83 แห่ง มีการกองขยะไว้กลางแจ้ง ปะปนอยู่กับขยะอันตรายและปริมาณเพิ่มขึ้น สำหรับจังหวัดแพร่มีปริมาณขยะเกิดขึ้นประมาณ 8 หมื่นตันเศษต่อปี สามารถบริหารจัดการได้กว่า 7 หมื่นตัน และคงเหลือปีละประมาณ 4 พันตันเศษ (สวท.แพร่ สำนักงานประชาสัมพันธ์เขต 3, 2560) [2] กระทรวงมหาดไทย ได้จัดทำ “แผนปฏิบัติการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน” จังหวัดสะอาด ประจำปี 2561 ตามแนวทางของแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ.2559 – 2564) โดยมีกรอบการดำเนินงานภายใต้แผนการปฏิบัติการ 3 ระยะ ได้แก่ ต้นทาง คือ การลดปริมาณขยะและการส่งเสริมการคัดแยกขยะที่ต้นทาง กลางทาง คือ การจัดทำระบบเก็บและขนถ่ายอย่างมีประสิทธิภาพ และปลายทาง คือ ขยะมูลฝอยได้รับการกำจัดอย่างถูกต้องตามหลัก 3 ข คือ ใช้น้อย ใช้ซ้ำ และนำกลับมาใช้ใหม่ หรือ 3Rs : Reduce Reuse และ Recycle

องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) แม่ยางฮ่อ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ มีพื้นที่ดูแลในเขตปกครอง จำนวน 6 หมู่บ้าน ประกอบไปด้วย 1) บ้านแม่ยางเปี้ยว 2) บ้านแม่ยางหลวง 3) บ้านแม่ยางหลายทุ่ง 4) บ้านแม่ยางฮ่อ 5) บ้านแม่ยางเตาปูน และ 6) บ้านแม่ยางเปี้ยว มีจำนวนประชากร 2,108 คน แยกเป็นชาย 1,024 คน เป็นหญิง 1,084 คน จำนวนครัวเรือนทั้งหมด 738 ครัวเรือน ปริมาณขยะ 2.33 ตัน / วัน มีจำนวนถังขยะประมาณ 715 ถังกระจายอยู่ทุกหมู่บ้าน วิถีกำจัดขยะปัจจุบันใช้บริการจ้างเหมาเอกชน กองบนพื้นแล้วเผา ฝังกลบอย่างไม่ถูกสุขลักษณะ การแยกขยะรีไซเคิล การจัดการด้านขยะมูลฝอย ยังคงมีปัญหาการลดปริมาณขยะมูลฝอยจากบ้านเรือน และร้านค้า การจัดการสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย (องค์การบริหารส่วนตำบลแม่ยางฮ่อ, 2560) [3] จากการทำประชาคมการจัดการขยะแบบประชาชนมีส่วนร่วมในวันอังคาร ที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ณ ห้องประชุมชั้น 2 อบต.แม่ยางฮ่อ มีผู้เข้าร่วมประชาคมทั้งหมดจำนวน 60 คน พบว่า ปริมาณขยะแต่ละหมู่บ้านจะแปรผันตาม

จำนวนครัวเรือน ขยะที่พบมากที่สุดจากการสอบถามเจ้าหน้าที่เก็บขนขยะ คือ ขยะที่ย่อยสลายได้ง่ายหรือขยะอินทรีย์ รองลงมาคือ ขยะที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ เช่น ถุงพลาสติก กล่องโฟม เป็นต้น มีการทิ้งขยะรวมกันโดยไม่แยกในทุกหมู่บ้าน มติที่ประชุมจึงมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันให้ทำการสำรวจพฤติกรรมกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน และปัจจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับพฤติกรรมคัดแยกมูลฝอยในชุมชน เนื่องจากปริมาณของขยะมูลฝอยที่เพิ่มมากขึ้นเป็นไปตามจำนวนของประชากร ครัวเรือน และฤดูกาล การก่อเกิดขยะจึงเป็นปัญหาในระดับบุคคล เนื่องจากบุคคลจะมีการอุปโภคบริโภคที่แตกต่างกัน

ดังนั้น เพื่อให้สามารถวางแผนการดำเนินการจัดการมูลฝอยชุมชน จึงจำเป็นต้องศึกษาพฤติกรรมกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชนของประชาชนในเขต อบต.แม่ยางฮ่อ อำเภอวังยาง จังหวัดแพร่ และนำผลจากการศึกษาไปประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหาแนวทางในการสื่อสารแบบบูรณาการเพื่อจัดการมูลฝอยชุมชนให้เกิดการตระหนักในเรื่องขยะมูลฝอยอย่างต่อเนื่อง ผลการวิจัยจะสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดแนวทางในการขับเคลื่อนข้อเสนอเชิงนโยบาย ตลอดจนกำหนดรูปแบบของการสื่อสารเพื่อสร้างการรับรู้ การมีส่วนร่วม และกระตุ้นจิตสำนึกของชุมชนต่อไป

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน และแนวทางการสื่อสารเพื่อรณรงค์การจัดการมูลฝอยชุมชนในเขต อบต.แม่ยางฮ่อ

### การตรวจเอกสาร (literature review)

กรมควบคุมมลพิษ (2553:10) [4] ได้กำหนดแนวทางในการปฏิบัติเพื่อการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า ก่อให้เกิดปริมาณขยะให้น้อยลง จึงมีการนำแนวทางการลด คัดแยก และนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ (Reduce Reuse and Recycle: 3Rs) มาประยุกต์ใช้ คือ 1.ลดการใช้วัสดุ ผลิตภัณฑ์เพื่อลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้น (Reduce) 2.ใช้ซ้ำ (Reuse) และ 3.รีไซเคิล (Recycle) เป็นการนำวัสดุต่าง ๆ มาแปรรูปโดยกรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องชี้ให้เห็นว่าทัศนคติส่งผลต่อพฤติกรรมกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน สำหรับแนวคิดเกี่ยวกับทัศนคติ สุพานิ สฤกษ์ภูวนิช (2555:72) [5] ระบุว่าทัศนคติมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ ความรู้เป็นความเชื่อต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยความรู้สึกละเอียดจะเกี่ยวข้องกับอารมณ์ที่มีต่อบางอย่างและจะส่งผลให้เกิดเป็นส่วนหนึ่งของแนวโน้มพฤติกรรมที่จะแสดงออกมา Schiffman & Kanuk (1994) [6] ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของทัศนคติ ดังนี้ 1.ทัศนคติเป็นสิ่งที่อยู่ภายใน 2.ทัศนคติจะมีใช้สิ่งที่มีมาแต่กำเนิด 3.ทัศนคติจะมีลักษณะมั่นคงถาวรและไม่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใดที่ได้รับตัวกระตุ้นที่แตกต่างกันไป 4.ทัศนคติจะมีความหมายอิงถึงตัวบุคคลและสิ่งของเสมอ สิ่งที่ใช้อ้างอิงเพื่อการสร้างทัศนคติอาจเป็นตัวบุคคล กลุ่มคน สถาบัน สิ่งของ ค่านิยมเรื่องราวทาง สังคม หรือแม้แต่ความนึกคิดต่าง ๆ นอกจากนี้สิ่งที่ก่อให้เกิดพฤติกรรม คือ การสื่อสาร สำหรับทฤษฎีการสื่อสาร (Communication Theory) อธิบายว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการส่งสารจากผู้ส่งสาร (Sender) ไปยังผู้รับสาร (Receiver) ให้ผู้รับสารเข้าใจสาระของสารตามจุดมุ่งหมายของผู้ส่งสารซึ่งมีหลายลักษณะ เช่น การชักนำ การประสานงาน การสร้างความบันเทิง การให้สารสนเทศ การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ซึ่งล้วนแต่มีประโยชน์เชิงสร้างสรรค์แก่ผู้รับสาร กระบวนการสื่อสารที่ซับซ้อนมากที่สุด คือ การชักนำ (Persuasion)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน มีผลการศึกษาในประเทศไทยที่ชี้ให้เห็นว่า พบว่า ครัวเรือนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด 3Rs อยู่บ้างแล้ว เนื่องจากเทศบาลฯ ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เคยจัดกิจกรรมส่งเสริมการจัดการขยะตั้งแต่ต้นทางมาหลายครั้ง การจัดการขยะตามแนวคิด 3Rs ให้เกิดผลนั้นเป็นเรื่องของทุกส่วนในสังคมที่ต้องร่วมมือกันแนวคิด 3Rs เป็นพื้นฐานของการจัดการขยะแบบยั่งยืน (เสาวลักษณ์ กุ้เจริญประสิทธิ์ และสุมาลี พุ่มภิญโญ, 2560) [7] ขณะที่ นภัส น้ำใจตรง และนรินทร์ สังข์รักษา (2562) [8] ศึกษาพฤติกรรมกรรมการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนตำบลกระทุ่มล้ม อำเภอสสามพราน จังหวัดนครปฐม พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลมีผลต่อพฤติกรรมกรรมการจัดการขยะมูลฝอย ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน สำหรับผลการศึกษาในต่างประเทศ Aria Gusti (2016) [9] ศึกษาพฤติกรรมกรรมการจัดการขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืนของนักเรียนระดับประถมศึกษา พบว่า ความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยมีความสัมพันธ์กับทัศนคติและความตั้งใจในการจัดการกับขยะอย่างยั่งยืน ผลการวิจัยเหล่านี้มีนัยสำคัญสำหรับโรงเรียนและผู้กำหนดนโยบาย และ Ali Haider et. al., (2015) [10] ศึกษาความรู้ การรับรู้และทัศนคติของประชาชนทั่วไปต่อการจัดการขยะมูลฝอย กรณีศึกษาเมืองละฮอร์ ปากีสถาน พบว่า ปริมาณขยะเพิ่มขึ้นตามจำนวนสมาชิกในครอบครัวที่เพิ่มขึ้น ผู้บริโภคจำนวน 78.5% ยินดีที่จะจ่ายเงินเพื่อการรีไซเคิล และแนวโน้มการใช้ซ้ำแตกต่างกันไปตามระดับรายได้ที่สูงขึ้นจนถึงระดับต่ำ



งานวิจัยที่สนับสนุนด้านการสื่อสารที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการจัดการมูลฝอย ได้แก่ นวลน้อย วีระพันธ์ (2564) [11] ศึกษาแบบแผนการพัฒนาพฤติกรรมจัดการมูลฝอยของผู้ค้าตลาดสด จังหวัดมหาสารคาม พบว่า ความรู้เกี่ยวกับขยะมูลฝอย การมีส่วนร่วม เจตคติต่อปัญหาขยะมูลฝอย และการสื่อสาร เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมจัดการมูลฝอย สำหรับรูปแบบการพัฒนาพฤติกรรมจัดการมูลฝอยของผู้ค้าตลาดสด จังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ การจัดการขยะอย่างเป็นระบบ, ขยะต้นทาง, กลุ่มจัดการขยะ, ขยะเป็นประโยชน์, ขยะเป็นประโยชน์, เล่นไลน์กันเถอะ, ป้ายประชาสัมพันธ์ เป็นต้น สอดคล้องกับ วีระ ราชพล (2562) [12] พบว่า สื่อสร้างสรรค์ช่วยกระตุ้นจิตสำนึกของชาวบ้านในการทวงแทน รักษาน้ำเกิด และช่วยกันดูแลสภาพแล้วล้อมให้คงอยู่ในสภาพเดิมมากที่สุด และช่องทางที่เผยแพร่สื่อให้เข้าถึงได้ทุกกลุ่มครัวละมาก ๆ เพื่อให้ความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน ได้แก่ เฟสบุ๊ก ไลน์ ยูทูบ ไปปลิว แผ่นพับ ป้ายโฆษณา เป็นต้น นอกจากนี้ เรื่องฤทธิ์ กิตติวิทยาพงศ์, นันทิยา ดวงภุมเมศ และ อีรเดช ขึ้นประภานุสรณ์ (2559) [13] พบว่า ความสัมพันธ์การเปิดรับข่าวสาร การรณรงค์ ความถี่จากสื่อประชาสัมพันธ์ของเทศบาลมีความสัมพันธ์กับทัศนคติและพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และท้องถิ่นเทศบาลมีนโยบาย แนวทางการสื่อสารรณรงค์เพื่อการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบบูรณาการ โดยใช้สื่อรณรงค์เพื่อการเข้าถึง โน้มน้าวใจและการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ด้วยหลัก (3 Rs – CSM Model) และ ยุภา นารินทร์ (2563) [14] ศึกษาการสื่อสารของผู้นำท้องถิ่น และปัญหาอุปสรรคและการแก้ปัญหาในการสื่อสารของผู้นำท้องถิ่น พบว่า การสื่อสารเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกเพศ ทุกวัยด้วยการถ่ายทอด แลกเปลี่ยนความคิด ความรู้สึก ความต้องการ ตลอดจนแสวงหาข้อมูลข่าวสารประกอบการตัดสินใจ หรือเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยผู้นำท้องถิ่นต้องสื่อสารอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ประชาชนเกิดการรับรู้เกี่ยวกับนโยบายในการพัฒนา การประชาสัมพันธ์กิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชน ขณะที่ เกศสุตา สิทธิสันติกุล, ปณณพร ไพบูลย์วัฒนกิจ และ กริ่งกาญจน์ เจริญกุล (2562) [15] ศึกษาการสื่อสารเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมเมืองเชียงใหม่อย่างมีส่วนร่วม: โครงการ Spark U เชียงใหม่ ปฏิบัติการเปลี่ยนเมือง พบว่า การดำเนินงานระยะแรกเน้นกลยุทธ์การสื่อสารเพื่อจุดประกายคิดและกระตุ้นจิตสำนึกการมีส่วนร่วมในการพัฒนาต้นทุนสิ่งแวดล้อมเมือง ทั้งนี้รูปแบบการสื่อสารที่ใช้มีความหลากหลาย ได้แก่ การสื่อสารมวลชน การสื่อสารผ่านสังคมออนไลน์ การสื่อสารแบบกลุ่ม การสื่อสารผ่านกิจกรรมสาธารณะ และสื่ออื่น ๆ

ดังนั้น การวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมจัดการมูลฝอยในชุมชน มีตัวแปรที่มีผลและความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมหลากหลายตัวแปร ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านทัศนคติ ความรู้ การรับรู้ ภูมิหาย พฤติกรรมทางสังคม ซึ่งถือเป็นสิ่งเร้าที่จะกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมต่าง ๆ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ปัจจัยส่วนบุคคล และทัศนคติต่อการจัดการมูลฝอยชุมชน กับพฤติกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนตามหลัก 3 R's มาเป็นกรอบในการศึกษาครั้งนี้ จากนั้นนำผลจากการศึกษาไปประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหาแนวทางในการสื่อสารแบบบูรณาการเพื่อจัดการมูลฝอยชุมชนให้เกิดการตระหนักในเรื่องขยะมูลฝอยอย่างต่อเนื่องและสามารถนำมากำหนดแนวทางในการขับเคลื่อนข้อเสนอเชิงนโยบายต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mix Method) โดยการวิจัยเชิงปริมาณมีประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขต อบต.แม่ยางฮ่อ อำเภอวังยาง จังหวัดแพร่ จำนวน 6 หมู่บ้าน มีประชากรทั้งสิ้น 2,108 คน (อบต.แม่ยางฮ่อ, 2560) [3] กำหนดกลุ่มตัวอย่างจากสูตร Yamane (1973) [16] ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 360 ชุด ใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ตามจำนวนหมู่บ้าน ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคล ทัศนคติ การเปิดรับสื่อ ตัวแปรตาม คือ พฤติกรรมจัดการมูลฝอยชุมชน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) กับแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ใช้หลักการและวิธีการสร้างเครื่องมือของลิเคิร์ต (Likert) การทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบแบบสอบถามให้ตรงกับเนื้อหา (construct validity) และความเที่ยงตรงของเนื้อหา (content validity) ผลการวัดค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งหมดแบบทดสอบค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคเท่ากับ 0.84 แสดงว่าข้อคำถามของแบบวัดนี้สามารถนำไปใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูลได้ (Nunnally and Bernstein, 1994 cited in Lacobucci and Duhachek, 2003: 483) [17] ประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ สถิติที่ใช้ ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วย Multiple Regression Analysis สำหรับการศึกษาเชิงคุณภาพทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis Technique) และนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเชิงปริมาณมาจัดทำข้อมูลร่วมกับการจัดสนทนากลุ่มย่อย (Focus Group Discussion) โดยกำหนดผู้เข้าร่วมได้แก่ ผู้นำชุมชน จำนวน 6 คน ผู้บริหารของอบต. จำนวน 2 คน เจ้าหน้าที่ของ อบต. จำนวน 4 คน อสม. จำนวน 6 คน ตัวแทนภาคประชาชนจำนวน 3 คน สาธารณสุข จำนวน 2 คน นักวิชาการจากมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จำนวน 2 คน รวมทั้งสิ้น 25 คน เพื่อหาแนวทางการสื่อสารแบบบูรณาการเพื่อจัดการมูลฝอยชุมชน



### ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาลักษณะปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง จำนวน 207 คน คิดเป็นร้อยละ 57.5 มีค่าเฉลี่ยของอายุ คือ 42 ปี อายุที่ต่ำสุดคือ 12 ปี อายุสูงสุด คือ 65 ปี จำนวนปีที่ใช้ในการศึกษาเฉลี่ย 8.68 ปี มีรายได้ต่อเดือนเฉลี่ย 6,921.37 บาท รายได้สูงสุด คือ 35,000 บาท มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน จำนวนสมาชิกในครัวเรือนต่ำสุด 1 คน สูงสุด 9 คน มีจำนวนครั้งที่ได้รับการอบรมเฉลี่ย 1 ครั้ง โดยจำนวนที่เข้าร่วมอบรม เกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยสูงสุด 4 ครั้ง การเปิดรับสื่อ สำหรับทัศนคติต่อการจัดการมูลฝอยชุมชน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความรู้สึกและแนวโน้มพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอยอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.38 และ 4.43 ตามลำดับ ส่วนความรู้ต่อการจัดการขยะมูลฝอยอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.50 สอดคล้องกับ เสาวลักษณ์ กุ้เจริญประสิทธิ์ และสุมาลี พุ่มภิญโญ (2560) พบว่า ครัวเรือนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด 3R's อยู่บ้างแล้ว เนื่องจากเคยจัดกิจกรรมส่งเสริมการจัดการขยะมาหลายครั้ง และแนวคิด 3R's เป็นพื้นฐานของการจัดการขยะแบบยั่งยืน สำหรับการเปิดรับสื่อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก หากพิจารณาข้อย่อยพบว่า ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ การรับสื่อผ่านการประชาสัมพันธ์โดยผู้นำชุมชนมีค่าเฉลี่ย 4.87 รองลงมา คือ ผ่านสื่อออนไลน์ เช่น ไลน์กลุ่ม เป็นต้น สำหรับพฤติกรรมจัดการมูลฝอยชุมชนของประชาชนในเขตอบต. แม่ยางฮ่อ พบว่า มีพฤติกรรมจัดการมูลฝอยอยู่ในระดับมาก ได้แก่ การนำขยะมูลฝอยวัสดุที่ชำรุดเสียหาย มาซ่อมแซมใช้ซ้ำ (Reuse) ค่าเฉลี่ย 4.62 การนำขยะมูลฝอยเศษวัสดุหุมนเวียนมาใช้หรือแปรรูป (Recycle) มีค่าเฉลี่ย 4.81 สอดคล้องกับ กรมควบคุมมลพิษ (2553 : 10) [4] ที่ระบุแนวทางในการปฏิบัติเพื่อการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า ก่อให้เกิดปริมาณขยะให้น้อยลง จึงมีการนำแนวทางการลด คัดแยก และนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ (Reduce Reuse and Recycle: 3Rs) มาประยุกต์ใช้ในครัวเรือน สำหรับผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ทิศทางบวกกับพฤติกรรมจัดการมูลฝอยชุมชน ได้แก่ การเปิดรับสื่อ ทัศนคติ และปัจจัยส่วนบุคคล (จำนวนครั้งที่เข้าอบรม, อายุ, รายได้ และจำนวนสมาชิกในครัวเรือน) การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีตัวแปรเกณฑ์ คือ พฤติกรรมจัดการมูลฝอยชุมชน (Y) พบว่า ตัวแปร 6 ตัวแปร ได้แก่ อายุ ( $X_1$ ) รายได้ ( $X_3$ ) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ( $X_4$ ) จำนวนครั้งที่เข้าอบรม ( $X_5$ ) การเปิดรับสื่อ ( $X_7$ ) และทัศนคติ ( $X_6$ ) สามารถคัดเลือกเป็นตัวแปรพยากรณ์เข้าสมการได้ เนื่องจากค่า F – Test มีค่าเท่ากับ 128.296 ค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด 0.05 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์และตัวแปรพยากรณ์มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีค่าเท่ากับ 0.937 โดยตัวแปรพยากรณ์ทั้ง 6 ตัวแปร สามารถพยากรณ์พฤติกรรมจัดการมูลฝอยชุมชนได้ร้อยละ 87.8 และมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ 0.117 เมื่อพิจารณาค่า VIF มีค่าอยู่ระหว่าง 1.814 ถึง 4.656 ค่า tolerance มีค่าอยู่ระหว่าง .215 ถึง .551 ค่า eigenvalue มีค่าอยู่ระหว่าง .001 ถึง .006 สามารถนำตัวแปรต่างๆ เข้าสู่การพยากรณ์ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ ด้วยวิธีแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) ผลตามตาราง 1

ตาราง 1 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ ค่าคงที่ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ โดยวิธีแบบขั้นตอน (Stepwise)

ตัวแปรพยากรณ์	<b>b</b>	<b><math>\beta</math></b>	t	p-value
ค่าคงที่ (constant)	.290		2.061	.042
การเปิดรับสื่อ ( $X_7$ )	.311	.376	6.358**	.000
ทัศนคติ ( $X_6$ )	.167	.214	4.598**	.000
จำนวนครั้งที่เข้าอบรม ( $X_5$ )	.237	.324	7.129**	.000
อายุ ( $X_1$ )	.285	.318	5.457**	.000
รายได้ ( $X_3$ )	.130	.157	3.299**	.001
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ( $X_4$ )	.193	.228	3.129**	.002
ค่าคงที่ .290; $SE_{est} = \pm .207$				

หมายเหตุ \*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

$X_1$  = อายุ;  $X_2$  = จำนวนปีที่ใช้ในการศึกษา;  $X_3$  = รายได้;  $X_4$  = จำนวนสมาชิกในครัวเรือน;

$X_5$  = จำนวนครั้งที่เข้าอบรม;  $X_6$  = ทัศนคติต่อการจัดการขยะมูลฝอย และ  $X_7$  = การเปิดการรับสื่อ

Y= พฤติกรรม



## เอกสารอ้างอิง

- [1] มูลนิธิบูรณะนิเวศ. 2559. ธรรมชาติที่หายไปนโยบาย “จัดการขยะ”. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม, 2560, จาก [https://www.isranews.org/isranews-scoop/45914-news\\_45914.html](https://www.isranews.org/isranews-scoop/45914-news_45914.html).
- [2] สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย (สวท.) แพร่สำนักงานประชาสัมพันธ์เขต 3. 2560. จังหวัดแพร่ประชุมติดตามการบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ตามโครงการจังหวัดสะอาด. สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 พฤษภาคม, 2560, จาก <http://www.phrae.prdnorth.in.th/ct/news/showprint.php?ID=170516145914>.
- [3] องค์การบริหารส่วนตำบลแม่ยางฮ่อ. 2560. ข้อมูลตำบลแม่ยางฮ่อ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม, 2560, จาก <http://www.thaitambon.com/tambon/540209>.
- [4] กรมควบคุมมลพิษ. 2553. คู่มือการคัดแยกขยะมูลฝอยอย่างถูกวิธีและเพิ่มมูลค่า. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ฮีโร่ จำกัด.
- [5] สุพานี สุธงษ์วานิช. 2552. พฤติกรรมองค์การสมัยใหม่: แนวคิดและทฤษฎี(พิมพ์ครั้งที่2). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [6] Schiffman, L. G., & Kanuk, L. L. (1994). Consumer behavior. (5th ed.). Englewood Cliffs, N. J. : Prentice-Hall.
- [7] เสาวลักษณ์ กู้เจริญประสิทธิ์ และสุมาลี พุ่มภิญโญ. 2560. ทศนคติของครัวเรือนในเขตเทศบาลนครพระนครศรีอยุธยาต่อการจัดการขยะแบบ 3R's. Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences) 2017; (10)2. 163-173.
- [8] นภัส น้ำใจตรงและนรินทร์ สังข์รักษา. 2562. พฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนตำบลกระทู้ม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม. วารสารชุมชนวิจัย. 13 (2): 179-190.
- [9] Aria Gusti. 2016.The Relationship of Knowledge, Attitudes, and Behavioral Intentions of Sustainable Waste Management on Primary School Students in City of Padang, Indonesia. International Journal of Applied Environmental Sciences, 11(5), 1323-1332.
- [10] Ali Haider, Aleem Amber, Shahid Ammara, Khan Saleem Mahrukh and Butt Aisha. (2015). Knowledge, Perception and Attitude of common People towards Solid Waste Management-A case study of Lahore, Pakistan. International Research Journal of Environment Sciences, 4(3), 100-107.
- [11] นवलน้อย วีระพันธ์. 2564. รูปแบบการพัฒนาพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอยของผู้ค้าตลาดสดจังหวัดมหาสารคาม. วารสารสังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 5 (1), (มกราคม-มีนาคม).
- [12] ชีระ ราชาพล (2562) นวัตกรรมสื่อสาร (หนังสือ) กับการจัดการปัญหาขยะแหล่งการท่องเที่ยวบ้านคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารนิเทศสยามปริทัศน์. 18 (2), (กรกฎาคม-ธันวาคม).
- [13] เรืองฤทธิ์ กิตติวิทยาพงศ์, นันทิยา ดวงภูมเมศ และ ชีรเดช ชื่นประภาณุสรณ์. 2559. การพัฒนารูปแบบการสื่อสารรณรงค์เพื่อการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบบูรณาการในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 11(1) (มกราคม-เมษายน).
- [14] युภา นารินทร์. 2563. ผู้นำท้องถิ่นกับการสื่อสาร. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มมร. วิทยาเขตอีสาน. 1(3) 38-44.
- [15] เกศสุดา สิทธิสันติกุล, ปณณพร ไพบูลย์วัฒนกิจ และกริ่งกาญจน์ เจริญกุล. 2562. การสื่อสารเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อมเมืองเชียงใหม่อย่างมีส่วนร่วมโครงการ Spark U เชียงใหม่ ปฏิบัติการเปลี่ยนเมือง. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 11(2) 290-301.
- [16] Yamane, T. (1973). Statistics: An introductory analysis. New York : Harper and Row.
- [17] Lacobucci, Dawn and Duhachek, Adam. 2003. Advancing Alpha: Measuring Reliability With Confidence. Journal of Consumer Psychology, 13(4), 478-487.



# การแพร่กระจายอนุภาคพลาสติกจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชน: กรณีศึกษาเทศบาลนครตรัง

## Dissemination of Particulate Plastics from Municipal Landfill: Case Study of Trang Municipality

ปรียาภรณ์ กิ่งเลี้ยง<sup>1\*</sup> ชาติ เจียมไชยศรี<sup>2</sup> วิลัย เจียมไชยศรี<sup>2</sup> นพฤทธิ์ สุทธิศิลป์<sup>3</sup> และ โทโมนอริ อิชิซากิ<sup>4</sup>  
Preeyapat Kuenglieon<sup>1\*</sup> Chart Chiemchaisri<sup>2</sup> Wilai Chiemchaisri<sup>2</sup> Noppharit Suthasil<sup>3</sup> and Tomonori Ishigaki<sup>4</sup>  
<sup>1\*</sup>นิสิตบัณฑิตศึกษา ; <sup>2</sup>รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900  
<sup>3</sup>นักวิจัยหลังปริญญาเอก ; <sup>4</sup>นักวิจัยอาวุโส National Institute for Environmental Studies, Japan  
โทรศัพท์ : 086-4169198, E-mail : preeyapat.ku@ku.th

### บทคัดย่อ

พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนจัดเป็นแหล่งที่มีการสะสมของขยะพลาสติก ซึ่งอาจเป็นต้นทางของการแพร่กระจายของขยะพลาสติกออกสู่สิ่งแวดล้อม การศึกษานี้เน้นการประเมินการแพร่กระจายของขยะพลาสติกออกจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยโดยการพัดพาด้วยลม และการปนเปื้อนไปกับน้ำชะขยะ โดยทำการศึกษาเก็บตัวอย่างขยะมูลฝอยและน้ำชะขยะ ในพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครตรัง จากผลการศึกษาพบว่า ขยะมูลฝอยของเทศบาลนครตรังมีองค์ประกอบของขยะพลาสติกร้อยละ 11.60 และ 12.48 จากการเก็บตัวอย่างในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ โดยส่วนใหญ่เป็นขยะพลาสติกประเภท HDPE และ PP การแพร่กระจายของขยะพลาสติกโดยการพัดพาด้วยลมมีปริมาณขยะพลาสติกเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 ชิ้น/ตารางเมตร และ 3.25 ชิ้น/ตารางเมตรในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ ในขณะที่มีการปนเปื้อนของขยะพลาสติกขนาดเล็กในน้ำชะขยะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.54 ชิ้น/ลิตรและ 10.44 ชิ้น/ลิตร ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน โดยส่วนใหญ่การแพร่กระจายของขยะพลาสติกเกิดขึ้นโดยการปนเปื้อนไปกับน้ำชะขยะ

**คำสำคัญ :** ไมโครพลาสติก; ขยะพลาสติก; น้ำชะขยะ; พื้นที่กำจัดขยะชุมชน; เทศบาลนครตรัง

### Abstract

Municipal landfills are considered to be the place where plastic wastes are accumulating. It may be the potential source of plastic wastes disseminating into surrounding environment. This research aims to estimate the amount of particulate plastic disseminated from municipal landfills by wind and leachate contamination. Municipal solid waste and leachate were collected from municipal landfill in Trang Municipality. The study results showed that 11.60% and 12.48% of municipal solid waste is plastic wastes from the waste samplings during dry and wet seasons respectively. Most of them are PP and HDPE types. The dissemination of particulate plastic by wind during dry and wet seasons were 2.36 items/m<sup>2</sup> and 3.25 items/m<sup>2</sup>, respectively. The microplastic contamination in leachate in dry and wet seasons were averaged at 14.54 and 10.44 items/L. Most of the dissemination of particulate plastic occurred through leachate contamination.

**Keywords :** microplastics; plastic wastes; leachate; municipal landfill; Trang municipality

## บทนำ

ปัจจุบันการแพร่กระจายของขยะพลาสติกออกสู่สิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาใหญ่ที่ได้รับความสนใจไปทั่วโลก [1] โดยแหล่งกำเนิดของขยะพลาสติกดังกล่าวส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการอุปโภคสินค้า ผลิตภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงเวชภัณฑ์เครื่องสำอางที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งการจัดการของเสียที่เหลือทิ้งจากการบริโภคดังกล่าวที่ไม่ถูกวิธี เป็นสาเหตุสำคัญในการแพร่กระจายของขยะพลาสติกออกสู่สิ่งแวดล้อม

การจัดการของเสียที่ไม่ถูกวิธี ก็เป็นสาเหตุในการปนเปื้อนไมโครพลาสติกลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ เมื่อฝนตกน้ำฝนจะชะล้าง สารแขวนลอย สารพิษ ที่เกิดจากการย่อยสลายของขยะ เรียกว่า น้ำชะขยะ (Leachate) ซึมลงไปในดินหรือกระจายไหลล้น ทำให้พลาสติกขนาดเล็กที่ถูกย่อยปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ อีกทั้งเศษพลาสติกยังมีโอกาสปลิวออกไปนอกสถานที่กำจัดสร้างมลพิษตามธรรมชาติได้อีกด้วย เพื่อลดการปนเปื้อนดังกล่าว จึงต้องมีการดำเนินการจัดการหลุมฝังกลบที่ถูกหลักสุขาภิบาล มีการนำดินหรือวัสดุอื่นๆ มากลบทับและควรมีแนวทางป้องกันไม่ให้สารพิษรั่วไหลออกไปนอกหลุมฝังกลบ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2563 จนถึงเดือนมีนาคม 2564 โดยเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง บริเวณศูนย์จัดการขยะมูลฝอย เทศบาลนครตรังและทำการหาขนาด สี รูปร่างและปริมาณไมโครพลาสติกในน้ำชะขยะ วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอยและขยะพลาสติก นับปริมาณและจำแนกชนิดพลาสติกที่ปลิวปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม นับปริมาณ ขนาดและจำแนกชนิดพลาสติกในหลุมฝังกลบที่อายุการฝังกลบแตกต่างกัน [2] เพื่อทำการศึกษากาการแพร่กระจายอนุภาคพลาสติกจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชน โดยผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาแนวทางลดหรือป้องกันมิให้ไมโครพลาสติกจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

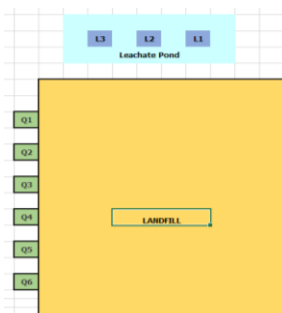
### 1. การวิเคราะห์ปริมาณขยะพลาสติกในพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย

ทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในพื้นที่โดยวิธีเจาะสำรวจเก็บตัวอย่างจำนวน 4 จุด และนำตัวอย่างมาลดขนาดโดยวิธี Quartering โดยใช้ตามวิธีของ Ministry of Public Health and Welfare, 2000 และ ASTM D5231-92, 2008 [3] หลังจากแยกองค์ประกอบของมูลฝอยทางกายภาพแล้ว ทำการชั่งน้ำหนักขององค์ประกอบแต่ละประเภทและบันทึก นำมาเปรียบเทียบเป็นสัดส่วนขององค์ประกอบของมูลฝอยทั้งหมด องค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ตามลักษณะการติดไฟ คือ มูลฝอยที่สามารถติดไฟได้ (Combustible) ได้แก่ เศษผัก อาหาร กระดาษ พลาสติก ยาง หนัง ผ้า ไม้ ใบไม้ และมูลฝอยที่ไม่ติดไฟ (Non - Combustible) ได้แก่ แก้ว โลหะ หิน กระเบื้อง และอื่น ๆ

### 2. การศึกษาการปลิวของขยะพลาสติกออกจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย

ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลนครตรัง มีความสามารถในการรองรับปริมาณขยะ 40 ตัน/วัน ด้วยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) มีปริมาณขยะเข้าระบบเฉลี่ย 120 ตัน/วัน ซึ่งเกินความสามารถของระบบ ทำให้มีขยะมูลฝอยบางส่วนไม่ได้กลบทับขยะด้วยดินรายวัน เกิดการปลิวและฟุ้งกระจายของขยะมูลฝอย

ทำการนับพลาสติกที่ปลิวออกไปนอกพื้นที่หลุมฝังกลบขยะ จำนวน 2 ครั้งในรอบปี ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน โดยทำการสำรวจและเลือกพื้นที่ศึกษา แบ่งพื้นที่ศึกษา (Quadrat) จำนวน 6 จุด แต่ละจุดขนาด 6 เมตร x 6 เมตร (รูปที่ 1) ทำการนับ วัดขนาดและจำแนกประเภทพลาสติก โดยจำแนกพลาสติกที่รีไซเคิลได้ (รูปที่ 2) ออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ PETE, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS และอื่น ๆ เพื่อเก็บเป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา (Quadrat) พลาสติกที่ปลิวปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม

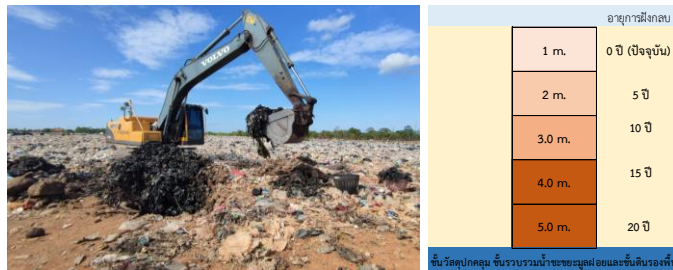




รูปที่ 2 แสดงพลาสติกกรีไซเคิลทั้ง 7 ประเภท

### 3. การศึกษาประเภทและขนาดของพลาสติกในหลุมฝังกลบที่อายุขยะต่างกัน

ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลนครตรัง เริ่มดำเนินการเมื่อปี พ.ศ.2544 ปัจจุบันมีอายุการใช้งาน 20 ปี โดยมีระดับความสูงจากพื้นบ่อถึงคันดิน 6 เมตร จากข้อมูลสถิติการใช้งานหลุมฝังกลบและปริมาณขยะเข้าระบบ สามารถประเมินอายุขยะที่ระดับการฝังกลบความลึกต่างๆ ได้ว่า ขยะที่ระดับความลึก 1, 2, 3, 4 และ 5 เมตร มีอายุการฝังกลบ 0 ปี (ปัจจุบัน) 5 ปี 10 ปี 15 ปี และ 20 ปี ตามลำดับ จากนั้นจึงทำการเลือกจุดเก็บตัวอย่างและสุ่มเก็บตัวอย่างขยะในหลุมฝังกลบที่อายุขยะต่างกัน โดยใช้แบคโฮขุดที่ระดับความลึก 1, 2, 3, 4 และ 5 เมตร แล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างที่ระดับต่าง ๆ เพื่อทำการนับ จำแนกประเภทพลาสติกและวัดขนาดความกว้าง ยาวของพลาสติกแต่ละชิ้น เพื่อหาขนาดเฉลี่ยของพลาสติกแต่ละประเภท



รูปที่ 3 ทำการเลือกจุดเก็บตัวอย่างและสุ่มเก็บตัวอย่างขยะในหลุมฝังกลบที่อายุขยะต่างกัน

### 4. การศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในน้ำชะขยะ

ศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลนครตรัง มีการปูพื้นบ่อกันซึมด้วยแผ่นพลาสติก HDPE มีการวางท่อรวบรวมระบบน้ำชะขยะมูลฝอยเป็นท่อพลาสติก PVC และปิดทับวัสดุกันซึมด้วยทราย การบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอย ใช้ระบบบ่อฝัง มีทั้งหมด 3 บ่อ ต่อเรียงกันแบบอนุกรม ได้แก่ บ่อที่ 1 (Anaerobic Pond) บ่อที่ 2 (Facultative Pond) และบ่อที่ 3 (Maturation Pond) ขนาดกว้าง 35 เมตร ยาว 45-60 เมตรและปูด้วยแผ่นพลาสติก HDPE โดยบ่อมีความลึก 5 เมตร

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างไมโครพลาสติกในน้ำชะขยะ บริเวณบ่อฝัง ทั้ง 3 บ่อ โดยใช้เทคนิคแบบจ้วง (Grab Samples) ด้วยเครื่องมือเก็บน้ำ (Water sampler) ที่ระดับผิวน้ำน้ำถึง ความลึก 30 เซนติเมตร โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ จำนวน 4 จุด คือ L1(IN), L1(OUT) , L2 และ L3



รูปที่ 4 สถานที่เก็บตัวอย่างบ่อรวบรวมน้ำชะขยะ ศูนย์จัดการขยะมูลฝอย เทศบาลนครตรัง

### 5. การวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในน้ำตัวอย่าง

นำตัวอย่างน้ำชะขยะ ปริมาตร 20 ลิตร มาสกัดนับจำนวนไมโครพลาสติก ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก NOAA laboratory methods [4] โดยกรองน้ำตัวอย่างผ่านตะแกรงทดสอบ ขนาดรูตะแกรง 5 มม. 1 มม. 250 ไมโครเมตร และ 50 ไมโครเมตร ตามลำดับ แล้วชะล้างไมโครพลาสติกและสารอินทรีย์แขวนลอยที่ค้างอยู่บนตะแกรง 1 มม. 250 ไมโครเมตร,

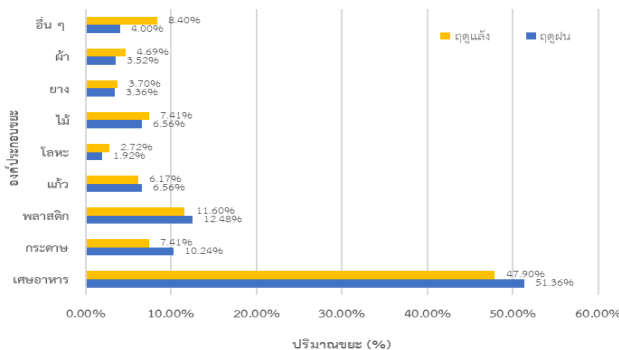


50 ไมโครเมตร ด้วยน้ำกลั่น และอบไล่ความชื้นในบีกเกอร์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำการย่อยสารอินทรีย์ที่ปนอยู่ในตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างมาออกซิไดซ์ด้วย Fe(II) ความเข้มข้น 0.05 M และใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ความเข้มข้น 30% เพื่อย่อยสารอินทรีย์ออกจากตัวอย่าง จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ความละเอียด 11 ไมโครเมตร แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นำไปกระดาษกรองที่ได้มานับจำนวนไมโครพลาสติก วิเคราะห์ ขนาด สี รูปร่างและจำนวนไมโครพลาสติก โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ต่อไป

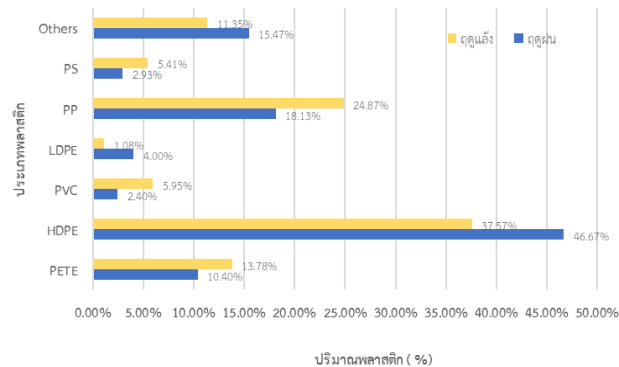
## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. ปริมาณขยะพลาสติกในพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย

จากการคัดแยกองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย พบว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเศษอาหารและอินทรีย์สาร ในฤดูฝน 51.36% และฤดูแล้ง 47.90% รองลงมาคือ พลาสติก ในฤดูฝน 12.48% และฤดูแล้ง 11.60% (รูปที่ 5) และจากการนำพลาสติกที่คัดแยกได้ มาแยกประเภทของพลาสติก พบว่าส่วนใหญ่เป็นขยะพลาสติกประเภท HDPE ในฤดูฝน 46.67% และฤดูแล้ง 37.57% รองลงมาคือประเภท PP ในฤดูฝน 24.87% และฤดูแล้ง 18.13% (รูปที่ 6)



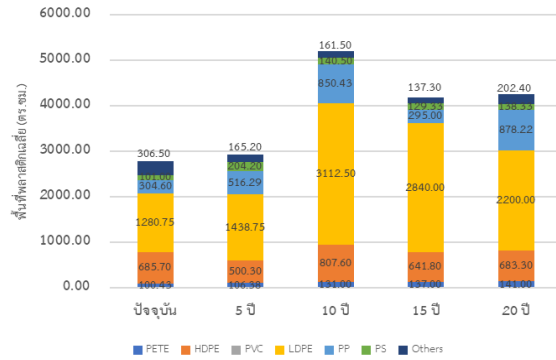
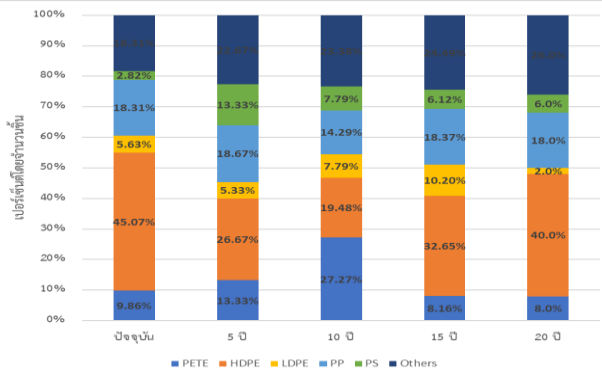
รูปที่ 5 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย ในฤดูแล้งและฤดูฝน



รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะพลาสติกจากการสุ่มเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

จากการคัดแยกองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย พบว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเศษอาหารและอินทรีย์สาร ในฤดูฝน 51.36% และฤดูแล้ง 47.90% รองลงมาคือ พลาสติก ในฤดูฝน 12.48% และฤดูแล้ง 11.60% และจากการนำพลาสติกที่คัดแยกได้ มาแยกประเภทของพลาสติก พบว่าส่วนใหญ่เป็นขยะพลาสติกประเภท HDPE ในฤดูฝน 46.67% และฤดูแล้ง 37.57% รองลงมาคือประเภท PP ในฤดูฝน 24.87% และฤดูแล้ง 18.13%

จากการคัดแยกประเภทของพลาสติกในหลุมฝังกลบที่อายุขยะต่างกัน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นพลาสติกประเภท HDPE 45.07 %, 26.67 %, 19.48 %, 32.65 % และ 40.00 % ที่อายุการฝังกลบ 0 ปี (ปัจจุบัน) 5 ปี 10 ปี 15 ปี และ 20 ปี ตามลำดับ (รูปที่ 7) และจากการนำพลาสติกที่ได้จากการคัดแยกพลาสติกมาวัดขนาดพื้นที่ของพลาสติก พบว่า พลาสติกในหลุมฝังกลบที่อายุต่างกันแต่ประเภทมีขนาดพื้นที่ต่อชิ้นเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยพลาสติกประเภท LDPE มีพื้นที่เฉลี่ยต่อชิ้นมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 3,112.50 ตารางเซนติเมตร (รูปที่ 8)



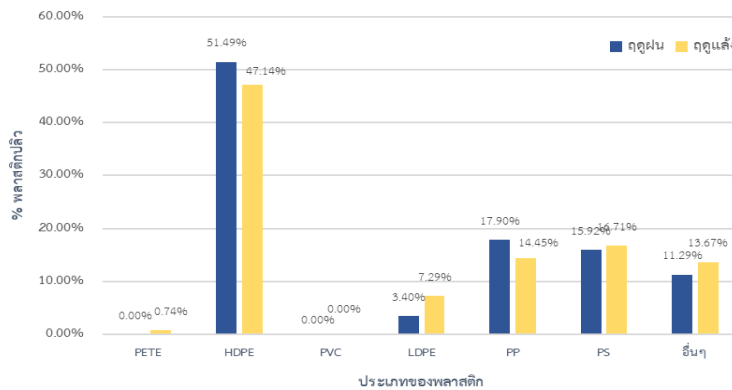
รูปที่ 7 ประเภทของพลาสติกในหลุมฝังกลบที่อายุต่างกัน

รูปที่ 8 ขนาดพื้นที่เฉลี่ยของพลาสติกประเภทต่างๆ ที่พบในหลุมฝังกลบที่อายุต่างกัน

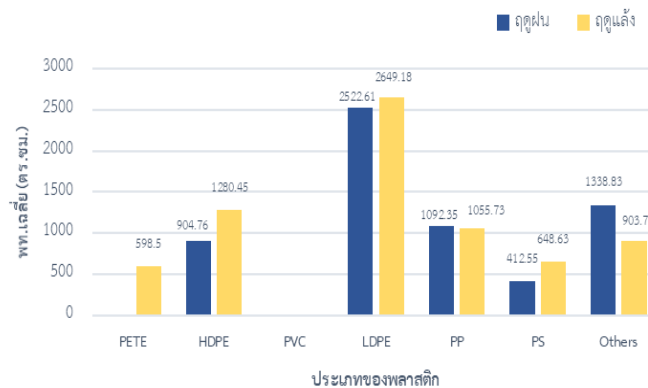
## 2. การปลิวของขยะพลาสติกจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย

จากการนับและแยกประเภทของที่พลาสติกที่ปลิวออกจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย พบว่า ส่วนใหญ่เป็นพลาสติกประเภท HDPE ในฤดูฝน 51.84% และฤดูแล้ง 45.47% รองลงมาคือประเภท PP ในฤดูฝน 16.32% และฤดูแล้ง 20.17% (รูปที่ 9) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณขยะพลาสติกจากการสู่มเก็บตัวอย่างคัดแยกองค์ประกอบขยะ ซึ่งพบว่าขยะมูลฝอยของเทศบาลนครตรัง ส่วนใหญ่เป็นพลาสติกประเภท HDPE และ PP ตามลำดับ

จากการวัดขนาดพื้นที่ของพลาสติกปลิว พบว่า พลาสติกประเภท LDPE มีขนาดพื้นที่เฉลี่ยมากที่สุด ในฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 2,522.61 ตารางเซนติเมตรและฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 2,649.18 ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือประเภท PP ในฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 1,092.35 ตารางเซนติเมตรและฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 1,055.73 ตารางเซนติเมตร (รูปที่ 10) ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นของพลาสติกประเภทต่าง ๆ โดยพลาสติกประเภท LDPE และ PP มีค่าความหนาแน่นของพลาสติกน้อยกว่าพลาสติกชนิดอื่น ๆ จึงมีพลาสติกชิ้นใหญ่ ปลิวออกจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย



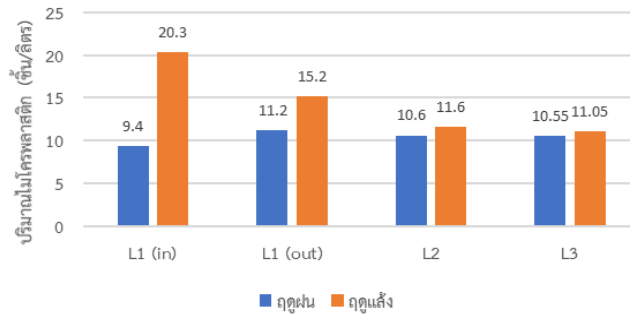
รูปที่ 9 เปรียบเทียบประเภทของพลาสติกที่ปลิวจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ในฤดูแล้งและฤดูฝน



รูปที่ 10 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่เฉลี่ยของพลาสติกที่ปลิวจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ในฤดูแล้งและฤดูฝน

### 3. การแพร่กระจายของไมโครพลาสติกโดยการปนเปื้อนในน้ำชะขยะ

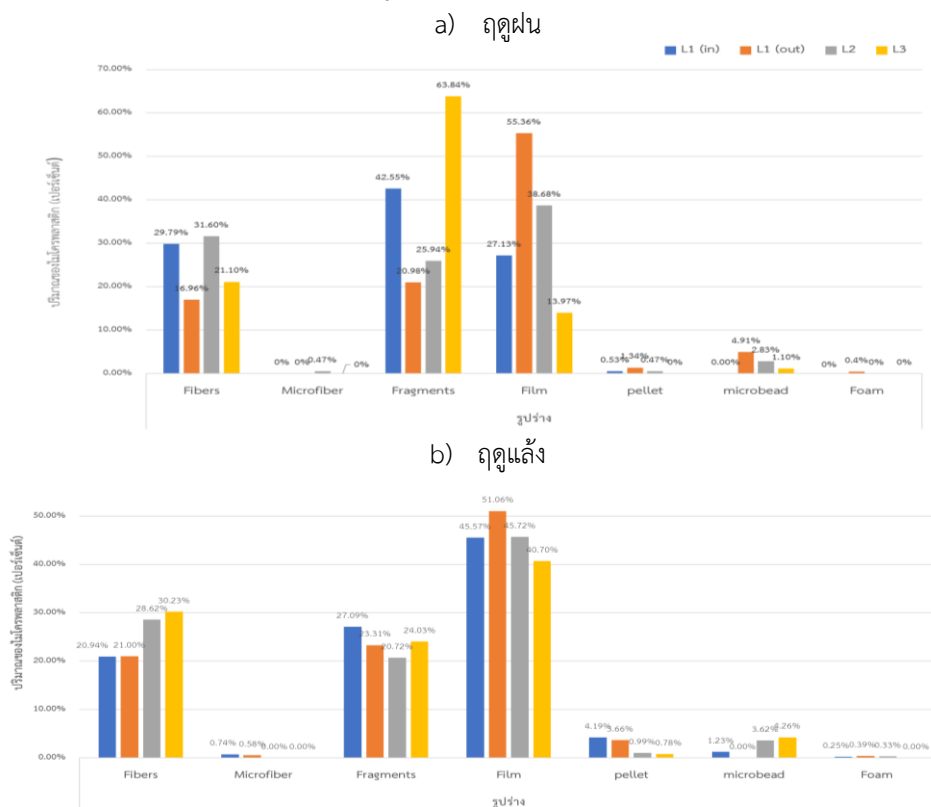
จากการศึกษาการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกโดยการปนเปื้อนในน้ำชะขยะ ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน พบว่า ฤดูแล้งพบปริมาณไมโครพลาสติกมากกว่าฤดูฝน โดยบ่อรวบรวมน้ำชะขยะ 1 (L1 in) พบไมโครพลาสติก 9.4 ชิ้น/ลิตร และ 20.3 ชิ้น/ลิตร ในฤดูฝนและฤดูแล้ง รองลงมาคือ บ่อรวบรวมน้ำชะขยะ 1 (L1 out) พบไมโครพลาสติก 11.2 ชิ้น/ลิตร และ 15.2 ชิ้น/ลิตร ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 เปรียบเทียบสัดส่วนของขยะประเภทไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างที่พบในบ่อรวบรวมน้ำชะขยะ

จากการศึกษาการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกโดยการปนเปื้อนในน้ำชะขยะ ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน พบว่า ฤดูแล้งพบปริมาณไมโครพลาสติกมากกว่าฤดูฝน โดยบ่อรวบรวมน้ำชะขยะ 1 (L1 in) พบไมโครพลาสติก 9.4 ชิ้น/ลิตร และ 20.3 ชิ้น/ลิตร ในฤดูฝนและฤดูแล้ง รองลงมาคือ บ่อรวบรวมน้ำชะขยะ 1 (L1 out) พบไมโครพลาสติก 11.2 ชิ้น/ลิตร และ 15.2 ชิ้น/ลิตร ในฤดูฝนและฤดูแล้ง

จากการศึกษาการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกโดยการปนเปื้อนในน้ำชะขยะ พบว่า ช่วงฤดูฝนมีปริมาณไมโครพลาสติกรูปร่าง Fragment มากที่สุด 63.84 % ในตัวอย่างน้ำชะขยะ บ่อรวบรวมน้ำชะขยะ 3 (L3) รองลงมาคือ รูปร่าง Film 55.36 % ในตัวอย่างน้ำชะขยะ บ่อรวบรวมน้ำชะขยะ 1 (L1 - out) ช่วงฤดูแล้งมีปริมาณไมโครพลาสติกรูปร่าง Film มากที่สุด 51.06 % ในตัวอย่างน้ำชะขยะ บ่อรวบรวมน้ำชะขยะ 1 (L1 - out) รองลงมาคือ รูปร่าง Fragment 27.09 % ในตัวอย่างน้ำชะขยะ บ่อรวบรวมน้ำชะขยะ 1 (L1 - in) ดังแสดงผลในรูปที่ 12



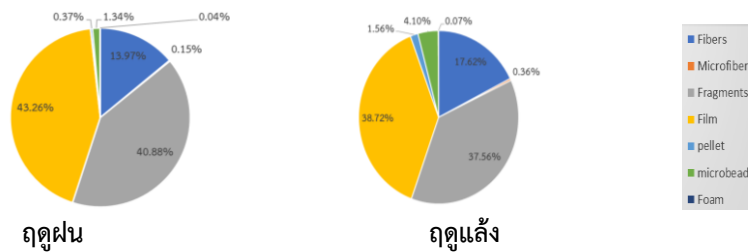
รูปที่ 12 เปรียบเทียบสัดส่วนของขยะประเภทไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างที่พบในบ่อรวบรวมน้ำชะขยะ

จากข้อมูลงานวิจัยของ Free et al., 2014 [5] สามารถจำแนกแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกตามรูปร่างต่าง ๆ โดยรูปแบบ Fragment เป็นพลาสติกที่มีความแข็ง พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ ส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากขวดที่มีความแข็งและเหนียวรูปแบบ Film เป็นพลาสติกที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางราบ ส่วนใหญ่ มีแหล่งที่มาจากถุงพลาสติก พลาสติกที่ใช้ในการห่อหุ้มหรือคลุมอาหารซึ่งจากภาคตัดแยกองค์ประกอบขยะพลาสติกของขยะมูลฝอย เทศบาลนครตรัง พบว่ามีขยะพลาสติกประเภท HDPE มากที่สุด รองลงมาคือขยะพลาสติกประเภท PP และ PETE ตามลำดับ จากคุณสมบัติของพลาสติกประเภทต่าง ๆ [6] จึงอาจสันนิษฐานได้ว่าปริมาณและชนิดของพลาสติกที่มีอยู่ มีผลต่อปริมาณและรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในน้ำชะขยะ

งานวิจัยที่ผ่านมา [7] ระบุว่า ถุงพลาสติกซึ่งจัดเป็นพลาสติกประเภท HDPE ใช้เวลาในการย่อยสลาย 20 ปี ซึ่งมีอายุการย่อยสลายน้อยกว่าพลาสติกชนิดอื่น จึงอาจสันนิษฐานได้ว่าอายุของขยะในหลุมฝังกลบ มีผลต่อปริมาณและรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในน้ำชะขยะ

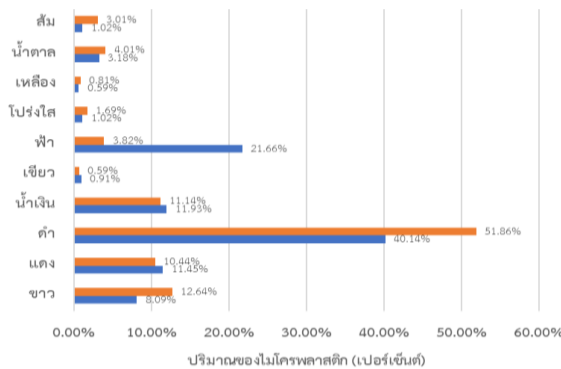
จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศจังหวัดตรัง [8] ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือระหว่างเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม ลมจะพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนมกราคมถึงเมษายนพัดจากทิศตะวันตกก่อนไปทางเหนือเล็กน้อย จึงอาจสันนิษฐานได้ว่าขยะที่ปลิวในพื้นที่ มีผลต่อปริมาณและรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในน้ำชะขยะ เนื่องจากพบไมโครพลาสติกรูปร่าง Fragment มีปริมาณมากในบ่อรวบรวมน้ำชะขยะ 3 (L3) ในช่วงฤดูฝน ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณขยะพลาสติกปลิวที่พบในช่วงฤดูฝนว่า พบขยะพลาสติกประเภท HDPE มากที่สุด ซึ่งกระแสลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ อาจพัดพาขยะพลาสติกขนาดเล็กบริเวณคันดินบ่อขยะ ด้านทิศตะวันออกเฉียง มายังบ่อรวบรวมน้ำชะขยะ 3 (L3) จึงอาจสันนิษฐานได้ว่าขยะที่ปลิวในพื้นที่มีผลต่อปริมาณและรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในน้ำชะขยะ

จากการจำแนกลักษณะของตัวอย่างของขยะประเภทไมโครพลาสติกตามรูปร่าง แบ่งออกเป็น 7 รูปร่าง ได้แก่ Fiber, Microfiber, Fragments, Film, Pellet, Microbead และ Foam เมื่อจำแนกแล้วพบว่าส่วนใหญ่มีลักษณะรูปร่างเป็นแบบ Film และ Fragment ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง พบไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างแบบ Film คิดเป็น 43.26 % และ 38.72 % ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ รองลงมาคือ รูปร่างเป็นแบบ Fragment คิดเป็น 40.88 % และ 38.56 % ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในน้ำชะขยะในฤดูแล้งและฤดูฝน

จากการจำแนก พบขยะพลาสติกประเภทไมโครพลาสติกทั้งหมด 10 สี ได้แก่ สีขาว แดง ดำ น้ำเงิน เขียว ฟ้า โปรงใส เหลือง น้ำตาลและสีส้ม ซึ่งพบว่า ไมโครพลาสติกที่มีสีดำมากที่สุด คิดเป็น 40.14 % และ 51.86 % ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ รองลงมาคือ สีฟ้า คิดเป็น 21.66 % ในฤดูฝน และสีขาว คิดเป็น 12.64 % ในฤดูแล้ง ดังแสดงข้อมูลในรูปที่ 14



รูปที่ 14 สีของไมโครพลาสติกที่พบในน้ำชะขยะในฤดูแล้งและฤดูฝน

## สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนเป็นแหล่งที่มีการสะสมของขยะพลาสติก ทำให้เกิดการแพร่กระจายของอนุภาคพลาสติก โดยองค์ประกอบของขยะพลาสติกและความหนาแน่นของขยะพลาสติกส่งผลต่อชนิดและปริมาณขยะที่ปลิวออกจากพื้นที่ รวมทั้งอายุของขยะในพื้นที่และมีผลต่อปริมาณและรูปร่างของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในน้ำขยะ โดยการแพร่กระจายของขยะพลาสติกจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนไปสู่สิ่งแวดล้อมเกิดจากการปนเปื้อนไปกับน้ำขยะ

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) และความร่วมมือจาก National Institute for Environmental Studies (NIES) ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักช่าง เทศบาลนครตรัง ในการให้ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Golwala, H., Zhang, X., Iskander, S. M., & Smith, A. L. (2021). Solid waste: An overlooked source of microplastics to the environment. *Science of The Total Environment*, 769, 144581.
- [2] Su, Y., Zhang, Z., Wu, D., Zhan, L., Shi, H., & Xie, B. (2019). Occurrence of microplastics in landfill systems and their fate with landfill age. *Water Research*, 164, 114968.
- [3] ธีรศักดิ์, (2558). วิศวกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพฯ.
- [4] Masura J, Baker J, Foster G, Arthur C. (2015). Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment. recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. In: NOAA Tech. Memo. NOS-OR&R-48.
- [5] Free, C. M., Jensen, O. P., Mason, S. A., Eriksen, M., Williamson, N. J., & Boldgiv, B. (2014). High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine pollution bulletin*, 85(1), 156-163.
- [6] เกียรติศักดิ์ วงศ์พร้อมรัตน์. (2556). รอบรู้เรื่องพลาสติก. อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ สถาบันพลาสติก. กรุงเทพฯ.
- [7] Chamas, A., Moon, H., Zheng, J., Qiu, Y., Tabassum, T., Jang, J.H., Abu-Omar, M., Scott, S.L., Suh, S. (2020). Degradation Rates of Plastics in the Environment. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8(9), 3494-3511.
- [8] บริษัท เอ็นไวร์ เทค คอนซัลแตนท์ จำกัด, 2557.รายงานการศึกษาความเหมาะสมเพื่อการก่อสร้างระบบกำจัดขยะแบบผสมผสานและระบบบำบัดน้ำเสีย ระยะที่ 3 เทศบาลนครตรัง.



แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ  
ทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช  
Guidelines Management of Hazardous Waste in  
Laboratory the Faculty of Science and Technology,  
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

พรรณทิพย์ แก้วดี<sup>1\*</sup> พรทิพย์ ศรีแดง<sup>2</sup> และ ฉัตรชัย แก้วดี<sup>3</sup>

Pantip Kaewdee<sup>1\*</sup> Porntip Sridang<sup>2</sup> and Chatchai Kaewdee<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>นิสิตบัณฑิตศึกษา ; <sup>2</sup>รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 73000

<sup>3</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 80280

โทรศัพท์ : 0644047282, E-mail: pantip-meme@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจปริมาณของเสียโดยใช้แบบสำรวจข้อมูล และแยกประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น และ 2) หาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยเก็บข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ระบบการจัดการของเสียของโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย ผลการศึกษา พบว่าปริมาณของเสียอันตรายเกิดจากห้องปฏิบัติการทางเคมีมากที่สุด จำนวนรองลงมาคือ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และน้อยสุดคือ ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา โดยก่อนจัดอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา มีปริมาณของเสียอันตรายรวม 255.32 ลิตร และหลังอบรมลดลงเหลือ 220.14 ลิตร โดยลดลงคิดเป็นร้อยละ 13.78 ประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ มีลักษณะคล้ายคลึงกัน 12 ชนิด โดยห้องปฏิบัติการทางเคมี พบของเสียอันตราย 8 ชนิด ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา พบของเสียอันตราย 1 ชนิด และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม พบของเสียอันตราย 4 ชนิด และของเสียอันตราย 3 อันดับที่พบปริมาณมากที่สุดคือ ของเสียที่มีโลหะหนัก รองลงมาคือ Oxygenated และอันดับที่ 3 คือ ของเสียที่เป็นกรด

คำสำคัญ : ของเสียอันตราย; ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์



## Abstract

The objectives of this research study were 1) To survey the quantity of waste amount using a survey questionnaire and separate types of hazardous waste generated and 2) To find an appropriate approach to the waste management in chemical, biological and environmental science laboratories, Faculty of Science and Technology Nakhon Si Thammarat Rajabhat University. The quantity and type of waste generation were collected in laboratories and applied the index checklist of Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand. The results showed that the highest quantity of hazardous waste generation was found in chemical laboratories, followed by environmental science laboratory and biological laboratories. Before training on hazardous waste management in the laboratory for staffs and students, the total amount of hazardous waste was 255.32 liters while after training the hazardous waste reduction was observed, 220.14 liters, with 13.78 percent. There were 12 types of similar hazardous characteristics in all laboratories. It was found 8 types of hazardous waste in chemical laboratories, 1 type of hazardous waste in biology laboratories and 4 types of hazardous waste environmental science laboratory. The highest top 3 hazardous wastes were heavy metals, oxygenated and acidic waste.

**Keywords :** Hazardous waste; Laboratory of science

## บทนำ

แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจปริมาณของเสียโดยใช้แบบสำรวจข้อมูล และแยกประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น และ 2) หาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เป็นมหาวิทยาลัยที่มีการเรียนการสอนที่ครอบคลุมหลายด้านหนึ่งในนั้นคือด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทดลองปฏิบัติการ และการวิจัยเป็นหลัก โดยห้องปฏิบัติการอยู่ในความรับผิดชอบของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วยหลายสาขาวิชาในส่วนที่เกี่ยวกับการทดลองและการวิจัย ได้แก่ สาขาวิชาเคมี สาขาวิชาชีววิทยา และสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ซึ่งแต่ละสาขามีห้องปฏิบัติการเฉพาะ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการเคมี ห้องปฏิบัติการชีววิทยา และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาจะมีของเสียที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน แม้ว่าปัจจุบันปริมาณของเสียอันตราย ที่เกิดขึ้นจากแต่ละห้องปฏิบัติการมีปริมาณไม่มากนักแต่ของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมแต่ละห้องปฏิบัติการก็ยังคงเป็นปัญหา เนื่องจากการดำเนินงานกำจัดทำโดยผู้ใช้ห้องปฏิบัติการยังคงถ่ายของเสียลงในระบบท่อน้ำทิ้งโดยตรงและบางส่วนใช้การจัดเก็บแบบผสมรวมกันในภาชนะกักเก็บ ทำให้ของเสียที่ได้ปะปนกันไม่สามารถแยกแยะและนำไปกำจัดได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้น้ำเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

จากการตรวจสอบติดตามคุณภาพน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 – ปัจจุบัน [1] พบว่า ยังคงไม่มีการจัดการของเสียอันตรายอย่างเป็นระบบ และปลอดภัย การกำหนดแนวทางจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จึงมีความสำคัญอย่างมากเพื่อให้ของเสียมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และเป็นวิธีหนึ่งที่สนับสนุนการดำเนินงานตามนโยบายของสภามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่กำหนดให้มหาวิทยาลัยเข้าสู่กรอบของการพัฒนาเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวในปี พ.ศ. 2563 [2]

จากความเป็นมาและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและอันตราย ที่เกิดขึ้นจึงทำการวิจัยหาแนวทางในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อดำเนินงานแก้ไขปัญหาการจัดการของเสียอันตรายให้มีความเหมาะสมต่อไป



## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. เครื่องมือและอุปกรณ์ การเก็บข้อมูลด้วยแบบสำรวจและแบบสอบถาม จำนวน 3 ชุด ประกอบด้วย

1.1 ชุดที่ 1 แบบสำรวจข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตราย เป็นแบบสำรวจข้อมูลจากแบบบันทึกมาตรฐานของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 [3] เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตรายในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

1.2 ชุดที่ 2 แบบสอบถามพฤติกรรมกรจัดการเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการ เป็นแบบสอบถามประยุกต์ใช้ข้อมูลจากสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ [4] เพื่อใช้ในการประเมินการกำจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการ

1.3 ชุดที่ 3 ทศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ เป็นแบบสอบถามมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิจัย จากรายงานโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย [5] เพื่อใช้ในการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

### 2. วิธีการดำเนินการ

2.1 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษา กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน โดยจำแนกกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณสัดส่วนประชากร (Cluster Random Sampling) โดยประกอบด้วยนักศึกษา 3 สาขาวิชา และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เข้าใช้งานห้องปฏิบัติการ

2.2 มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณของเสีย ใช้แบบสำรวจ ชุดที่ 1 แบบสำรวจข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของเสียอันตราย, แบบสอบถามชุดที่ 2 พฤติกรรมกรจัดการเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามชุดที่ 3 แบบสอบถามความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ โดยข้อมูลทั้ง 3 ชุด สรุปรวก่อนดำเนินการทดลอง 1 ภาคการศึกษา

2.3 จัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา เพื่อให้มีความเข้าใจและมีส่วนร่วมต่อการดำเนินงานวิจัย โดยใช้คู่มือแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการของสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ [6]

2.4 หลังการอบรมให้ความรู้ สรุปรวรายการสารเคมีในห้องปฏิบัติการ รวบรวมฐานข้อมูลสารเคมี จัดกลุ่มสารเคมีตามระบบ GHS (Globally Harmonised System for Classification and labeling of Chemicals) ติดฉลาก และแสดงรายละเอียดบนเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet: SDS) โดยสร้าง QR – Code เพื่อสะดวกต่อการค้นหาข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี ดำเนินการแยกของเสียประเภทที่อันตรายออกเป็นกลุ่มและดำเนินการจัดการของเสียอันตราย

2.5 ประเมินข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น และบันทึกข้อมูลปริมาณของเสียจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา โดยการจำแนกของเสียตามระบบ Chem track & waste track ใช้แบบสำรวจ ชุดที่ 1 แบบสำรวจข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของเสียอันตรายและนำข้อมูลปริมาณของเสียก่อนและหลังการดำเนินการทดลองมาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาแนวโน้มในการเกิดของเสียอันตราย และประเมินระดับความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการหลังการดำเนินการวิจัย (Posttest) โดยใช้แบบสอบถามชุดที่ 3 แบบสอบถามความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา

2.6 สรุปผลเกี่ยวกับการจัดการของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และประเมินผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อการประมวลผลข้อมูลโดยใช้สถิติที่เหมาะสม และสรุปประเด็นปัญหาและนำข้อมูลที่รวบรวมและดำเนินการทดลองที่ได้วิเคราะห์หาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

### 3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เกณฑ์การให้ระดับการกำจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดของเสียอันตรายจากการเกิดของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ โดยให้คะแนนคำตอบในแต่ละข้อคำถาม แล้ววิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ เพื่อหาจำนวน และร้อยละของคำตอบในแต่ละข้อคำถาม จากนั้นหาคะแนนรวมความรู้ของแต่ละคน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แบ่งระดับความรู้ออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายของเกณฑ์การให้ระดับการกำจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และใช้การประเมินโดยใช้ช่วงคะแนนตามเกณฑ์ประเมินของ Likert Scale [7]

3.2 เกณฑ์การให้ระดับความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของกระบวนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้คะแนนคำตอบในแต่ละข้อคำถาม แล้ววิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ เพื่อหาจำนวน และร้อยละของคำตอบในแต่ละข้อคำถาม จากนั้นหาคะแนนรวมความรู้ของแต่ละคน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.) แบ่งระดับความรู้ออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายของเกณฑ์การให้ระดับการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และใช้การประเมินโดยใช้ช่วงคะแนนตามเกณฑ์ประเมินของ Likert Scale

3.3 พิจารณาการประเมินนำผลการตรวจประเมิน เพื่อหาแนวทางจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่อาจเกิดขึ้น จากนั้นทำการพิจารณาความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิจัย จากรายงานโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย [5] และสรุปข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ และการประเมินความเสี่ยง เพื่อหาแนวทางจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจเกิดขึ้น

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 1. ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการ และกลุ่มตัวอย่าง

ผลการสำรวจของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ประกอบด้วย 3 ห้อง ผลการใช้งานห้องปฏิบัติการของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562 ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการใช้งานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562

ลำดับ	ปริมาณ (จำนวน)						ร้อยละ (%) คน	อันดับ
	ห้องปฏิบัติการ	รายวิชา	จำนวน ชั้นปี	สาขา วิชา	นักศึกษา (คน)	การทดลอง (ครั้ง)		
1	ห้องปฏิบัติการทางเคมี	13	4	3	184	72	62.37	1
2	ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา	3	2	2	61	14	20.68	2
3	ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	2	1	1	50	20	16.95	3
รวม	3	18	-	-	295	106	100	-
เฉลี่ย/ห้องปฏิบัติการ					98.33	35.33	-	-

จากตารางที่ 1 สรุปผลการใช้งานห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักศึกษา ปีการศึกษา 2562 การใช้งานห้องปฏิบัติการทางเคมีของนักศึกษาพบว่าใช้เพื่อทำการทดลองจากกิจกรรมการเรียนการสอน 13 รายวิชา โดยมีนักศึกษาทั้ง 4 ชั้นปี ของ 3 สาขาวิชา รวมจำนวนศึกษา 184 คน คิดเป็นร้อยละ 62.37 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ใช้ห้องปฏิบัติการ คือเป็นอันดับ 1 ของห้องปฏิบัติการที่มีการใช้งาน ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาใช้เพื่อการทดลองจากกิจกรรมการเรียนการสอน 3 รายวิชาของนักศึกษา 2 ชั้นปี ใน 2 สาขาวิชา โดยมีจำนวนศึกษาใช้งาน 61 คน คิดเป็นร้อยละ 20.68 ของจำนวนนักศึกษา อยู่ในอันดับที่ 2 ของห้องปฏิบัติการที่ใช้งาน และห้องปฏิบัติการ ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมใช้เพื่อการทดลองจากกิจกรรมการเรียนการสอน 2 รายวิชาของนักศึกษา 1 ชั้นปี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยมีจำนวนนักศึกษาใช้งาน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 16.95 ของจำนวนนักศึกษาเป็นอันดับสุดท้ายของการใช้ห้องปฏิบัติการ

#### 2. ปริมาณของเสียและประเภทของของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

จากการสำรวจ เก็บข้อมูล และเปรียบเทียบปริมาณของเสียและประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จากกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดของเสียอันตราย ประเภทของเสียได้ดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 3 สาขาวิชา ปีการศึกษา 2562

ที่	ห้องปฏิบัติการ	ประเภทของเสีย (ชนิด)	ปริมาณของเสียเฉลี่ย (ลิตร)			ปริมาณ ของเสียลดลง (ร้อยละ)	ผลประเมิน (ลำดับ)
			ก่อน การอบรม	หลัง การอบรม	ความ แตกต่าง		
1	เคมี	8	169.47	146.70	22.76	13.43	3
2	ชีวภาพ	1	5.00	4.18	0.83	16.50	1
3	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	4	80.86	69.27	11.59	14.34	2
	รวม	15	255.32	220.14	35.18	-	
	เฉลี่ยร้อยละ	-	100.00	86.22	13.78	-	

จากตารางที่ 2 แสดงผลสรุปเปรียบเทียบปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 3 สาขาวิชา ปีการศึกษา 2562 ของนักศึกษา พบว่าก่อนการฝึกอบรมฯ มีของเสียอันตรายรวมทั้งสิ้น 255.32 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 100.00 ของเสียที่ถูกระบายทิ้งออกจากห้องปฏิบัติการทางเคมี ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และหลังการฝึกอบรมฯ มีของเสียอันตรายรวมทั้งสิ้น 220.14 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 86.22 ของสภาพเปรียบเทียบ แสดงให้เห็นว่าปริมาณของเสียอันตรายหลังการอบรมลดลงจากก่อนอบรม 35.18 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 13.78 ซึ่งปริมาณที่ลดลงดังกล่าวนี้เป็นผลมาจากการแยกประเภทของเสียอันตรายก่อนระบายทิ้งลงท่อน้ำทิ้งของห้องปฏิบัติการดังกล่าวข้างต้น โดยของเสียที่จัดอยู่ในประเภทของเสียทั่วไป เช่น สารละลายที่เหลือใช้และเป็นสารที่ไม่มีความเป็นอันตราย สามารถระบายทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำทิ้งได้ (คือปริมาณของเสียที่ลดลง) ในขณะที่ของเสียอันตรายประเภทของเสียที่มีโลหะหนัก, ของเสีย oxygenated และของเสียที่เป็นกรด เป็นต้น ถูกคัดแยกและรวบรวมไว้ในภาชนะรองรับที่เหมาะสมตามประเภท

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการจำแนกประเภทของเสียห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
3 สาขาวิชา ปีการศึกษา 2562

ลำดับ	รายการ	ประเภทของเสียอันตราย											จำนวน (ประเภทของเสีย)	
		ของเสียติดเชื้อ	ของเสียที่มีไซยาไนด์	ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์	ของเสียที่มีปรอท	ของเสียที่มีสารโครเมต	ของเสียที่มีโลหะหนัก	ของเสียที่เป็นกรด	ของเสียอัลคาไลน์	ของเสียไฮโดรคาร์บอน	Oxygenated	NPS Containing		Halogenated
1	ห้องปฏิบัติการทางเคมี		✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9
2	ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา	✓												1
3	ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม				✓	✓	✓	✓						4

จากตารางที่ 3 ผลการสำรวจประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจริงจากห้องปฏิบัติการทั้งหมด พบว่าประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางเคมีและห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ พบประเภทของเสียอันตราย 12 ประเภท โดยประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากการทดลองสูงสุดเป็นอันดับ 1 คือ ของเสียที่มีโลหะหนัก อันดับรองลงมาคือ ของเสียประเภท oxygenated และอันดับสุดท้ายคือของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์

### 3. พฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลปริมาณของเสียและประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จากกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดของเสียอันตราย สามารถเปรียบเทียบพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดอบรมฯ โดยผลเปรียบเทียบพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ใน 18 ข้อคำถาม จาก 6 ประเด็น พบว่า การจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คือ ปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่ ( $\bar{X} = 4.27$ , S.D. = 0.59) แต่ภายหลังได้รับการอบรมมีการพัฒนาขึ้น คือ ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ( $\bar{X} = 4.51$ , S.D. = 0.50) โดยประเด็นคำถามที่มีการพัฒนาหลังจากจัดอบรมฯ คือ หัวข้อห้องปฏิบัติการมีการเก็บรวบรวมของเสียอันตรายอย่างสม่ำเสมอ ก่อนอบรมได้ค่า  $\bar{X} = 3.73$ , S.D. = 0.66 หลังจัดอบรมได้ค่า  $\bar{X} = 4.55$ , S.D. = 0.50 รองลงมาคือ หัวข้อ ห้องปฏิบัติการมีการแบ่งพื้นที่ขยะมูลฝอยทั่วไปแยกจากของเสียอันตราย ก่อนอบรมได้ค่า  $\bar{X} = 3.92$ , S.D. = 0.71 หลังจัดอบรมได้ค่า  $\bar{X} = 4.56$ , S.D. = 0.50 และสุดท้ายคือ หัวข้อ ห้องปฏิบัติการมีการบันทึกประเภทและปริมาณสารเคมี (Inventory Control)/ของเสียอันตราย ก่อนอบรมได้ค่า  $\bar{X} = 3.68$ , S.D. = 1.05 หลังจัดอบรมได้ค่า  $\bar{X} = 4.51$ , S.D. = 0.50

### 4. ทักษะจิตต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ก่อนจัดทำระบบการจัดการของเสียอันตรายได้มีการใช้แบบสอบถามทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นได้ดำเนินการอบรมโดยใช้คู่มือแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการฯ ให้ความรู้แก่นักศึกษาเจ้าหน้าที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง แล้วผู้วิจัยได้ทำทดสอบใช้ระบบการจัดการของเสียเป็นต้นแบบในด้านนี้ เมื่อดำเนินการจัดระบบห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานแล้ว หลังจากนั้นให้นักศึกษาและผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการทำการตอบแบบสอบถามหลังการจัดอบรมฯ โดยผลเปรียบเทียบทัศนคติต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ใน 29 ข้อคำถาม จาก 4 ประเด็น พบว่า ทักษะจิตต่อความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในที่ไม่แน่ใจในความเหมาะสม ( $\bar{X} = 3.03$ , S.D. = 0.77) แต่ภายหลังได้รับการอบรมมีการพัฒนาขึ้น คือ เห็นด้วยกับความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 4.45$ , S.D. = 0.50)

### 5. ปัญหาและอุปสรรคของการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

ปัญหาและอุปสรรคก่อนการจัดอบรมให้ความรู้พบว่า นักศึกษาไม่มีความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตราย อีกทั้งห้องปฏิบัติการไม่มีการจัดการของเสียอันตรายอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยจึงมองเห็นปัญหาที่จะเกิดมากยิ่งขึ้นในอนาคตของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย การเคลื่อนย้ายของเสียอันตราย การกำจัด/ทำลาย การจัดการปริมาณ และมาตรฐานห้องปฏิบัติการ

### 6. แนวทางการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการมาจัดทำแนวทางในการจัดการของเสียอันตรายโดยผู้วิจัยทำการสืบค้นข้อมูลและพบ “โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย” เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและเสนอแนวปฏิบัติในการยกระดับมาตรฐานคุณภาพความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย โดยปรับใช้เป็นแนวทาง มีดัชนีชี้วัด (Checklist) ซึ่งมีรายละเอียดตาม ESPReL Checklist

## สรุป

1. ผลการสำรวจปริมาณของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เกิดจากห้องปฏิบัติการทางเคมีมากที่สุด รองลงมาคือ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และน้อยสุดคือ ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา โดยก่อนจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา มีปริมาณของเสียอันตรายรวม 255.32 ลิตร และหลังอบรมฯ ลดลงเหลือ 220.14 ลิตร โดยลดลงคิดเป็นร้อยละ 13.78



2. การสำรวจประเภทของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มีลักษณะคล้ายคลึงกัน 12 ชนิด โดยในห้องปฏิบัติการทางเคมี พบของเสียอันตราย 8 ชนิด ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา พบของเสียอันตราย 1 ชนิด และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม พบของเสียอันตราย 4 ชนิด และของเสียอันตราย 3 อันดับที่พบปริมาณมากที่สุดคือ ของเสียที่มีโลหะหนัก รองลงมาคือ Oxygenated และอันดับที่ 3 คือ ของเสียที่เป็นกรด

3. พฤติกรรมการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการก่อนและหลังการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษามีค่าแตกต่างกัน โดยพฤติกรรมการจัดเก็บและการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ก่อนอบรม คือ ปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่ ( $\bar{X} = 4.27$ , S.D. = 0.59) แต่ภายหลังได้รับการอบรมมีการพัฒนาขึ้น คือ ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ( $\bar{X} = 4.51$ , S.D. = 0.50)

4. ทักษะคิดในการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษา คือ ไม่แน่ใจความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 3.03$ , S.D. = 0.77) แต่ภายหลังได้รับการอบรมมีการพัฒนาขึ้น คือ เห็นด้วยกับความเหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ( $\bar{X} = 4.45$ , S.D. = 0.50)

5. แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อสามารถนำไปสู่การปฏิบัติ ผู้บริหารระดับคณะกรรมการนโยบายที่นำไปสู่การปฏิบัติที่จริงจัง รวมถึงมีการติดตามผลการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง และการกำหนดพื้นที่และภาชนะจัดเก็บของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ ควรมีการกำหนดพื้นที่ที่สามารถของเสียอันตรายได้อย่างสะดวก และมีรายละเอียดของชนิดของเสียอันตรายที่จะทิ้งบนภาชนะหรือมีป้ายบอกสถานที่หรือวิธีการจัดเก็บให้ชัดเจน ควรควบคุมการเก็บและเคลื่อนย้ายของเสียอันตราย ควรมีผู้ควบคุมการเก็บรวบรวม เคลื่อนย้ายของเสียแต่ละประเภท รวมถึงการส่งกำจัดทำลายได้อย่างถูกต้อง มีการจัดเตรียมภาชนะขนย้ายที่เหมาะสมและง่ายต่อการขนย้าย จัดระบบการบันทึกแบบอิเล็กทรอนิกส์ให้ทันสมัย มีการติดป้ายเตือนการทิ้งของเหลวจากการทดลองลงในท่อระบายน้ำในห้องปฏิบัติการและส่งเสริมจรรยาบรรณของนักศึกษาในการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ การจัดเตรียมคู่มือจัดอบรมการจัดการของเสียอันตรายควรให้ตรงกับแนวทางการปฏิบัติที่ใช้กันทั่วไป ซึ่งกำหนดโดยหน่วยงานกลาง คือ กรมควบคุมมลพิษ ที่จะแยกของเสียออกจากกัน ควรปลูกจิตสำนึกของนักศึกษาและผู้ให้บริการห้องปฏิบัติการในการคัดแยกขยะก่อนทิ้งร่วมกับการอบรมให้ความรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรินทร์ ชาติสุภาพ [8] ที่พบว่าการพัฒนาคู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ ข้อบังคับ ระเบียบกำกับ จะทำให้เกิดการปฏิบัติอย่างจริงจัง และสอดคล้องกับความคิดของ วิษณุพงษ์ ห้วยกรดวัฒนา และพัชรา สีนลอยมา [9] ซึ่งพบว่า ควรมีการจัดอบรมสำหรับประชาชนและเจ้าหน้าที่ให้หน่วยงานของรัฐทางงบประมาณในการดำเนินการ กำหนดขั้นตอนการดำเนินการและพิจารณาบทลงโทษหากมีการฝ่าฝืนกระทำการเก็บและกำจัดขยะอย่างไม่ถูกวิธี สอดคล้องกับ Elizabeth de Souza Nascimento and Alfredo Tenuta Filho [10] เสนอให้ควรมีการโดยระบุกฎหมาย คำสั่งและแนวทางที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การแก้ปัญหาเกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรม จากการสอบถามนักศึกษามีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ควรมีการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง รวมถึงมีการณรงค์เกี่ยวกับการคัดแยกของเสียอันตราย และการทิ้งให้ถูกต้องตามหลักวิชาการมีการสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้ปฏิบัติงานด้านการจัดการของเสียอันตรายอย่างบูรณาการ เช่น การส่งเสริมหรือให้รางวัลหน่วยงานภายในที่มีการจัดการของเสียอันตรายได้ดี และสนับสนุนอุปกรณ์สำหรับป้องกันอันตรายจากของเสียอันตรายให้แก่ผู้ปฏิบัติงานเพื่อลดความเสี่ยงในการติดเชื้อหรือได้รับสารพิษ และมีการตั้งกองทุนจากการจัดการให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับผลประโยชน์จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิล โดยกระบวนการจัดการของเสียอันตรายเหล่านี้

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศรีแดง ซึ่งเป็นที่ปรึกษาให้ความช่วยเหลือเกื้อกูล ผลักดัน และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย รวมทั้ง ดร.ดาวรุ่ง สังข์ทอง, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลิตา สุวรรณ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย แก้วดี ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ส่งผลให้งานวิจัยนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของทุกท่านเป็นอย่างสูง



## เอกสารอ้างอิง

- [1] จิราภรณ์ สังข์ฟู๊ด และคณะ. (2559). สรุปผลโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ น้ำทิ้งทางเคมี บีโอดี ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และซีโอดี”. นครศรีธรรมราช: ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- [2] มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. (2561). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยสีเขียว. เข้าถึงเมื่อ 21 มิถุนายน 2562. เข้าถึงได้จาก <http://greenu.nstru.ac.th/th/#about>
- [3] สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16. (2554). รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างฝั่งตะวันออก ปี 2554. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก [https://www.reo16.mnre.go.th/reo16/doc\\_announce/detail/184](https://www.reo16.mnre.go.th/reo16/doc_announce/detail/184)
- [4] กรมควบคุมมลพิษ. (2553). มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวน้ำ มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก <http://www.pcd.go.th/index.cfm>.
- [5] โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. (2558). คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมครั้งที่ 2. เข้าถึงเมื่อ 6 สิงหาคม 2562. เข้าถึงได้จาก <http://esprel.labsafety.nrct.go.th/files/ESPREL-Book2.pdf>
- [6] สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2548). แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ. กรุงเทพมหานคร: หจก.มีเดีย เพรส.
- [7] ล้วน สายยศและอังครา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- [8] วรินทร์ ชาติสุภาพ. (2560). “การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี”. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- [9] วิชญพงษ์ ห้วยกรดวัฒนา และพัชรา สีนลอยมา. (2563). แนวทางการพัฒนาการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต. 16(3), 127-142.
- [10] Elizabeth de Souza Nascimento and Alfredo Tenuta Filho. (2010). “Chemical waste risk reduction and environmental impact generated by laboratory activities in research and teaching institutions.” Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences 46, 2 (June): 187-198.

# ปัจจัยส่งเสริมประสิทธิภาพการลดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ด้วยการฉีดพ่นละอองน้ำในห้องทดสอบจำลองแบบกึ่งปิด

## The factors enhancing the efficiency of water spraying in PM<sub>2.5</sub> reduction in a semi-closed testing chamber

นพรุจ นาคจันทร์<sup>1</sup> ทรศณีย์ พฤกษาสิริ<sup>2\*</sup> รัชชานนท์ เปี่ยมใจสว่าง<sup>3</sup> สุชาดา สุขหรั่ง<sup>4</sup> และ นรุตม์ สหนาวิน<sup>5</sup>  
Nopparuj Nakjun<sup>1</sup> Tassanee Prueksasit<sup>2\*</sup> Ratchanon Piemjaiswang<sup>3</sup> Suchada sukrong<sup>4</sup> and Narut Sahanavin<sup>5</sup>  
<sup>1</sup>นิสิตมหาบัณฑิต หลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330  
<sup>2\*</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330  
<sup>3</sup>นักวิจัย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330  
<sup>4</sup>ศาสตราจารย์ ภาควิชาเภสัชเวชและเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330  
<sup>5</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัดนครนายก 26120  
โทรศัพท์ : 02-2185196, โทรสาร : 02-2185180, E-mail : tassanee.c@chula.ac.th

### บทคัดย่อ

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในอากาศภายนอกที่มีปริมาณสูง สามารถแพร่กระจายเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่พักอาศัยหรือทำงานอยู่ภายในอาคาร โดยหนึ่งในวิธีการที่ได้นำมาใช้ในการลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนอย่างแพร่หลายในปัจจุบันคือเทคโนโลยีการใช้อุปกรณ์ฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าวิจัยมุ่งเน้นทดสอบประสิทธิภาพของน้ำในการลดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในห้องทดสอบแบบกึ่งปิดด้วยวิธีการฉีดพ่นละออง โดยทดลองปรับเปลี่ยนลักษณะวิธีการฉีดพ่นน้ำ ได้แก่ การปรับขนาดหัวฉีดพ่นที่ 0.1 0.3 และ 0.6 มิลลิเมตร การปรับแรงดันฉีดพ่นที่ 0.2 0.3 และ 0.4 เมกะปาสคาล (MPa) และการเพิ่มจำนวนหัวฉีดที่จำนวน 1 2 และ 3 หัว ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านลักษณะและวิธีการฉีดพ่นละอองน้ำมีส่วนช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการลดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน โดยการเพิ่มขนาดหัวฉีดพ่นละอองน้ำและการเพิ่มแรงดันฉีดพ่น มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละอองอย่างมีนัยสำคัญ โดยการฉีดพ่นน้ำด้วยขนาดหัวฉีดที่ 0.6 มิลลิเมตร ด้วยระดับแรงดันฉีดพ่นที่ 0.4 เมกะปาสคาล (MPa) มีประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> มากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 21.97±1.42

**คำสำคัญ** : ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน; การฉีดพ่นละอองน้ำ; ขนาดหัวฉีดพ่น; แรงดันฉีดพ่น; จำนวนหัวฉีดพ่น

## Abstract

High  $PM_{2.5}$  levels in the ambient air can be transported into buildings. This causes serious health problems for the people who live or work in indoor environments. One of the methods that are widely used to reduce  $PM_{2.5}$  is water spraying technology. This study then aimed to investigate the factors affecting the efficiency of water spray in  $PM_{2.5}$  reduction in a semi-closed testing chamber. Spray nozzle sizes, spray pressure, and nozzle numbers were adjusted to observe the  $PM_{2.5}$  removal efficiency. Three nozzle sizes at 0.1, 0.3, and 0.6 mm, the spray pressures of 0.2, 0.3, and 0.4 MPa, and the numbers nozzles at 1, 2, and 3, were applied for this study. Sets of experiment were conducted in a controlled semi-closed chamber to determine the reduction efficiency. The results showed that nozzle and spraying characteristics, in particular increasing spray nozzle size and water pressure, could help to increase  $PM_{2.5}$  removal efficiency. The highest efficiency of water spray for  $PM_{2.5}$  reduction could be obtained by using a nozzle size of 0.6 mm and water pressure of 0.4 MPa with the value of  $21.97\% \pm 1.42\%$ .

**Keywords :**  $PM_{2.5}$ ; water spraying; nozzle size; water pressure; number of nozzles

## บทนำ

ปัญหาฝุ่น  $PM_{2.5}$  ที่มีปริมาณสูงขึ้นในบรรยากาศส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์อย่างมากโดยเฉพาะกับผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคาร และที่ทำงาน ซึ่งกิจกรรมและสภาพแวดล้อมภายในอาคารเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลทำให้เกิดฝุ่น  $PM_{2.5}$  ได้ เช่น การใช้เชื้อเพลิงในการประกอบอาหารหรือให้ความร้อน การเคลื่อนไหวของบุคคลและสิ่งของภายในอาคารที่ทำให้เกิดฟุ้งกระจายกลับของฝุ่น (re-suspension of particles) ที่มีอยู่แล้วบนพื้นผิวของวัสดุหรือสิ่งของในอาคาร เป็นต้น โดยผลกระทบจากการสัมผัสฝุ่น  $PM_{2.5}$  ของผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคารทั้งในระยะสั้นและระยะยาวมีโอกาสทำให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจและหลอดเลือดหัวใจได้และอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพจนถึงขั้นทำให้เกิดการเสียชีวิตได้ในที่สุด [1] องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กล่าวไว้ว่า ฝุ่น  $PM_{2.5}$  มีความเสี่ยงต่อสุขภาพในระยะยาวที่รุนแรงกว่าฝุ่น  $PM_{10}$  โดยคาดว่าอัตราการเสียชีวิตจากการสัมผัสฝุ่น  $PM_{10}$  จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.2-0.6 ต่อ 10 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร จากทุกสาเหตุของการเกิดโรคจากฝุ่นละออง ในขณะที่การสัมผัสฝุ่น  $PM_{2.5}$  จะมีอัตราการเสียชีวิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 6-13 ต่อ 10 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร จากการเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดหัวใจ [2]

หนึ่งในแหล่งกำเนิดหลักฝุ่น  $PM_{2.5}$  ภายในอาคารที่สำคัญมาจากแหล่งกำเนิดภายนอกที่แพร่กระจายเข้ามาภายในอาคารด้วยอิทธิพลของกระแสลมที่พัดพาฝุ่นละอองเหล่านี้เข้าสู่ภายในอาคาร [3] ซึ่งทำให้ปริมาณฝุ่นละอองที่อยู่ภายนอกอาคารเป็นหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น  $PM_{2.5}$  ภายในอาคารที่เพิ่มมากขึ้น [4] โดยผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่น  $PM_{2.5}$  ภายในและภายนอกอาคาร (I/O ratio) มีค่าน้อยกว่า 1 ระบุว่าฝุ่นละอองภายในอาคารมีปริมาณต่ำกว่าฝุ่นละอองภายนอกอาคาร ซึ่งปริมาณของฝุ่น  $PM_{2.5}$  ภายในอาคารได้รับอิทธิพลมาจากฝุ่น  $PM_{2.5}$  ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากภายนอกอาคารเป็นหลัก โดยฝุ่นละอองภายในอาคารและภายนอกอาคารมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อกัน กล่าวคือ ฝุ่นละอองภายในอาคารได้รับอิทธิพลจากฝุ่นละอองภายนอกอาคาร เมื่อฝุ่นละอองภายนอกอาคารมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ฝุ่นละอองภายในอาคารจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน [5]

การฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่นละออง เป็นวิธีการควบคุมฝุ่นละอองที่ใช้กันมาอย่างยาวนานและพบได้บ่อยครั้ง โดยวิธีการนี้จะทำให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่สามารถลอยตัวอยู่ในบรรยากาศได้ เนื่องจากฝุ่นละอองเหล่านี้จะถูกทำให้เปียกด้วยละอองน้ำและเกิดการรวมตัวกันระหว่างอนุภาคฝุ่น ทำให้อนุภาคมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและตกลงสู่พื้น [6] ถึงแม้ว่าการฉีดพ่นละอองน้ำจะถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แต่ก็มีการศึกษาพบว่าวิธีการฉีดพ่นละอองน้ำมีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่าฝุ่น  $PM_{10}$  เพียงเท่านั้น ยิ่งอนุภาคฝุ่นละอองมีขนาดเล็กประสิทธิภาพในการลดฝุ่นของการฉีดพ่นละอองน้ำก็จะยิ่งลดลงไปจากการศึกษาของ Wang et al. (2019) [7] พบว่าขนาดของฝุ่นละอองส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น โดยการฉีดพ่นละอองน้ำมีประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{10}$  สูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 85.02 ในขณะที่การฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  มีประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 51.66 เท่านั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การทดสอบประสิทธิภาพของการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  ในห้องทดสอบแบบกึ่งปิดด้วยวิธีการฉีดพ่นละออง และศึกษาการปรับเปลี่ยนลักษณะวิธีการฉีดพ่นเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  การศึกษานี้จะสามารถใช้เป็นข้อมูลในการศึกษา การประยุกต์ใช้สารเคมี และพัฒนาวิธีการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  ในอากาศด้วยวิธีการฉีดพ่นละอองต่อไป

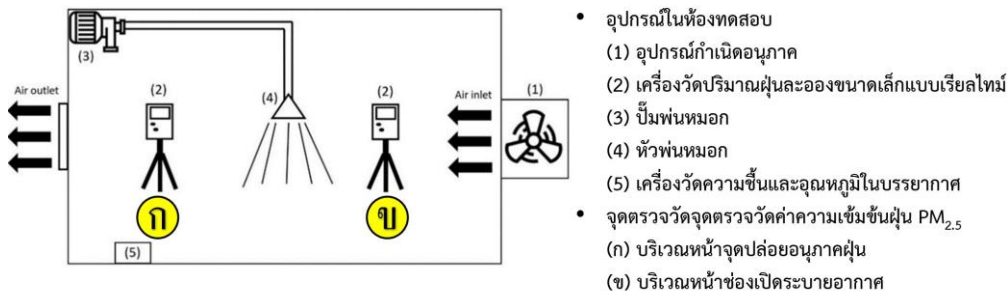
## อุปกรณ์และวิธีการ

### การเตรียมห้องทดสอบจำลองแบบกึ่งปิดและติดตั้งอุปกรณ์

สถานที่ในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการทดสอบในห้องทดสอบจำลองแบบกึ่งปิด โดยทำการดัดแปลงจากโรงเรือนเพาะชำมีผนังเป็นพอลิเมอร์ขนาดกว้าง 200 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร สูง 200 เซนติเมตร ที่มีการเจาะช่องระบายอากาศบริเวณหน้าและหลังของห้องทดสอบ โดยดำเนินการติดตั้งชุดอุปกรณ์ฉีดพ่นละอองน้ำประกอบด้วย ปั้มน้ำอัตโนมัติ แรงดัน 0.4 MPa (4 บาร์) วาล์วปรับลดแรงดันน้ำ และหัวฉีดพ่นละอองน้ำ (Nozzle) และมีอุปกรณ์กำเนิดอนุภาคฝุ่นละอองแบบประดิษฐ์ติดตั้งที่บริเวณช่องระบายอากาศขาเข้าของห้องทดสอบซึ่งประกอบด้วย พัดลมดูดอากาศแบบท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ท่อลมระบายอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว และกล่องพลาสติกขนาด กว้าง 46 เซนติเมตร ยาว 65 เซนติเมตร สูง 39.5 เซนติเมตร โดยใช้รูปขนาด 20 เซนติเมตรบรรจุภายในกล่องเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง และติดตั้งเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กแบบเรียลไทม์ (Aeroqual รุ่น series 500) ภายในห้องทดสอบบริเวณช่องระบายอากาศหน้าและหลัง ดังภาพที่ 1

### การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลความเข้มข้นฝุ่น PM<sub>2.5</sub>

ก่อนเริ่มการทดลองทำการเปิดอุปกรณ์ระบายอากาศในห้องทดสอบเพื่อไล่ฝุ่นละอองที่อยู่ภายในห้องทดสอบเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเริ่มดำเนินการทดสอบเปิดชุดอุปกรณ์กำเนิดอนุภาคเพื่อเริ่มเป่าฝุ่นละอองจากการจัดรูปขนาด 20 เซนติเมตร จำนวน 3 ดอกผ่านช่องทางเข้าของอากาศบริเวณหน้าห้องทดสอบ (air inlet) โดยมีอัตราการไหลเข้าของอากาศจากเครื่องกำเนิดอนุภาคอยู่ที่ 1 เมตรต่อวินาที เปิดอุปกรณ์ฉีดพ่นละอองน้ำโดยกำหนดลักษณะวิธีการฉีดพ่นที่ต่างกันดังนี้ ทดลองฉีดพ่นด้วยความระดับแรงดันฉีดพ่นที่ต่างกัน ได้แก่ แรงดันที่ 0.2 0.3 และ 0.4 เมกะปาสกาล (MPa) ทดลองฉีดพ่นด้วยหัวฉีดพ่นที่มีขนาดรูฉีดพ่นที่ต่างกัน ได้แก่ 0.1, 0.3 และ 0.6 มิลลิเมตร ทดลองฉีดพ่นด้วยจำนวนหัวฉีดพ่นที่ต่างกันจำนวน 1 หัว 2 หัว และ 3 หัว ทำการทดลองต่อเนื่องและเก็บข้อมูลฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ภายในห้องทดสอบแบบกึ่งปิด เป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 15 นาที โดยการทดลองแต่ละชุดได้ทำการทดลอง 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 81 ชุดการทดลอง (N=81) โดยเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่น PM<sub>2.5</sub> บริเวณจุดก่อนและหลังผ่านมานละอองน้ำ ด้วยเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กแบบเรียลไทม์ (Aeroqual รุ่น series 500) ดังภาพที่ 1 และได้มีการทดลองวัดและวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ในขณะที่ไม่มีการฉีดพ่นละอองน้ำก่อนการทดสอบในแต่ละวันเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของเครื่องปริมาณฝุ่นละอองก่อนดำเนินการทดลอง



ภาพที่ 1 แผนผังการติดตั้งอุปกรณ์และจุดตรวจวัดค่าความเข้มข้นฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ในห้องทดสอบ

### การวิเคราะห์ข้อมูลวิเคราะห์ทางสถิติ

(1) วิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพการกำจัดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> (removal efficiency) จากข้อมูลปริมาณความเข้มข้นฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ในช่วงเวลา 5 นาทีสุดท้ายของการทดสอบโดยใช้สมการ (1)

$$\text{Removal efficiency} = \frac{\text{PM}_{2.5(\text{pre})} - \text{PM}_{2.5(\text{post})}}{\text{PM}_{2.5(\text{pre})}} \times 100 \quad (1)$$

PM<sub>2.5(pre)</sub> คือ ค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน บริเวณจุดก่อนผ่านมานละอองน้ำ

PM<sub>2.5(post)</sub> คือ ค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน บริเวณจุดหลังผ่านมานละอองน้ำ

(2) การวิเคราะห์ทางสถิติ ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics ver. 22 โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  และปัจจัยการปรับเปลี่ยนวิธีการฉีดพ่นละอองน้ำโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และวิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการปรับเปลี่ยนวิธีการฉีดพ่นละอองน้ำที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  โดยใช้สัมพัทธ์แบบเพียร์สัน (Pearson correlation)

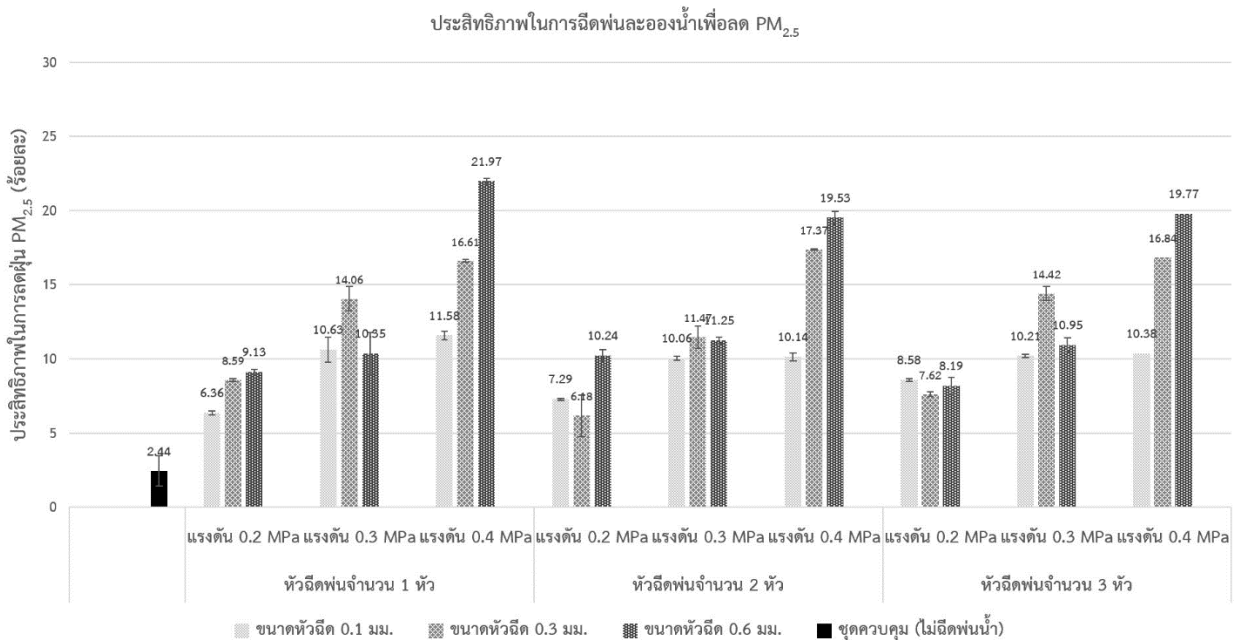
## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ประสิทธิภาพการลดฝุ่น $PM_{2.5}$ ด้วยการฉีดพ่นละอองน้ำ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการฉีดพ่นน้ำเพื่อลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  ในห้องทดสอบแบบกึ่งปิดทุกสภาวะการทดสอบแสดงดังภาพที่ 2 ผลการศึกษาของชุดการทดสอบที่ฉีดพ่นน้ำด้วยหัวฉีดพ่นขนาด 0.1 มิลลิเมตร โดยปรับเปลี่ยนแรงดันและจำนวนหัวฉีดพ่น พบว่า ที่แรงดัน 0.2 เมกะปาสคาล และจำนวนหัวฉีด 1 2 และ 3 หัว มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  อยู่ที่ร้อยละ 6.36±0.35, 7.29±0.29 และ 8.58±0.27 ตามลำดับ ที่แรงดัน 0.3 เมกะปาสคาล และจำนวนหัวฉีด 1 2 และ 3 หัว มีประสิทธิภาพร้อยละ 10.63±0.13, 10.06±0.07 และ 10.21±0.08 ตามลำดับ และที่แรงดัน 0.4 เมกะปาสคาล และจำนวนหัวฉีด 1 2 และ 3 หัว มีประสิทธิภาพร้อยละ 11.58±0.84, 10.14±0.12 และ 10.38±0.1 ตามลำดับ

สำหรับผลการฉีดพ่นน้ำด้วยหัวฉีดพ่นขนาด 0.3 มิลลิเมตร พบว่า ที่แรงดัน 0.2 เมกะปาสคาล ให้ประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  ร้อยละ 8.59±0.23, 6.18±0.08 และ 7.62±0.05 เมื่อใช้จำนวนหัวฉีด 1 2 และ 3 หัว ตามลำดับ ที่แรงดัน 0.3 เมกะปาสคาล ให้ประสิทธิภาพเมื่อใช้จำนวนหัวฉีด 1 2 และ 3 หัว ประมาณร้อยละ 14.06±0.09, 11.47±1.4 และ 14.42±0.15 ตามลำดับ และที่แรงดัน 0.4 เมกะปาสคาล ให้ประสิทธิภาพร้อยละ 16.61±0.83, 17.37±0.74 และ 16.84±0.46 ตามลำดับ

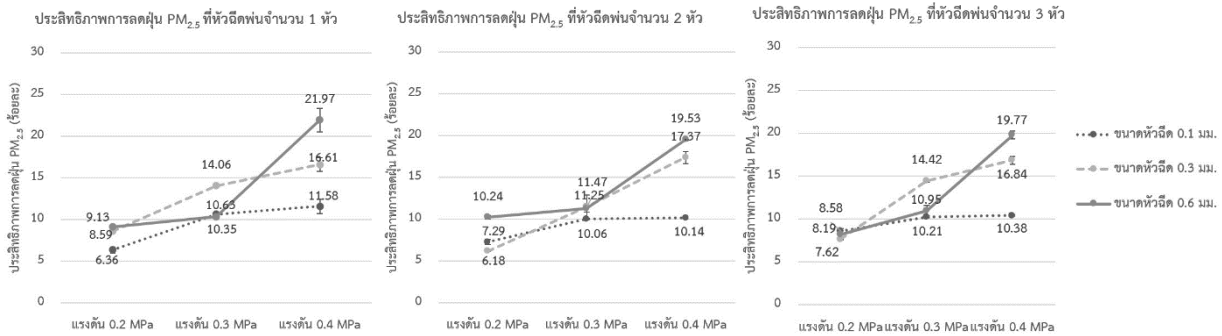
เมื่อเพิ่มขนาดหัวฉีดพ่นเป็น 0.6 มิลลิเมตร และทดสอบด้วยจำนวนหัวฉีด 1 2 และ 3 หัว พบว่า ที่แรงดัน 0.2 เมกะปาสคาล ประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  อยู่ที่ร้อยละ 9.13±0.23, 10.24±0.21 และ 8.19±0.41 ตามลำดับ สำหรับที่แรงดัน 0.3 เมกะปาสคาล ประสิทธิภาพอยู่ที่ร้อยละ 10.35±0.17, 11.25±0.37 และ 10.95±0.59 ตามลำดับ ขณะที่แรงดัน 0.4 เมกะปาสคาล ให้ประสิทธิภาพร้อยละ 21.97±1.42, 19.53±0.21 และ 19.77±0.47 ตามลำดับ



ภาพที่ 2 กราฟประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  ของการปรับเปลี่ยนขนาดหัวฉีดพ่นละอองน้ำและระดับแรงดันฉีดพ่น

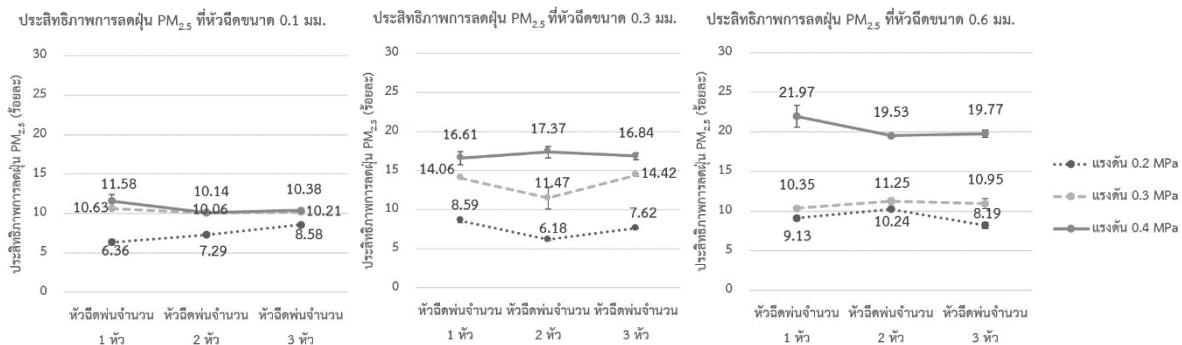


จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  กับแรงดันฉีดพ่น ของหัวฉีดพ่นขนาดต่างๆ ในภาพที่ 3 โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มแรงดันฉีดพ่นส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  เพิ่มสูงขึ้น และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p$ -value < 0.05) ยกตัวอย่างผลการทดสอบฉีดพ่นที่จำนวนหัวฉีด 1 หัว ที่แรงดัน 0.4 เมกะปาสกาล ด้วยขนาดหัวฉีด 0.6 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  มากกว่า การฉีดพ่นที่แรงดัน 0.2 และ 0.3 เมกะปาสกาลที่ 2.12 และ 2.41 เท่า ตามลำดับ



ภาพที่ 3 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  กับแรงดันฉีดพ่น ของหัวฉีดขนาดต่างๆ

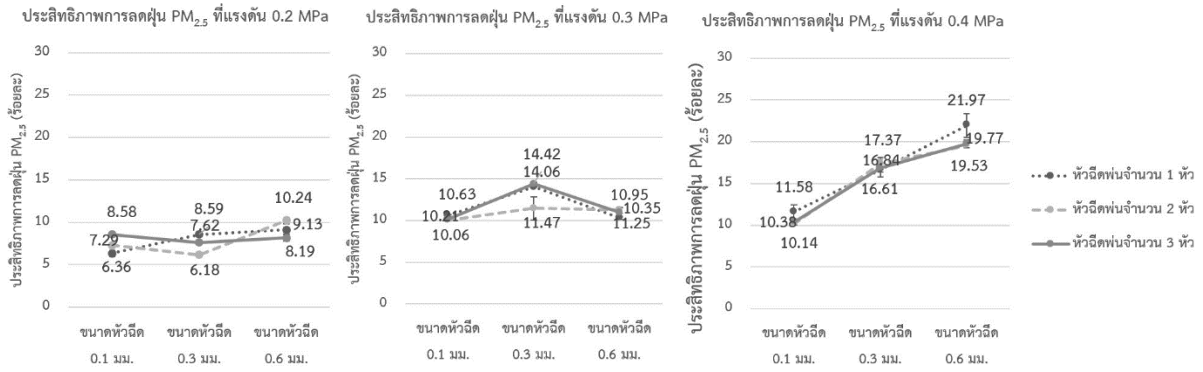
จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  กับการเพิ่ม-ลดจำนวนหัวฉีดของแรงดันฉีดพ่นในระดับต่างๆ ในภาพที่ 4 โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่ม-ลดจำนวนหัวฉีดพ่นไม่มีผลต่อการเพิ่ม-ลดประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่น  $PM_{2.5}$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p$ -value > 0.05)



ภาพที่ 4 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  กับการเพิ่ม-ลดจำนวนหัวฉีด ของแรงดันฉีดพ่นในระดับต่างๆ

และเมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  กับขนาดหัวฉีดพ่น ของการเพิ่ม-ลดจำนวนหัวฉีด ในภาพที่ 5 โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มขนาดหัวฉีดส่งผลให้ประสิทธิภาพในการฉีดพ่นน้ำเพื่อลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  เพิ่มสูงขึ้น และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p$ -value < 0.05) โดยเฉพาะในการทดสอบฉีดพ่นที่แรงดัน 0.4 เมกะปาสกาล ยกตัวอย่างการทดสอบที่จำนวนหัวฉีด 1 หัว การฉีดพ่นด้วยหัวฉีดพ่นขนาด 0.6 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  มากกว่าขนาดหัวฉีด 0.1 และ 0.3 มิลลิเมตรที่ 1.32 และ 1.9 เท่าตามลำดับ





ภาพที่ 5 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> กับขนาดหัวฉีดพ่น ของการเพิ่ม-ลดจำนวนหัวฉีด

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบการปรับเปลี่ยนวิธีการและลักษณะการฉีดพ่น พบว่า บางปัจจัยส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ที่สภาวะการฉีดพ่นด้วยแรงดันสูงสุด (0.4 เมกะปาสคาล) จะเห็นความแตกต่างของประสิทธิภาพในการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ได้อย่างชัดเจน โดยการใช้ขนาดหัวฉีดที่ใหญ่ที่สุด (0.6 มิลลิเมตร) จะมีประสิทธิภาพในการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ได้มากที่สุด ซึ่งมีประสิทธิภาพอยู่ที่ร้อยละ 21.97±1.42 ในขณะที่สภาวะการฉีดพ่นด้วยแรงดันระดับอื่นๆ (0.2 และ 0.3 เมกะปาสคาล) ไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนของประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนขนาดหัวฉีด และการเพิ่ม-ลดจำนวนหัวฉีดพ่น

#### การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางลักษณะวิธีการฉีดพ่นและประสิทธิภาพในการกำจัด PM<sub>2.5</sub>

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson correlation) ที่ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดหัวฉีดพ่น แรงดันฉีดพ่น จำนวนหัวฉีดและประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับขนาดหัวฉีดพ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.388 ซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์น้อย (ค่า r มีค่าต่ำกว่า 0.4) เมื่อพิจารณาผลของแรงดันฉีดพ่น พบว่า การเพิ่มแรงดันฉีดพ่นส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.775 ซึ่งมีระดับความสัมพันธ์มาก (ค่า r มีค่า 0.6 ขึ้นไป) ส่วนจำนวนหัวฉีด ไม่มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (r = -0.27) จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การปรับแรงดันการฉีดพ่นส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> อย่างมาก เมื่อเทียบกับการปรับขนาดหัวฉีดพ่น เนื่องจากระดับความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับความสัมพันธ์ต่ำกว่าแรงดันฉีดพ่นถึงร้อยละ 51.4 ดังจะเห็นได้จากผลที่แสดงข้างต้น (ภาพที่ 6) ที่พบว่า ความแตกต่างของประสิทธิภาพในการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> จากการปรับเปลี่ยนขนาดหัวฉีดพ่นไม่แตกต่างกันระหว่างการฉีดพ่นที่แรงดันต่ำ (0.2 และ 0.3 เมกะปาสคาล) แต่จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อฉีดพ่นในระดับแรงดันน้ำที่สูงที่สุด (0.4 เมกะปาสคาล) ส่วนการเพิ่มแรงดันฉีดพ่นฉีดพ่นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพอย่างชัดเจน ยกตัวอย่างผลการทดสอบที่จำนวนหัวฉีด 1 หัว ประสิทธิภาพในการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ที่หัวฉีดพ่นขนาด 0.1 0.3 และ 0.6 มิลลิเมตร เท่ากับ 11.58±0.84, 16.61±0.83 และ 21.97±1.42 ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการวิจัยในครั้งนี้พบว่า ปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> โดยรวม ได้แก่ ขนาดหัวฉีดพ่นและแรงดันการฉีดพ่น โดยจากชุดทดลองของการศึกษาครั้งนี้ การฉีดพ่นน้ำด้วยขนาดหัวฉีด 0.6 มิลลิเมตร ด้วยระดับแรงดันฉีดพ่นที่ 0.4 เมกะปาสคาล (MPa) สามารถช่วยลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ในสภาวะการทดสอบแบบกึ่งปิดได้สูงสุทธ้อยู่ที่ 21.97±1.42 สูงกว่าค่าการลดลงของฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ในชุดควบคุม (ร้อยละ 2.44±1.02) ถึงประมาณ 9 เท่า ซึ่งปัจจัยที่วิเคราะห์ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bin et al. (2018) ที่ได้ระบุผลการทดลองไว้ว่าการเพิ่มระดับแรงดันฉีดพ่น และขนาดหัวฉีดของอุปกรณ์ฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> และ PM<sub>10</sub> ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นละอองทำได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขนาดหัวฉีด และแรงดันน้ำในการฉีดพ่น ส่งผลให้ความหนาแน่นของละอองน้ำในพื้นที่การฉีดพ่นเพิ่มสูงขึ้น [8] และเมื่อความหนาแน่นของละอองน้ำเพิ่มมากขึ้นปริมาณละอองน้ำที่ออกมาสัมผัสกับฝุ่นละอองจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นด้วย จึงทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นละอองเพิ่มสูงขึ้น [9]

อย่างไรก็ตาม ควรขยายผลการทดสอบเพื่อสามารถอธิบายอิทธิพลของของบางปัจจัยให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น อาทิ การเพิ่มขนาดหัวฉีดมากกว่า 0.6 มิลลิเมตร และเพิ่มแรงดันสูงกว่า 0.4 เมกะปาสคาล จะยังให้ผลความสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างต่อเนื่องหรือไม่ ควรพิจารณาความเหมาะสมของปัจจัยที่ได้เพื่อสามารถใช้ในการออกแบบการนำไปใช้งานจริงได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลการออกแบบหัวฉีดพ่นจากผู้ผลิต ทำให้ยังไม่สามารถระบุขนาดของละอองน้ำที่พ่นจากหัวฉีดพ่นขนาด 0.1 0.3 และ 0.6



มิลลิเมตร ได้อย่างชัดเจน จึงควรศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับขนาดอนุภาคละอองน้ำที่พ่นออกมาจากสภาวะการทดสอบต่างๆ ซึ่งถือเป็นลักษณะกายภาพที่สำคัญต่อการกำจัดฝุ่น  $PM_{2.5}$

## สรุป

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้อุปกรณ์ฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยเฉพาะฝุ่น  $PM_{2.5}$  ในอากาศ มีปัจจัยด้านวิธีการและลักษณะของการฉีดพ่นที่ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการลด  $PM_{2.5}$  โดยการเพิ่มขนาดหัวฉีดพ่น และแรงดันฉีดพ่นที่ใช้มีผลต่อการเพิ่มการเพิ่มประสิทธิภาพในการลด  $PM_{2.5}$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้แรงดันฉีดพ่นที่ 0.4 เมกะปาสกาล (MPa) ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  ของระบบฉีดพ่นละอองน้ำมากกว่าการใช้แรงดันฉีดพ่นที่ 0.2 และ 0.3 MPa แต่การปรับเปลี่ยนขนาดหัวฉีดส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  ในสภาวะที่ฉีดพ่นด้วยแรงดันฉีดพ่นสูงเท่ากัน (0.4 เมกะปาสกาล) อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขนาดหัวฉีดและแรงดันฉีดพ่นในการฉีดพ่นละอองน้ำจะส่งผลต่อปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการฉีดพ่นมากขึ้น ดังนั้นจึงควรพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นว่าคุ้มค่าหรือไม่เมื่อเทียบกับการเพิ่มประสิทธิภาพในการลด  $PM_{2.5}$  โดยเฉพาะเมื่อต้องนำไปใช้ในพื้นที่จริง ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่นละอองโดยทั่วไปทั้งในบริเวณพื้นที่เขตเมือง เขตรอบนอกเมือง โรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่ภายในอาคาร รวมไปถึงพื้นที่การคมนาคมต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้น รวมไปถึงการลดความเสี่ยงของผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ต่อไปในอนาคต

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการ “ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อลดการรับสัมผัส  $PM_{2.5}$  ภายในอาคาร” ของสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และขอขอบคุณภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะพลศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่และอุปกรณ์ด้านการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กสำหรับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Martins, N. R., and Carrilho da Graça, G. (2018). Impact of  $PM_{2.5}$  in indoor urban environments: A review. *Sustainable Cities and Society*, 42, 259-275.
- [2] World Health Organization. (2013). Health effects of particulate matter, Denmark: WHO Regional Office for Europe.
- [3] Li, Z., Wen, Q., and Zhang, R. (2017). Sources, health effects and control strategies of indoor fine particulate matter ( $PM_{2.5}$ ): A review. *Science of the Total Environment*, 586, 610-622.
- [4] United States Environmental Protection Agency. (2017). Indoor Air Quality (IAQ) [Online]. Available from: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/indoor-particulate-matter> [2020, August 22]
- [5] ศิริภัทร อินทร์ตระกูล, ทรรศนีย์ พุกทาสีสิทธิ์, และ นรุตม์ สทรวิน. (2563). ระดับความเข้มข้นตามแนวตั้งของฝุ่นละอองขนาดเล็กในรอบวัน บริเวณอาคารสูงในกรุงเทพมหานคร. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 19: 513-520
- [6] Kumar, D., and Kumar, D. (2018). Dust Control. In *Sustainable Management of Coal Preparation* (pp. 265-278).
- [7] Wang, P., Tan, X., Zhang, L., Li, Y., and Liu, R. (2019). Influence of particle diameter on the wettability of coal dust and the dust suppression efficiency via spraying. *Process Safety and Environmental Protection*, 132, 189-199.
- [8] Bin, H., Yang, Y., Lei, Z., Ao, S., Cai, L., Linjun, Y., and Roszak, S. (2018). Experimental and DFT studies of  $PM_{2.5}$  removal by chemical agglomeration. *Fuel*, 212, 27-33.
- [9] Wang, S., Wang, J., Song, C., and Wen, J. (2019). Numerical investigation on urea particle removal in a spray scrubber using particle capture theory. *Chemical Engineering Research and Design*, 145, 150-158.



# ประสิทธิภาพของสารไบโอพอลิเมอร์ในการลดฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในห้องทดสอบจำลองแบบปิด

## Efficiency of Biopolymers in PM<sub>2.5</sub> Reduction in a Closed Chamber

ขวัญศิณี เบ็ญเข็ม<sup>1</sup> ทรศนีย์ พุกกาสิทธิ์<sup>2\*</sup> รัชชานนท์ เปี่ยมใจสว่าง<sup>3</sup> สุชาดา สุขทรง<sup>4</sup> และ นรุตม์ สหนาวิน<sup>5</sup>  
 Kwansinee Benheem<sup>1</sup> Tassanee Prueksat<sup>2\*</sup> Ratchanon Piemjaiswang<sup>3</sup> Suchada Sukrong<sup>4</sup> and Narut Sahanavin<sup>5</sup>  
<sup>1</sup>นิสิตบัณฑิตศึกษา หลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330  
<sup>2\*</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330  
<sup>3</sup>นักวิจัย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330  
<sup>4</sup>ศาสตราจารย์ เกษัชกรหญิง ร.ต.อ.หญิง ภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330  
<sup>5</sup>อาจารย์ ภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัดนครนายก 26120  
 โทรศัพท์ : 02-2185196, โทรสาร : 02-2185180, E-mail : tassanee.c@chula.ac.th

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันประชาชนให้ความสนใจและความสำคัญอย่างมากต่อปัญหา PM<sub>2.5</sub> โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคารเป็นหลักซึ่งจะมีโอกาสได้รับสัมผัสมลพิษทั้งจากภายในอาคารและภายนอกอาคาร งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการลด PM<sub>2.5</sub> ภายในอาคาร โดยใช้สารเคมีที่มีลักษณะสมบัติในการเกาะรวมฝุ่นละอองและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งทดสอบสภาวะและปัจจัยที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้สารลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ซึ่งสารเคมีที่เลือกใช้ ได้แก่ สารไบโอพอลิเมอร์ (เพคติน) โดยทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารทดสอบในการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ผ่านการฉีดพ่นเปรียบเทียบกับน้ำในห้องทดสอบระบบปิด ทั้งนี้ปัจจัยที่กำหนด ได้แก่ ความเข้มข้นของสารและปริมาตรสารฉีดพ่น โดยความเข้มข้นของเพคตินกำหนดที่ 0.05 0.1 และ 0.5% w/v และปริมาตรสารที่ใช้ฉีดพ่นเท่ากับ 75 100 และ 150 มิลลิลิตร ทดลองฉีดพ่นด้วยหัวพ่นหมอกจำนวน 1 หัว ขนาดหัวฉีด 0.3 มิลลิเมตร หลังจากทดสอบการฉีดพ่นสารเคมีโดยควบคุมปริมาณ PM<sub>2.5</sub> จากวันรูป พบว่าการฉีดพ่นเพคตินที่ความเข้มข้น 0.5% w/v และปริมาตร 100 มิลลิลิตร ให้ประสิทธิภาพการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> สูงที่สุดเท่ากับ 66.2±22.6% และให้ประสิทธิภาพดีกว่าน้ำ (53.2±2.84%) ที่ทดสอบด้วยปริมาตรเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คำสำคัญ : PM<sub>2.5</sub>; การเกาะรวมทางเคมี; สารไบโอพอลิเมอร์; การฉีดพ่นละออง

## Abstract

Recently, people pay more attention and concern about the problem caused by particulate matter less than 2.5 micron ( $PM_{2.5}$ ) especially the residents who mainly stay inside buildings which may expose the particles from both indoor and outdoor emission sources. Thus, this study focused on reducing indoor  $PM_{2.5}$  by using environmental friendly chemical agglomeration solution. The study investigates the factors affecting the removal efficiency of  $PM_{2.5}$  including the solution concentration and solution volume. The spraying solution prepared by biopolymer (pectin) mixed with water. Pectin solution concentration used for the testing were 0.05, 0.1 and 0.5% w/v, and the volumes of solutions of 75, 100, and 150 ml, were applied. A spray nozzle with a diameter of 0.3 mm was fixed at the center of the closed chamber and incense smoke was used as a source of  $PM_{2.5}$ . The results showed that spraying pectin at 0.5% w/v and 100 ml gave the highest removal efficiency at  $66.2 \pm 22.6\%$ , and yielded significant greater than that of the water ( $53.2 \pm 2.84\%$ ) at a confidence level of 95%.

**Keywords :**  $PM_{2.5}$ ; indoor air; chemical agglomeration; spray nozzle

## บทนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศภายในอาคาร (indoor air pollution) เป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญในพื้นที่เขตเมืองและมีการจัดอันดับปัญหามลพิษภายในอาคารให้เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัย [1] มลพิษอากาศที่เกิดขึ้นภายในอาคารกำลังเป็นที่สนใจและมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากประชาชนใช้เวลาส่วนใหญ่ภายในอาคารมากถึงร้อยละ 90 ของเวลาทั้งหมดในแต่ละวัน [2] โดยเฉพาะปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $PM_{2.5}$ ) ซึ่งเป็นหนึ่งในสารที่องค์การอนามัยโลกจัดว่าเป็นหนึ่งในแปดของตัวชี้วัดมาตรฐานคุณภาพอากาศและเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ [3] เนื่องจากเป็นสารที่มีอนุภาคขนาดเล็กสามารถเดินทางเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง และซึมผ่านผนังปอดเข้าสู่กระแสเลือด และเป็นสารที่เป็นพาหะสารอื่น เช่น ปรอท สารโลหะหนัก เป็นต้น ซึ่งหากได้รับเป็นระยะเวลานานจะก่อให้เกิดมะเร็งต่อผู้รับสัมผัสได้ [4]

การรับสัมผัส  $PM_{2.5}$  ภายในอาคารมีหลายสาเหตุ โดยมาจากการเคลื่อนที่ของมลพิษทางอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร และจากแหล่งกำเนิดภายในอาคารเอง ทั้งนี้มลพิษทางอากาศจากภายนอกอาคารสามารถแพร่กระจายเข้าสู่ภายในอาคารได้ โดยผ่านการระบายอากาศหรือการแทรกซึมผ่านช่องว่าง รอยต่อ และเพดาน [5] อีกทั้งภายในอาคารเองก็มีแหล่งกำเนิดที่อาจก่อให้เกิดฝุ่น  $PM_{2.5}$  ได้เช่นกัน อาทิ การประกอบอาหารสามารถก่อให้เกิดฝุ่นละออง  $PM_{2.5}$  ภายในอาคารคิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 61.9 เมื่อเทียบกับฝุ่นจากภายนอกอาคาร [6]

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีหลายวิธีที่ช่วยลดฝุ่นละออง  $PM_{2.5}$  ภายในอาคารได้ ได้แก่ การใช้เครื่องฟอกอากาศ เครื่องกรองอากาศ เครื่องปรับอากาศ รวมทั้งการใช้สเปรย์หรือฉีดพ่นละอองน้ำ ซึ่งการฉีดพ่นละอองน้ำเป็นอีกนวัตกรรมหนึ่งที่มีข้อดีในด้านการใช้งานที่สะดวกรวดเร็ว โดยมีกลไกในการทำให้ฝุ่นละอองที่ลอยในอากาศเกิดการเกาะรวมกัน ส่งผลให้ฝุ่นละอองเกิดการเกาะรวมกันจนมีน้ำหนักและตกลงสู่พื้นได้ ซึ่งจากการศึกษาของ Bin et al. (2018) พบว่าการรวมตัวกันของอนุภาคฝุ่นด้วยสารเคมีให้ผลลัพธ์ที่ดีอย่างมากในการปรับปรุงประสิทธิภาพการกำจัดฝุ่น [7] โดยสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพให้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ พบว่าค่าประสิทธิภาพในการลด  $PM_{2.5}$  โดยฉีดพ่นด้วยสารพอลิเมอร์พบว่ามีค่าอยู่ที่ 77.6% ดังนั้นการรวมตัวทางเคมีสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดอนุภาคฝุ่นละอองได้อย่างมากด้วยการรวมอนุภาคขนาดเล็กให้เป็นอนุภาคขนาดใหญ่ขึ้น [8] แต่เนื่องจากการฉีดพ่นละอองเพื่อลดฝุ่นยังมีข้อจำกัดในด้านสารเคมีที่ใช้เป็นสารที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิว และอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งใช้สำหรับพื้นที่อุตสาหกรรมเท่านั้นและยังมีการศึกษาข้อมูลด้านสภาวะและปัจจัยที่เหมาะสมต่อการใช้งานภายในอาคารเพียงเล็กน้อย

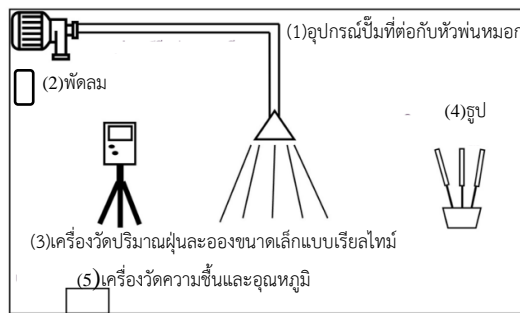
ดังนั้น งานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการทดสอบเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของวิธีการฉีดพ่นละอองเพื่อลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  โดยเลือกใช้สารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิว ได้แก่ สารไบโอพอลิเมอร์ ซึ่งมีกลไกการดักจับอนุภาคที่เป็นละอองลอยในอากาศให้เกิดการเกาะรวมเป็นอนุภาคขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากขึ้นจนตกลงสู่พื้น (chemical agglomeration) รวมทั้งทดสอบสภาวะและปัจจัยที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้สารในการลดฝุ่น  $PM_{2.5}$  ที่ฟุ้งกระจายในอากาศให้ตกสู่พื้นได้ง่าย

ขึ้น เพื่อสามารถนำข้อมูลไปพัฒนาและต่อยอดสำหรับการใช้ในพื้นที่ปิดได้ และตอบสนองต่อความต้องการของผู้อาศัยทั้งในอาคาร และพื้นที่ปิดต่างๆ ได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### การเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน

ตรวจวัดความเข้มข้นของ PM<sub>2.5</sub> โดยเก็บข้อมูลก่อนและหลังการฉีดพ่นละออง ด้วยเครื่อง Aeroqual Series 500 monitor Software version 6.5 ที่สามารถอ่านค่าทันที (Real-time) ซึ่งทำงานด้วยหลักการ Light scattering สามารถอ่านค่าความเข้มข้นได้ในช่วง 0.001-1.000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตัวเครื่องได้รับการสอบเทียบจากผู้ผลิต และแสดงข้อมูลเป็นแบบรายนาที่หลังจากตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ทำการตรวจวัดโดยเปิดอุปกรณ์ตรวจวัด PM<sub>2.5</sub> แบบต่อเนื่อง และอุปกรณ์ควบคุมความชื้นภายในห้องทดสอบ (Xiaomi Zhibai Smart Control) รวมถึงอุปกรณ์บันทึกค่าอุณหภูมิภายในและนอกห้องทดสอบ (Temp & RH Data Logger) แพนผังการติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องทดสอบจำลองระบบปิด ขนาดความกว้าง×ยาว×สูง คือ 200 เซนติเมตร × 300 เซนติเมตร × 200 เซนติเมตร ปรากฏดังรูปที่ 1 ขั้นตอนการทดสอบเริ่มโดยจุดรูขนาดความยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ที่เป็นตัวแทนแหล่งกำเนิดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ร่วมกับการเปิดพัดลมให้เกิดการฟุ้งกระจายภายในห้องทดสอบจำลองแบบปิดเป็นเวลา 10 นาที จนรูปเกิดการเผาไหม้หมด จากนั้นทำการเก็บข้อมูลความเข้มข้นของ PM<sub>2.5</sub> ก่อนการฉีดพ่นสารผ่านหัวฉีดพ่นละอองจำนวน 1 หัวฉีดที่ติดตั้งตรงกลางห้องทดสอบ ขนาดหัวฉีดพ่นที่ใช้เท่ากับ 0.3 มิลลิเมตร โดยทำการวัดและบันทึก PM<sub>2.5</sub> ภายในห้องทดสอบอย่างต่อเนื่อง เป็นระยะเวลา 70 นาที จากนั้นทำการทดสอบอีกครั้งโดยเก็บข้อมูลความเข้มข้นของ PM<sub>2.5</sub> โดยฉีดพ่นสารเคมีที่ผ่านการเตรียมสารละลายแล้ว แต่ละชุดการทดสอบทำจำนวน 3 ซ้ำ



รูปที่ 1 แพนผังการติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องทดสอบระบบปิด

#### การวิเคราะห์ข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติ

- (1) คำนวณค่าประสิทธิภาพการลด PM<sub>2.5</sub> (removal efficiency) จากสมการ (1)

$$\text{Removal efficiency} = \frac{PM_{2.5(\text{pre})} - PM_{2.5(\text{post})}}{PM_{2.5(\text{pre})}} \times 100 \quad (1)$$

PM<sub>2.5(pre)</sub> คือ ค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ก่อนการฉีดพ่นสาร

PM<sub>2.5(post)</sub> คือ ค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน หลังการฉีดพ่นสาร

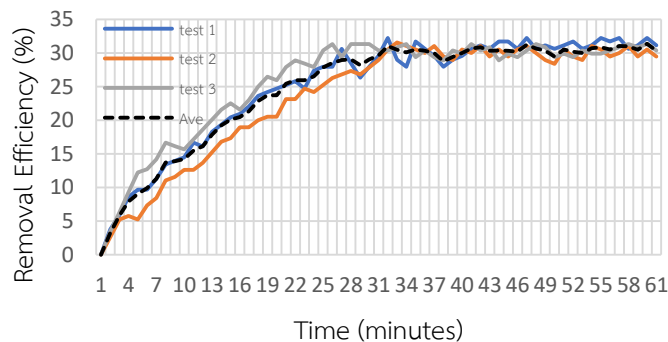
- (2) การวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ วิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพการลด PM<sub>2.5</sub> ด้วยโปรแกรม SPSS statistics ver. 28 โดยวิเคราะห์ความแตกต่างของประสิทธิภาพการลด PM<sub>2.5</sub> ของปัจจัยความเข้มข้นสารและปริมาณสารที่ฉีดพ่น โดยใช้สถิติอนุमान Analysis of variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



## ผลการทดลองและวิจารณ์

### การทดสอบการเปลี่ยนแปลงของฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ภายในห้องทดสอบจำลองระบบปิดก่อนเริ่มการทดสอบชุดต่างๆ

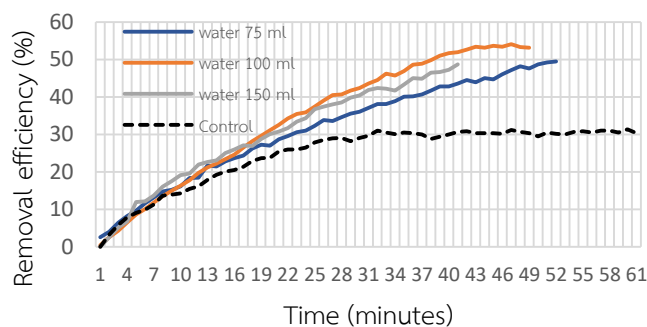
ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของ PM<sub>2.5</sub> ภายในห้องทดสอบจำลองระบบปิดก่อนเริ่มการทดสอบกระบวนการเกาะรวมทางเคมีของชุดทดสอบต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 60 นาที พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ภายในห้องทดสอบค่อยๆ ลดลง โดยปริมาณความเข้มข้นของ PM<sub>2.5</sub> มีค่าเริ่มต้นอยู่ในช่วง 179-197  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $187 \pm 9.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  เมื่อเวลาผ่านไปมีค่าลดลงอยู่ในช่วง 128-142  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $134.7 \pm 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  สามารถแสดงการลดลงของ PM<sub>2.5</sub> ที่เวลาทดสอบต่างๆ ดังรูปที่ 2 ซึ่งการลดลงภายในห้องทดสอบที่ยังไม่มีการฉีดพ่นสารใดๆ อยู่ในช่วงร้อยละ 29.5-31.2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ  $30.3 \pm 17.1$  ซึ่งผลค่าเฉลี่ยการลดลงของ PM<sub>2.5</sub> นำไปใช้เป็นชุดควบคุมเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบหลังการฉีดพ่นละอองด้วยสารเคมีต่อไป



รูปที่ 2 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของ PM<sub>2.5</sub> ก่อนการเริ่มชุดทดสอบต่าง ๆ

### ประสิทธิภาพของน้ำเปล่าในการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub>

ผลการทดสอบการฉีดพ่นละอองด้วยน้ำในการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> การทดสอบในนาที่ที่ 10 พบว่า ค่าประสิทธิภาพการลดลงของ PM<sub>2.5</sub> ที่ปริมาตรสาร 75 100 และ 150 มิลลิลิตร ปรากฏดังรูปที่ 3 พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 49.5-50.8 51.1-54.9 และ 42.1-45.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $49.6 \pm 3.41$   $53.2 \pm 2.84$  และ  $44.1 \pm 4.34$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตรมีประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> มากที่สุด และมีค่าต่ำสุดที่ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> ที่ปริมาตรแตกต่างกันพบว่า ประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> ของน้ำที่ปริมาตร 75 100 และ 150 มิลลิลิตร มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพการลดลงของ PM<sub>2.5</sub> ของน้ำเทียบกับชุดควบคุมพบว่า การฉีดพ่นละอองด้วยน้ำให้ประสิทธิภาพในการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> แตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งน้ำสามารถลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ได้ดีกว่าการลดลงของ PM<sub>2.5</sub> ในชุดควบคุม เนื่องจากน้ำมีความสามารถช่วยในการเกาะรวมอนุภาคในอากาศได้ [9] ทำให้อนุภาคเกิดการรวมตัวกันจนมีน้ำหนักและตกลงสู่พื้นดิน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Bin et al. (2018) ที่พบว่า การฉีดพ่นละอองด้วยน้ำเปล่าสามารถช่วยลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> โดยคิดเป็นประสิทธิภาพเท่ากับ 68.1% [7]



รูปที่ 3 ประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> หลังการฉีดพ่นด้วยน้ำที่ปริมาตรต่าง ๆ



### ประสิทธิภาพของสารไบโอพอลิเมอร์ในการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub>

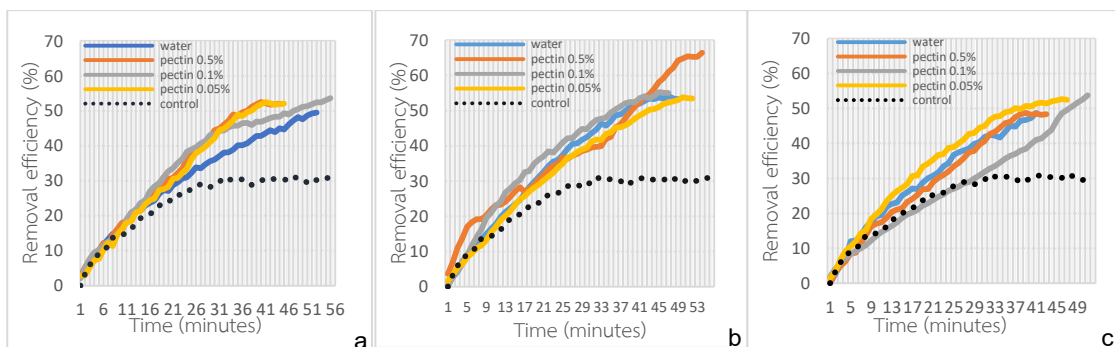
ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> ด้วยสารละลายเพคตินที่ความเข้มข้น 0.05 0.1 และ 0.5% (w/v) ที่ปริมาตร 75 100 และ 150 มิลลิลิตร ปรากฏดังรูปที่ 4 พบว่า ค่าประสิทธิภาพการลดลงของ PM<sub>2.5</sub> ที่ทดสอบด้วยความเข้มข้น 0.05 0.1 และ 0.5% (w/v) ที่ปริมาตร 75 มิลลิลิตร มีค่าอยู่ในช่วง 52.9-54.3 53.3-55 และ 51-53.3% ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.5±23.4 54.2±22.3 และ 52.1±26.2% ตามลำดับ สำหรับค่าประสิทธิภาพการลดลงของ PM<sub>2.5</sub> ที่ความเข้มข้น 0.05 0.1 และ 0.5% (w/v) ที่ปริมาตร 100 มิลลิลิตร มีค่าอยู่ในช่วง 51.7-54.7 52.1-56.8 และ 66-66.3% ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.4±22.8 54.5±27.5 และ 66.2±22.6% ตามลำดับ สำหรับค่าประสิทธิภาพการลดลงของ PM<sub>2.5</sub> ที่ความเข้มข้น 0.05 0.1 และ 0.5% (w/v) ที่ปริมาตร 150 มิลลิลิตร มีค่าอยู่ในช่วง 50-54.3 50.8-54 และ 44.4-45.1% ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.7±24.9 53.4±19.4 และ 44.8±24.3% ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> สำหรับการฉีดพ่นด้วยสารละลายเพคติน พบว่า ประสิทธิภาพสูงที่สุดที่ทดสอบด้วยความเข้มข้นที่ 0.5% (w/v) รองลงมาคือความเข้มข้นที่ 0.1% (w/v) และต่ำสุดที่ความเข้มข้นที่ 0.05% (w/v) ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> ความเข้มข้นที่แตกต่างกันกลับไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาปริมาตรของสารละลายร่วมด้วยพบว่า ประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาตรและความเข้มข้นของสารละลายที่มีความแตกต่างกันส่งผลให้ประสิทธิภาพที่ได้มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับประสิทธิภาพในการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> เนื่องจากสารละลายเพคตินมีแรงดึงผิวที่ต่ำกว่าน้ำทำให้เกิดการสร้าง liquid film บนพื้นผิวของอนุภาคได้ ดังนั้นความเข้มข้นของสารละลายที่สูงขึ้นจะทำให้สารละลายมีแรงดึงผิวลดลงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเกาะรวมอนุภาคเพิ่มมากขึ้น [10] รวมทั้งความสามารถในการเกาะรวมระหว่างอนุภาคที่มากขึ้นจากแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคและสารเคมี [7],[16] แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาสารละลายเพคตินที่ความเข้มข้นเดียวกันแต่ปริมาตรเพิ่มขึ้นกลับพบว่า ประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> ลดลง อาจเนื่องมาจากมวลเนื้อสารที่เจือจางขึ้นทำให้ความสามารถในการเกาะรวมระหว่างอนุภาคลดลง และเมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพการลด PM<sub>2.5</sub> ของสารละลายเพคตินเทียบกับน้ำและชุดควบคุม ปรากฏดังรูปที่ 5 พบว่าประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> ของสารละลายเพคตินให้ประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> 66.2% สูงสุดและสูงกว่าการใช้น้ำเปล่าที่พบ 53.2% ที่ปริมาตรเดียวกันและสูงกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้การฉีดพ่นละอองด้วยสารละลายเพคตินที่ความเข้มข้น 0.5% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ให้ประสิทธิภาพในการลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> แตกต่างกับน้ำและชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเพคตินเป็นสารที่สามารถลดฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ได้ดีกว่าน้ำและชุดควบคุม เนื่องจากสารละลายเพคตินมีลักษณะสมบัติที่สามารถช่วยเกาะรวมอนุภาคของฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> ในอากาศได้ ทำให้อนุภาคเกิดการรวมตัวกันจนมีน้ำหนักและตกลงสู่พื้นดิน [11] อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการลด PM<sub>2.5</sub> ของสารละลายเพคตินที่ความเข้มข้นอื่น ๆ ที่ต่ำกว่ากลับพบว่า ไม่มีความแตกต่างกับน้ำอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากปริมาณความเข้มข้นที่ต่ำเกินไปทำให้ความสามารถในการเกาะรวมระหว่างอนุภาคที่ได้ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับน้ำ โดยผลการวิจัยนี้ให้แนวโน้มทำนองเดียวกับงานวิจัยของ Bin et al. (2018) ในส่วนผลที่สารเพคตินให้ประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> สูงที่สุดและดีกว่าการใช้น้ำ [7] ซึ่งเป็นการทดสอบสารเคมีเกาะรวมฝุ่นที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ถ่านหิน และใช้การฉีดพ่นละอองขนาดไมครอนที่ออกแบบในเชิงอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> ด้วยสารเพคตินให้ผล 77.6% และมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้น้ำ 68.1% ซึ่งสูงกว่าการศึกษานี้

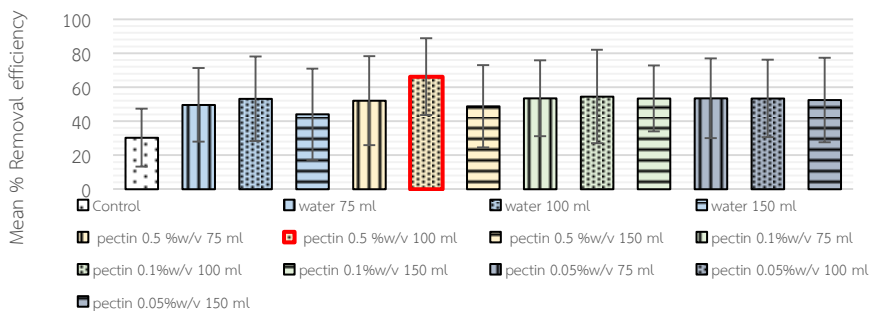
อย่างไรก็ตาม การที่ได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบ อาทิ ปริมาณความเข้มข้นของ PM<sub>2.5</sub> เริ่มต้น ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมี ปริมาตรของสารเคมีที่ใช้ ขนาดละอองที่ผ่านหัวฉีดพ่นละออง อุณหภูมิ และความชื้นภายในห้องทดสอบ [12] เป็นต้น เนื่องจากงานวิจัยนี้ใช้การเผาไหม้รูปขนาด 2 เซนติเมตร ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของ PM<sub>2.5</sub> ที่ปรากฏและเครื่องมือสามารถตรวจวัดได้มีค่าที่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 179-197 ไมโครกรัม/ลบ.ม. ซึ่งอาจส่งผลต่อการเกาะรวมกับสารที่ใช้ทดสอบได้ และเมื่อพิจารณาขนาดหัวฉีดพ่นสารที่ใช้ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร จำนวน 1 หัว ถือว่ามีขนาดละอองที่พ่นใหญ่กว่าการศึกษาที่ผ่านมาของ Bin et al. (2018)

จากข้อสังเกตสภาพแวดล้อมของการทดสอบในงานวิจัยนี้ที่ทำการควบคุมอุณหภูมิห้องที่อุณหภูมิห้องและความชื้นสัมพัทธ์เริ่มต้นที่ประมาณ 40% และเมื่อสิ้นสุดการทดสอบพบว่าความชื้นสูงขึ้นจากเดิมอีกประมาณ 15-20% จึงทำให้อากาศภายในพื้นที่หลังการฉีดพ่นมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ประมาณ 55-60% จากการศึกษาของ Kim et al. (2019) พบว่าความชื้นเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของอนุภาคฝุ่นในอากาศ และมีการรายงานว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้นมีส่วนช่วยเพิ่มการรวมตัวกันของอนุภาคฝุ่น เมื่อพิจารณาค่าความชื้นที่เหมาะสมของผู้ที่อาศัยภายในอาคารที่แนะนำไว้ในช่วง 40-60% จะเห็นว่าการเพิ่มความชื้นจากการฉีดพ่นละอองในสภาวะที่ทดสอบยังไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมของผู้ที่อาศัยภายในอาคารแต่อย่างใด [13]

สำหรับปัจจัยด้านอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถพิจารณาจากการศึกษาของ Roberts et al. (2016) ที่ศึกษาเปรียบเทียบการฉีดพ่นละอองน้ำที่อุณหภูมิแตกต่างกันระหว่าง 50 100 และ 220 องศาเซลเซียส โดยทดสอบในพื้นที่อุตสาหกรรมที่เป็นพื้นที่เปิด และใช้หัวฉีดพ่นจำนวน 2 หัว ที่มีขนาดของละออง 24 ไมโครเมตร ประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> คิดเป็น 71.2% โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลต่อการเกาะรวมของอนุภาคที่สูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้สารละลายแข็งตัวเร็วขึ้นทำให้การเกาะรวมของอนุภาคเกิดได้เร็วและมีความคงตัวมากขึ้น [14] ซึ่งอุณหภูมิทดสอบของงานวิจัยดังกล่าวมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับงานวิจัยครั้งนี้ที่ทดสอบ ณ อุณหภูมิห้อง และใช้จำนวนหัวฉีดพ่นที่น้อยกว่า และจากการศึกษาของ Wang et al. (2019) ได้กล่าวถึงขนาดของละอองที่ทำการฉีดพ่น หากขนาดของละอองที่มีความใหญ่กว่าอนุภาคของฝุ่นละอองที่ต้องการรวมตัว จะมีความสามารถในการรวมตัวกับฝุ่นละอองต่ำกว่าขนาดละอองที่มีขนาดใกล้เคียงกับอนุภาคของฝุ่น โดยขนาดละอองมีความสัมพันธ์กับขนาดหัวฉีดพ่นละออง [15] และผลการศึกษาของ Lui et al. (2016) รายงานไว้ว่า ผลจากการใช้หัวฉีดพ่นขนาด 0.3 mm ช่วยทำให้ฝุ่นลดลง 57.7% สูงกว่าการใช้หัวฉีดพ่นขนาด 0.5 mm ที่ลดได้ 47.4% [16]



รูปที่ 4 ประสิทธิภาพในการลด PM<sub>2.5</sub> หลังการฉีดพ่นด้วยสารเพคตินที่ปริมาตร 75(a) 100(b) 150(c) มิลลิลิตร



รูปที่ 5 ประสิทธิภาพการลดลงของฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ภายในห้องทดสอบระบบปิดระหว่างชุดทดสอบต่างๆ

### สรุป

การใช้สารไบโอพอลิเมอร์สามารถช่วยในการเกาะรวมอนุภาคแขวนลอยในอากาศซึ่งรวมถึง PM<sub>2.5</sub> ได้ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสารเพคตินที่เป็นสารไบโอพอลิเมอร์สามารถช่วยลด PM<sub>2.5</sub> ได้ดีกว่าน้ำในการทดสอบการฉีดพ่นผ่านหัวฉีดพ่นละอองที่ปริมาตรเดียวกัน จึงเป็นไปได้ที่จะนำสารเพคตินในการใช้ลด PM<sub>2.5</sub> โดยการเลือกใช้สารเคมีที่ประสิทธิภาพเหมาะสมที่สุด ได้แก่ สารละลายเพคตินที่ความเข้มข้น 0.5% w/v ปริมาตร 100 มิลลิลิตร อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้สารละลายนอกจากจะพิจารณาปริมาณและความเข้มข้นของสารละลายแล้วควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง อาทิ การใช้อุปกรณ์ฉีดพ่นละอองเพื่อลดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ที่ควรเลือกขนาดหัวฉีดพ่นละอองให้ใกล้เคียงกับขนาดอนุภาคของฝุ่นละออง รวมถึงการควบคุมปริมาณฝุ่นเริ่มต้นในการทดสอบเพื่อให้การออกแบบระบบการฉีดพ่นมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้นการลด PM<sub>2.5</sub> ภายในอาคารด้วยวิธีการฉีดพ่นละอองผ่านการใช้สารเคมีที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองผิวต่อผู้ใช้งาน จึงถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจและประหยัดค่าใช้จ่าย โดยสามารถประยุกต์ใช้ระบบการฉีดพ่นละอองสารในท้องที่มีขนาดใหญ่ภายในอาคารได้ เนื่องจากท้องที่มีขนาดใหญ่การฉีดพ่นด้วยขวดสเปรย์อาจไม่เพียงพอและทั่วถึง ดังนั้นวิธีการฉีดพ่นผ่านหัวฉีดพ่นละอองอาจเหมาะสมมากกว่า รวมทั้งสามารถนำสารเคมีในอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อยอดพัฒนาสำหรับใช้งานในพื้นที่ลักษณะอื่นได้ในอนาคต

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการ “ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อลดการรับสัมผัส PM<sub>2.5</sub> ภายในอาคาร” ของสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และขอขอบคุณภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒและหลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่และอุปกรณ์ด้านการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กสำหรับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Smith, K. R. (1993). Fuel combustion, air pollution exposure, and health: the situation in developing countries. *Annual Review of Energy and the Environment*, 18(1), 529-566.
- [2] U.S. Environmental Protection Agency [U.S. EPA]. (2001b). *HEALTHY BUILDINGS, HEALTHY PEOPLE: A VISION FOR THE 21ST CENTURY*. Washington, DC: Office of Air and Radiation.
- [3] Organization, W. H. (2015). Burden of disease from ambient and household air pollution. *World Health Organization, Geneva, Switzerland*.
- [4] Tran, V. V., Park, D., & Lee, Y.-C. (2020). Indoor Air Pollution, Related Human Diseases, and Recent Trends in the Control and Improvement of Indoor Air Quality. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2927.
- [5] Chen, C., & Zhao, B. (2011). Review of relationship between indoor and outdoor particles: I/O ratio, infiltration factor and penetration factor. *Atmospheric Environment*, 45(2), 275-288.
- [6] Chao, C. Y., & Cheng, E. C. (2002). Source apportionment of indoor PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> in homes. *Indoor and Built Environment*, 11(1), 27-37.
- [7] Bin, H., Yang, Y., Lei, Z., Ao, S., Cai, L., Linjun, Y., & Roszak, S. (2018). Experimental and DFT studies of PM<sub>2.5</sub> removal by chemical agglomeration. *Fuel*, 212, 27-33.
- [8] Lewandowski, K., & Kawatra, S. K. (2009a). Binders for heap leaching agglomeration. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 26(1), 1-24.
- [9] Blum, J. (2006). Dust agglomeration. *Advances in Physics*, 55(7-8), 881-947.
- [10] Xu, G., Chen, Y., Eksteen, J., & Xu, J. (2018). Surfactant-aided coal dust suppression: a review of evaluation methods and influencing factors. *Science of the Total Environment*, 639, 1060-1076.
- [11] Lewandowski, K., & Kawatra, S. K. (2009b). Polyacrylamide as an agglomeration additive for copper heap leaching. *International Journal of Mineral Processing*, 91(3-4), 88-93.
- [12] He, Y., Gu, Z., Lu, W., Zhang, L., Okuda, T., Fujioka, K., . . . Yu, C. W. (2019). Atmospheric humidity and particle charging state on agglomeration of aerosol particles. *Atmospheric Environment*, 197, 141-149.
- [13] Kim, J. J., Hann, T., & Lee, S. J. (2019). Effect of flow and humidity on indoor deposition of particulate matter. *Environmental Pollution*, 255, 113263.
- [14] Roberts, J. M., Wypych, P. W., Frew, I., & Hastie, D. B. (2016). Research and development of airborne dust control techniques. In *12th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation (ICBMH 2016)*, The (p. 83). Engineers Australia.
- [15] Wang, P., Tan, X., Zhang, L., Li, Y., & Liu, R. (2019). Influence of particle diameter on the wettability of coal dust and the dust suppression efficiency via spraying. *Process Safety and Environmental Protection*, 132, 189-199.
- [16] Liu, Y., Hu, B., Zhou, L., Jiang, Y., & Yang, L. (2016). Improving the removal of fine particles with an electrostatic precipitator by chemical agglomeration. *Energy & Fuels*, 30(10), 8441-8447.



ประสิทธิภาพของโพลีอะลูมินาเฟอร์ริกซิลิเกตคลอไรด์ใน  
กระบวนการโคแอกกูเลชันสำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำขั้นต้น  
EFFICIENCY OF POLY ALUMINUM FERRIC SILICATE  
CHLORIDE IN COAGULATION PROCESS FOR WATER  
PURIFICATION AS PRE-TREATMENT

ธีรภัทร์ วาใจทอง<sup>1</sup> เรวดี อนุวัฒน์<sup>2</sup> โกวิท สุวรรณหงษ์<sup>3</sup> ศักดิ์สิทธิ์ อิ่มแมน<sup>1</sup> และ ต่อพงศ์ กรีธาชาติ<sup>1\*</sup>  
Theerapat Wajaithong<sup>1</sup> Rewadee Anuwattana<sup>2</sup> Kowit Suwannahong<sup>3</sup> Saksit Imman<sup>1</sup>  
and Torpong Kreetachat<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

<sup>2</sup>ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย  
ปทุมธานี 12120

<sup>3</sup>คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

\*โทรศัพท์ : 054 466 666 ต่อ 3402, โทรสาร : 054 466 704, E-mail : theerapat.thee.wa@gmail.com

**บทคัดย่อ**

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาลักษณะสมบัติและประสิทธิภาพของโพลีอะลูมินาเฟอร์ริกซิลิเกตคลอไรด์ (Poly Aluminum Ferric Silicate Chloride, PAFSiC) ในกระบวนการโคแอกกูเลชันสำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำขั้นต้น เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของน้ำตัวอย่าง กับสารตกตะกอนทางการค้า 3 ชนิด ได้แก่ สารส้ม (Alum) โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Polyaluminium chloride, PAC) เฟอร์ริกคลอไรด์ (Ferric chloride, FeCl<sub>3</sub>) ทำการศึกษาปัจจัยต่างๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบโดยศึกษา ประสิทธิภาพการลดความขุ่นของน้ำตัวอย่าง การลดลงของค่าเกลือละลายน้ำ ค่า Sulfate และ ค่าความกระด้าง

**คำสำคัญ :** โพลีอะลูมินาเฟอร์ริกซิลิเกตคลอไรด์; โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์; สารส้ม; เฟอร์ริกคลอไรด์; การปรับปรุงคุณภาพน้ำขั้นต้น

**Abstract**

The main objective of this research is to study the properties and efficiency of poly aluminum ferric silicate chloride in coagulation process for water purification as pretreatment for compare the turbidity removal efficiency of raw water. With commercial chemicals including Alum PAC and Ferric Chloride by study various factors to be compared by study Efficiency of reducing sample turbidity Reduction of dissolved salt, sulfate and hardness.

**Keywords :** PAFSiC; PAC; Alum; Ferric chloride; Coagulation

## บทนำ

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำปัจจุบันมีอยู่หลายประเภท เช่น กระบวนการทางกายภาพ ทางชีวภาพ และทางเคมี เป็นต้น สำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยสารเคมีโดยทั่วไปเป็นการใช้สารเคมีเป็นสารตกตะกอน (Coagulant) มีทางเลือกใช้สารอยู่หลายชนิดยกตัวอย่าง เช่น เฟอร์ริกคลอไรด์ ( $FeCl_3$ ) สารส้ม (Alum) และโพลีลูมินัมคลอไรด์ (PAC) งานวิจัยนี้ได้สังเคราะห์และหาความเป็นไปได้กับการใช้สารโพลีอะลูมินัมเฟอร์ริกซิลิเกตคลอไรด์ (PAFSiC) เพื่อเป็นตัวเลือกทดแทนสารเคมีที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งตัวของ PAFSiC มีประสิทธิภาพในการลดความขุ่นที่ต่ำได้ [1] เนื่องจากปัญหาของสารเคมีที่ใช้กันในปัจจุบันในการปรับปรุงคุณภาพน้ำนั้นมีแนวโน้มทำให้ค่าของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solid ,TDS) เพิ่มขึ้น และจำเป็นต้องมีการเติมสารช่วยตกตะกอน (Coagulant aid) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

## วิธีการวิจัย

### สารเคมี

1) การเตรียมสารละลายกรดโพลีซิลิซิก (Polysilicic,  $H_6Si_2O_7$ ) โดยเตรียมสารละลาย  $SiO_2$  ความเข้มข้น 26.5% ในภาชนะที่เป็นแก้วจากนั้นเจือจาง ที่ 0.3 โมลาร์ของ  $SiO_2$  ด้วยน้ำปราศจากไอออนนำสารละลาย 0.30 โมลาร์ของ  $SiO_2$  ทำให้เป็นกรดที่ pH เท่ากับ 2.00 ด้วยกรด HCL 1.00 โมลาร์ จากนั้นกวนด้วยเครื่องกวนสารจนเกิดสารละลายที่ 0.1806 โมลาร์ ของ  $SiO_2$

2) ขั้นตอนการเตรียมสาร PAFSiC เตรียมสารละลาย 1.0 โมลาร์ ของ  $AlCl_3$  หรือ  $FeCl_3$  จากนั้นเจือจางด้วยน้ำปราศจากไอออนให้เป็น 0.25 โมลาร์ของ  $AlCl_3$  หรือ 0.25 โมลาร์ ของ  $FeCl_3$  เตรียมสารละลาย  $AlCl_3$  และ  $FeCl_3$  ที่ 0.25 โมลาร์ ไตรเอตเรท ด้วย NaOH 0.30 โมลาร์ที่ 0.05 mL/min ตามอัตราส่วน  $[OH]/([Al]+[Fe])$  ใช้เครื่อง DZ-2 Dosimat Micro-Titration เพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลง ความเป็น pH ของสารละลาย โดยสารจะถูกปั่นที่ความเร็วรอบ 300 rpm เพื่อให้แน่ใจว่าสารละลายจะเป็นเนื้อเดียวกันจากนั้นนำสารละลาย PAFSiC ที่ได้มารวมกับกรดโพลีซิลิซิก ที่มีอายุ 2 ชั่วโมง ในอัตราส่วน Al / Fe / Si 10.0/4.0/0.5 เพื่อให้ได้สาร PAFSiC [2] – [4]

### โพลีอะลูมินัมเฟอร์ริกซิลิเกตคลอไรด์ (PAFSiC)

PAFSiC เป็นสารตกตะกอนชนิดอนินทรีย์โพลิเมอร์ [5] ที่มีประสิทธิภาพได้รับการพัฒนาโดยใช้วิธีการ 2 วิธีคือ

1) ไฮดรอกซิเลชันของส่วนผสมระหว่าง  $AlCl_3$ ,  $FeCl_3$  และกรดโพลีซิลิซิกบริสุทธิ์ ในอัตราส่วน Al / Fe / Si ที่แตกต่างกันเพื่อให้ได้ PAFSiC

2) Hydroxylated Poly Aluminum Ferric Chloride (PAFC) รวมกับกรดโพลีซิลิซิกบริสุทธิ์ในอัตราส่วน Al / Fe / Si แตกต่างกันเพื่อผลิต PAFSiC [6]

### การทดสอบตกตะกอนทางเคมี

การทดสอบตกตะกอนทางเคมีของน้ำโดยวิธี Jar test ใช้น้ำตัวอย่างที่ 500 mL เพื่อหาหาสภาวะ pH ความเข้มข้น และสารช่วยตกตะกอนที่เหมาะสมของสารเคมีแต่ละตัวภายใต้เงื่อนไขดังตารางที่ 1 [7]

ตารางที่ 1 เงื่อนไขสำหรับการวิเคราะห์โดยกระบวนการ Jar test

	การกวนเร็ว		การกวนช้า		เวลาตกตะกอน (นาที)
	ความเร็ว	ระยะเวลา	ความเร็ว	ระยะเวลา	
ระยะเวลา (นาที)	การกวนผสม (rpm)	(นาที)	การกวนผสม (rpm)	(นาที)	
2	200	20	20	20	30

1) โดยกำหนดค่าความเข้มข้นของสารตกตะกอนแต่ละตัวที่ 1.00 mg/L จากนั้นปรับ pH เริ่มต้นที่ 4.00 – 9.00 เพื่อให้ทราบสภาวะ pH ที่เหมาะสม

2) หาความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดของสารเคมีแต่ละตัวโดยใช้สภาวะ pH ที่เหมาะสมของสารตกตะกอนแต่ละชนิดทำการทดลองโดยปรับความเข้มข้นของสารตกตะกอนตั้งแต่ 1.00 – 6.00 mg/L ในแต่ละกระบวนการทำการวัดค่าการนำไฟฟ้า TDS เปรียบเทียบการลดลงของแต่ละตัว ในกระบวนการวิเคราะห์



## ผลการทดลองและวิจารณ์

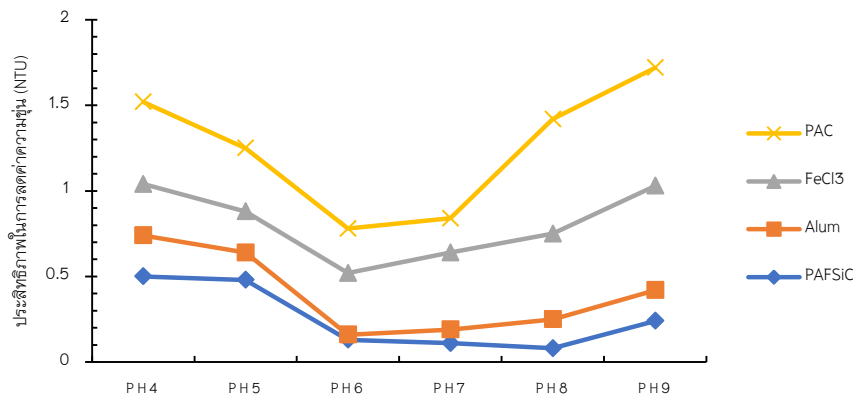
ผลการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทดลองปรับปรุงคุณภาพน้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยเป็ดซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำบริเวณใกล้เคียงโรงไฟฟ้าแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำตัวอย่างจากอ่างเก็บน้ำห้วยเป็ด จังหวัดลำปาง

ชนิดตัวอย่าง	ผลวิเคราะห์	วิธีวิเคราะห์
ค่าการนำไฟฟ้า ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	143.00	Standard Method: 2510
ความขุ่น(NTU)	4.33	Standard Methods: 2130 B
TDS (ppm)	746.00	Standard Methods: 2540 C
pH	8.00	Standard Methods: 4500-H+B
ซัลเฟต ( $\text{mg}/\text{LSO}_4$ )	1.16	Method 9038: Sulfate (Turbidimetric)
ความกระด้าง ( $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$ )	60.00	EDTA Titrimetric Method 2340C

ในการทดลองเพื่อหาสภาวะที่ดีที่สุดในการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยเป็ดโดยดูที่ความสามารถในการลดความขุ่นของน้ำตัวอย่างสารที่ใช้มีทั้งหมด 4 ตัว ได้แก่ PAFSIC สารส้ม เฟอร์ริกคลอไรด์ และโพลีลูมิเนียมคลอไรด์ ทำการทดลองด้วยวิธีการ Jar test ที่ความเร็วในการกวนเร็ว 200 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 2 นาที กวนช้าที่ความเร็ว 20 รอบต่อนาที ทั้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที ใช้น้ำตัวอย่างที่ 500 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น และดูความสามารถในการลดค่า TDS ที่ละลายในน้ำ

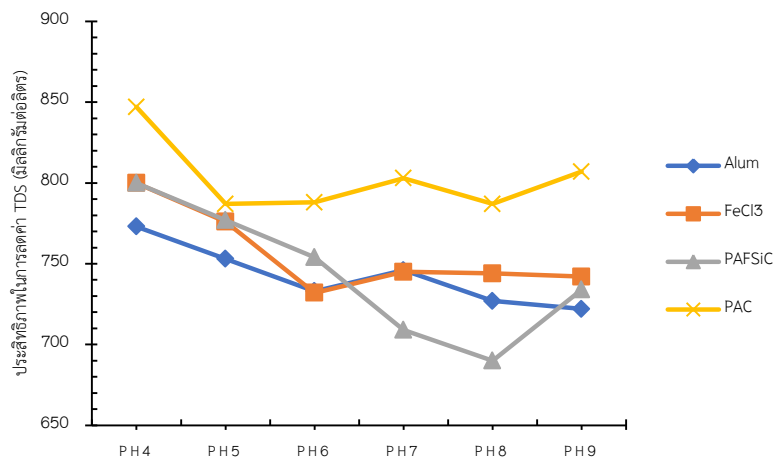
โดยขั้นแรกหาค่า pH ที่ดีที่สุดโดยใช้ความเข้มข้นที่เท่ากันที่ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยความขุ่นเริ่มต้น 4.33 ปรับค่า pH ตั้งแต่ 4.00-9.00 พบว่าค่า pH ที่ดีที่สุดของสารแต่ละตัวได้แก่ 8.00 6.00 5.00 และ 7.00 ตามลำดับแสดงได้ตามภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าตัวของสารที่เราต้องการศึกษาได้แก่ PAFSIC มีความสามารถในการลดค่าความขุ่นได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้นเท่ากัน



ภาพที่ 1 กราฟเปรียบเทียบค่า pH ในการกำจัดความขุ่นที่ความขุ่นเริ่มต้น 4.33

จากนั้นวัดค่า TDS เพื่อศึกษาความสามารถในการลดค่า TDS ในน้ำตัวอย่างพบว่า PAFSIC มีความสามารถในการลด TDS ได้ดีที่สุดหากเทียบกับสารช่วยตกตะกอนเคมีทางการค้าชนิดอื่น ๆ โดยมีความสามารถในการลดค่า TDS จาก 746.00 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือ 690.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ pH 8.00 โดยหากเทียบกับสารช่วยตกตะกอนเคมีทางการค้าชนิดอื่นซึ่งส่วนมากส่งผลให้ค่า TDS เพิ่มขึ้นมากที่สุดพบว่าเป็น PAC จากค่า TDS เริ่มต้นของน้ำตัวอย่างเป็น 847.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังภาพที่ 2





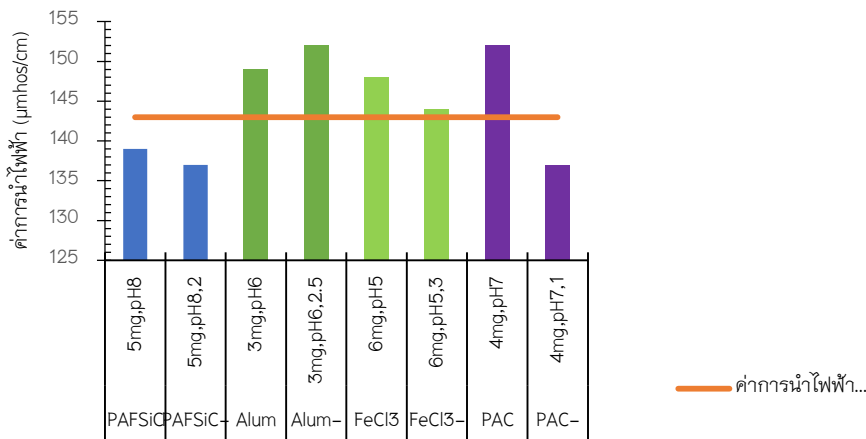
ภาพที่ 2 กราฟเปรียบเทียบค่า pH ในการกำจัด TDS ที่ TDS เริ่มต้น 746.00 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากนั้นหลังทำการทดลองทำในขั้นต้นทำให้ทราบค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับสารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำแต่ละตัวจากนั้นทำการหาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับสารเคมีแต่ละตัวโดยทำการปรับความเข้มข้นของสารแต่ละตัวตั้งแต่ 1.00-6.00 มิลลิกรัมต่อลิตรเพื่อดูความสามารถในการลด TDS พบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับ PAFSiC อยู่ที่ 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตรมีความสามารถลดค่า TDS ได้ดีที่สุดในการทดลอง ซึ่งหลังจากทราบปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสม และค่า pH ที่เหมาะสมของสารเคมีแต่ละตัวในการลดค่า TDS แล้วมีการทำการทดลองเพิ่มสารช่วยตกตะกอนทางเคมีชนิดประจุลบที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 1.00-3.00 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่าสารช่วยตกตะกอนชนิดประจุลบส่งผลให้ความสามารถในการลดค่า TDS ของ PAFSiC ดีขึ้น 10.32% เช่นเดียวกับสารตัวอื่น ๆ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสามารถในการค่า TDS ของน้ำตัวอย่างน้ำของ PAFSiC กับสารตกตะกอนเคมีทางการค้าแต่ละชนิด

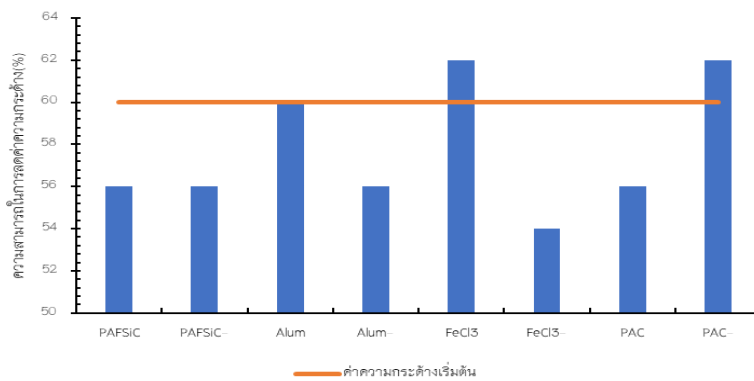
ชนิดสารตกตะกอน	สภาวะที่เหมาะสม			TDS(mg/L)
	pH	ความเข้มข้น (mg/L)	Anionic polymer(mg/L)	
PAFSiC	8.00	5.00	-	690.00
Alum	6.00	3.00	-	749.00
FeCl <sub>3</sub>	5.00	6.00	-	759.00
PAC	7.00	4.00	-	756.00
PAFSiC -	8.00	5.00	2.00	669.00
Alum -	6.00	3.00	2.50	710.00
FeCl <sub>3</sub> -	5.00	6.00	3.00	701.00
PAC -	7.00	4.00	1.00	714.00

ความสามารถในการลดค่าการนำไฟฟ้า ซัลเฟต และความกระด้างของ PAFSiC ในน้ำตัวอย่างเปรียบเทียบกับสารเคมีทางการค้าจากข้อมูลคุณภาพน้ำของน้ำตัวอย่างจากอ่างเก็บน้ำห้วยเป็ด อ.แม่เมะ จ.ลำปาง ตามตารางที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำตัวอย่างเท่ากับ 143.00 μmhos/cm ค่าซัลเฟต เท่ากับ 1.16 mg/L SO<sub>4</sub> และค่าความกระด้าง เท่ากับ 60.00 mg/L CaCO<sub>3</sub> ทำการศึกษาความสามารถของ PAFSiC ในการลดค่าดังกล่าวพบว่าตัวของ PAFSiC มีความสามารถในการลดค่าการนำไฟฟ้าได้เช่นเดียวกับตัว PAFSiC ที่เติมสารช่วยตกตะกอนทางเคมีชนิดประจุลบซึ่งเป็นตัวที่ดีที่สุดในการลดค่าการนำไฟฟ้าในน้ำตัวอย่าง หากเทียบกับสารช่วยตกตะกอนเคมีทางการค้าชนิดอื่นที่พบว่าทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญแต่ก็พบว่าตัวของ PAC หลังจากเติมสารช่วยตกตะกอนทางเคมีชนิดประจุลบช่วยให้มีความสามารถในการลดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำตัวอย่างได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ความสามารถในการลดค่าการนำไฟฟ้าของ PAFSiC เทียบกับสารช่วยตกตะกอนเคมีทางการค้า

จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำหลังจากการบำบัดขั้นต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าซัลเฟต และความกระด้างผลการวิเคราะห์พบว่าตัวของสารที่เราทำการศึกษาคือตัวของ PAFSiC มีความสามารถในการลดซัลเฟตได้ดีที่สุดคิดเป็น 47.05% แต่กับพบว่าตัวของ PAFSiC ที่เติมสารช่วยตกตะกอนเคมีชนิดประจุลบทำให้ความสามารถในการลดค่าซัลเฟตลดลง และยังพบว่ามีการช่วยตกตะกอนเคมีทางการค้าคือเฟอริกคลอไรด์ทำให้ค่าซัลเฟตเพิ่มขึ้น ในส่วนของค่าความกระด้างในน้ำตัวอย่างจากผลการทดลองพบว่าตัวที่ลดค่าความกระด้างได้ดีที่สุดได้แก่ เฟอริกคลอไรด์ที่เติมสารช่วยตกตะกอนเคมีชนิดประจุลบ ส่วนสารที่เราทำการศึกษาคือ PAFSiC มีความสามารถในการลดค่าความกระด้างรองลงมาเช่นเดียวกับตัวสารตกตะกอนเคมีทางการค้าคือสารส้มดังภาพที่ 4 จึงสรุปได้ว่าตัวของ PAFSiC มีความสามารถในการลดค่าต่าง ๆ โดยไม่จำเป็นต้องเติมสารช่วยตกตะกอนเคมีชนิดประจุลบ



ภาพที่ 4 ความสามารถในการลดค่าความกระด้างในน้ำตัวอย่างของ PAFSiC เทียบกับสารตกตะกอนเคมีทางการค้า

### สภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดความขุ่นต่ำของน้ำตัวอย่างโดย PAFSiC

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการกำจัดความขุ่นต่ำของน้ำตัวอย่างโดยใช้เทคนิค RSM รูปแบบ BBD ดำเนินการออกแบบการทดลองโดยโปรแกรมทางสถิติ (Design Expert 13) ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบจำลองสมการกำลังสองเหมาะสำหรับการหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดความขุ่นต่ำของน้ำตัวอย่างโดยแบบจำลองให้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำ (Standard Deviation: SD) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) แสดงได้จากสมการที่ 1 ซึ่งอยู่ในรูปเข้ารหัส และสมการที่ 2 ซึ่งเป็นรูปแบบที่ไม่ถูกเข้ารหัส

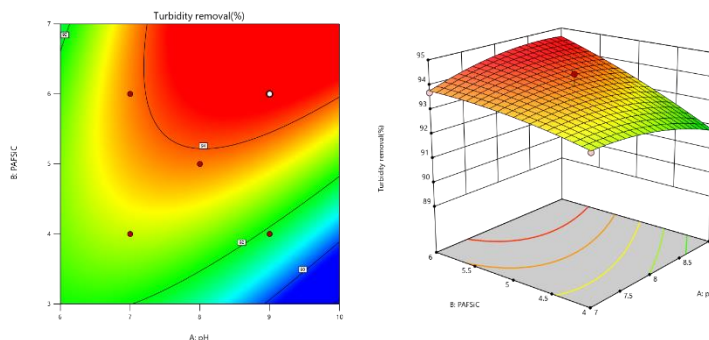
$$\text{Turbidity} = + 90.88 + 0.1800*A + 0.6300*B - 1.51*C + 0.5000*AB + 0.2500*AC - 0.2750*BC - 0.3318*A^2 - 0.1818*B^2 + 1.42*C^2 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Turbidity} = & + 90.88 + 0.1800 \cdot \text{pH} + 0.6300 \cdot \text{PAFSiC} - 1.51 \cdot \text{AnPolymer} + \\ & 0.5000 \cdot \text{pH} \cdot \text{PAFSiC} + 0.2500 \cdot \text{pH} \cdot \text{AnPolymer} - 0.2750 \cdot \text{PAFSiC} \cdot \text{AnPolymer} - 0.3318 \cdot \text{pH}^2 \\ & - 0.1818 \cdot \text{PAFSiC}^2 + 1.42 \cdot \text{AnPolymer}^2 \end{aligned} \quad (2)$$

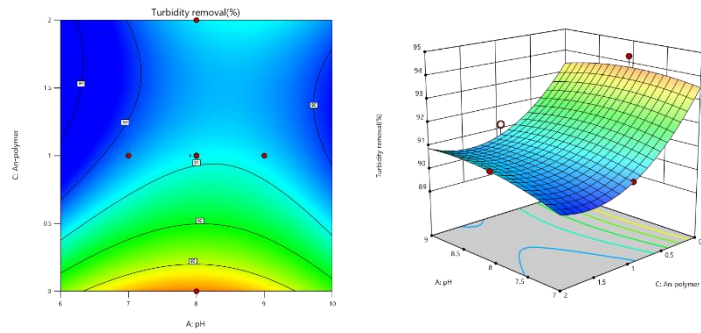
ดำเนินการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้วยเทคนิค RSM รูปแบบ BBD โดยโปรแกรม Design Expert ในการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในหารกำจัดความขุ่นของแต่ละปัจจัยที่ส่งผลต่อโมเดล ซึ่งรวมไปถึงผลของแต่ละปัจจัย และผลระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อผลที่เราต้องการทำการศึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95 (P-value < 0.05) แสดงว่าข้อกำหนดของแบบจำลองมีความสำคัญ ในกรณีนี้ ความเข้มข้น PAFSiC ปริมาณสารช่วยตกตะกอนชนิดประจุลบ ค่า pH ที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ PAFSiC ค่า pH ที่ส่งผลต่อปริมาณสารช่วยตกตะกอนชนิดประจุลบ, ความเข้มข้นของ PAFSiC ที่ส่งผลต่อปริมาณสารช่วยตกตะกอนชนิดประจุลบ และในส่วนของความสัมพันธ์ในรูปแบบกำลังสองพบตัวของปริมาณของสารช่วยตกตะกอนชนิดประจุลบมีค่า P-value < 0.05 เป็นเงื่อนไขในแบบจำลองที่สำคัญส่วนตัวของค่า pH และความเข้มข้นของ PAFSiC ค่าที่มากกว่า 0.1000 แสดงว่าเป็นเงื่อนไขของแบบจำลองที่ไม่สำคัญแสดงข้อมูลในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

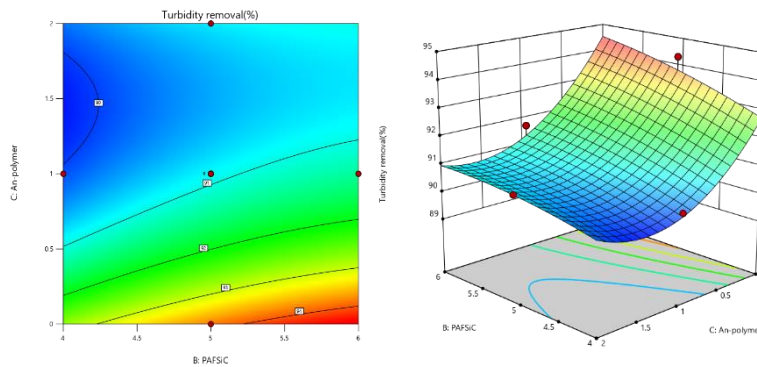
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
<b>Model</b>	36.96	9	4.11	44.49	< 0.0001
A-pH	0.3240	1	0.3240	3.51	0.0905
B-PAFSiC	3.97	1	3.97	43.00	< 0.0001
C-An-polymer	22.80	1	22.80	247.01	< 0.0001
AB	2.00	1	2.00	21.67	0.0009
AC	0.5000	1	0.5000	5.42	0.0422
BC	0.6050	1	0.6050	6.55	0.0284
A <sup>2</sup>	0.3028	1	0.3028	3.28	0.1002
B <sup>2</sup>	0.0909	1	0.0909	0.9848	0.3444
C <sup>2</sup>	5.53	1	5.53	59.92	< 0.0001
<b>Residual</b>	0.9231	10	0.0923		
Lack of Fit	0.8748	5	0.1750	18.10	0.0032
Pure Error	0.0483	5	0.0097		



(ก) ความสัมพันธ์ของค่า pH ต่อความเข้มข้นของ PAFSiC



(ข) ความสัมพันธ์ของค่า pH ต่อ ปริมาณของสารช่วยตกตะกอนเคมีชนิดประจุลบ



(ค) ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสาร PAFSiC ต่อ ปริมาณสารช่วยตกตะกอนเคมีชนิดประจุลบ  
 ภาพที่ 5 แผนภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการลดความขุ่น

จากภาพที่ 5 (ก) ความสัมพันธ์ของค่า pH ต่อความเข้มข้นของ PAFSiC แสดงให้เห็นว่ามีความสามารถในการลดความขุ่นของน้ำตัวอย่างสูงขึ้นเมื่อตัวของค่า pH และความเข้มข้นของสาร PAFSiC เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับภาพที่ 5 (ข) ความสัมพันธ์ของค่า pH ต่อ ปริมาณของสารช่วยตกตะกอนเคมีชนิดประจุลบโดยปริมาณสาร PAFSiC ที่ 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ค่า pH เท่ากับ 8.00 ต่อปริมาณสารช่วยตกตะกอนเคมีชนิดประจุลบเท่ากับ 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตรมีความสามารถในการกำจัดความขุ่นของน้ำตัวอย่างสูงขึ้น และจากภาพที่ 5 (ค) ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสาร PAFSiC ต่อปริมาณสารช่วยตกตะกอนเคมีชนิดประจุลบโดยค่า pH ที่ 8.00 จะเห็นได้ว่าแม้ไม่เติมปริมาณสารช่วยตกตะกอนชนิดประจุลบแต่หากความเข้มข้นของสาร PAFSiC เพิ่มขึ้นก็ทำให้ความสามารถในการกำจัดความขุ่นของน้ำตัวอย่างสูงขึ้นจึงสรุปได้ว่าตัวของสาร PAFSiC มีความสามารถในการกำจัดความขุ่นได้ดีอยู่แล้วไม่ต้องเติมสารช่วยตกตะกอนเคมีชนิดประจุลบ

### สรุป

จากการทดลองที่ผ่านมาพบว่าตัวของ PAFSiC มีความสามารถในการลดค่าต่าง ๆ ที่เราต้องการศึกษาได้ดีช่วง pH ที่เหมาะสมอยู่ตั้งแต่ 7.00-9.00 ซึ่งสามารถลดความขุ่น ลดค่า TDS ค่าการนำไฟฟ้า ค่าซัลเฟต และความกระด้างได้โดยไม่ต้องมีการปรับค่า pH ของน้ำเพื่อให้ประสิทธิภาพในการบำบัดที่สูงขึ้นซึ่งส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมต่อสารเคมีชนิดนั้น ๆ สารบางตัวจำเป็นต้องมีการเติมสารช่วยตกตะกอนเคมีเพื่อให้ได้ความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพน้ำซึ่งผลที่ตามมาอาจทำให้เพิ่มค่า TDS ค่าการนำไฟฟ้า ค่าซัลเฟต และค่าความกระด้างในน้ำตัวอย่างโดยสาร PAFSiC มีความสามารถในการลดค่าต่าง ๆ ทั้งยังไม่ทำให้ค่าต่าง ๆ เพิ่มขึ้นอีกด้วยซึ่งหากนำมาเทียบความสามารถในการลดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำตัวของ PAFSiC สามารถลดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำขั้นต้นโดยเทียบกับตัวของสารตกตะกอนเคมีทางการค้าได้แก่สารส้ม เพอริกคลอไรด์ และโพลีลูมิเนียมคลอไรด์คือ 63.50 บาทต่อลิตร 4.83 บาทต่อลิตร และ 81.40 บาทต่อลิตรตามข้อมูลราคาวันที่ 1 พฤศจิกายน 2564 เนื่องจากสารบางตัวจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อสภาวะที่ดีที่สุดของสารแต่ละตัวเพื่อให้

ประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำได้ดีที่สุด จึงสรุปได้ว่าสาร PAFSiC มีความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยสามารถ  
ใช้แทนสารตกตะกอนเคมีทางการค้าที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้จึงเป็นทางเลือกใหม่ในการนำมาใช้ทดแทนสารตกตะกอนเคมีทางการค้า  
ที่ใช้ในปัจจุบัน

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณห้องปฏิบัติการคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยพะเยาเป็นอย่างสูง ในการอนุเคราะห์  
สถานที่ อุปกรณ์ ตลอดจนเครื่องมือวิเคราะห์ ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ต่อพงศ์ กริธาชาติ ที่ให้คำปรึกษา และขอขอบคุณ  
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ที่อุดหนุนทุนการทำกิจกรรมส่งเสริม และสนับสนุนการวิจัยประเภท  
บัณฑิตศึกษา ในงานวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Cheng, W. P., Chi, F. H., Li, C. C., & Yu, R. F. (2008). A study on the removal of organic substances from low-turbidity and low-alkalinity water with metal-polysilicate coagulants. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 312(2-3), 238-244.
- [2] Ebrahimi, A., Taheri, E., Pashae, A., & Mahdavi, M. (2015). The effectiveness of polyaluminum ferric chloride (PAFC) for turbidity and color removal from Isfahan raw water. *Desalination and Water Treatment*, 55(7), 1966-1972.
- [3] Tolkou, A. K., & Zouboulis, A. I. (2015). Synthesis and coagulation performance of composite poly-aluminum-ferric-silicate-chloride coagulants in water and wastewater. *Desalination and Water Treatment*, 53(12), 3309-3318.
- [4] Anuwattana, R., & Khummongkol, P. (2009). Conventional hydrothermal synthesis of Na-A zeolite from cupola slag and aluminum sludge. *Journal of Hazardous Materials*, 166(1), 227-232.
- [5] Gao, B. Y., Yue, Q. Y., & Wang, B. J. (2006). Properties and coagulation performance of coagulant poly-aluminum-ferric-silicate-chloride in water and wastewater treatment. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 41(7), 1281-1292.
- [6] Zhang, Y., Li, S., Wang, X., Ma, X., Wang, W., & Li, X. (2015). Synthesis, purification and characterization of polyaluminum ferric chloride (PAFC) with high (Al+ Fe) b content. *Separation and Purification Technology*, 146, 311-316.
- [7] Zhang, Y., Li, S., Wang, X., & Li, X. (2015). Coagulation performance and mechanism of polyaluminum ferric chloride (PAFC) coagulant synthesized using blast furnace dust. *Separation and Purification Technology*, 154, 345-350.

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ  
ในเขตพื้นที่ป่าเขาอังคาร ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ  
จังหวัดบุรีรัมย์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการ  
Optimum Growth Condition in Mycelium Hed – Pho  
at Khao Angkhan Forest Area Charoen Suk Sub-District,  
Chalerm Phra Kiat District, Buriram Province  
on Agar Medium in the Laboratory

สุธีรา สุนทรารักษ์

Suteera Suntarak

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ บุรีรัมย์ 31000

โทรศัพท์ : 088-5812766, โทรสาร : 044-612858, E-mail : tangmay-jaa@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

เห็ดเผาะ (*Astraeus odoratus*) เป็นเห็ดป่าเอ็ดโตไมคอร์ไรซาที่เกิดตามธรรมชาติซึ่งได้รับความนิยมนำมาบริโภคอย่างแพร่หลายและมีราคาสูง เนื่องจากพบเฉพาะช่วงฤดูฝน และยังไม่สามารถนำมาเพาะในระบบโรงเรือนเหมือนเห็ดเศรษฐกิจทั่วไปได้ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะในห้องปฏิบัติการ จำนวน 2 ไอโซเลต คือ *Astraeus* KAN04 และ *Astraeus* KAN05 โดยการทดสอบชนิดอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด ได้แก่ Potato Dextrose Agar (PDA), Malt Extract Agar (MEA), Potato Dextrose Agar modified+2% ดินภูเขาไฟ (PDA+2%S) และ Cassava Dextrose Agar (CDA) ภายใต้ระดับอุณหภูมิ 25, 30 และ 37 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรด-ด่างที่ระดับ 4, 7, 9 และ 12 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะทั้ง 2 ไอโซเลต ได้แก่ อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA โดยการเจริญของเห็ดเผาะในไอโซเลต *Astraeus* KAN04 มากกว่า *Astraeus* KAN05 และมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย เท่ากับ  $87.82 \pm 1.02$  และ  $84.42 \pm 2.28$  ตามลำดับ รองลงมา คือ อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar modified+2% ดินภูเขาไฟ (PDA+2%S) และสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใย คือ เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ระดับ 7 รองลงมา คือ 4, 9 และ 12 ตามลำดับ และมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย เท่ากับ  $88.67 \pm 1.26$ ,  $56.23 \pm 1.58$ ,  $48.27 \pm 1.53$  และ  $32.47 \pm 2.16$  มิลลิเมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ : เห็ดเผาะ; ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร; ดินภูเขาไฟ



## Abstract

*Astraeus odoratus* were ectomycorrhiza fungi found in natural forests. They became the most popular consumer and found expensive wild edible mushrooms since they were rarely grown only on rainy season and were unable to be cultivated normally in the mushroom green house. For this reason, in this study of suitable growth conditions of *Astraeus sp.* were cultivated on 2 isolates : *Astraeus* KAN04 and *Astraeus* KAN05 in the laboratory were cultivated on 4 cultures medium including Potato Dextrose Agar (PDA), Malt Extract Agar (MEA), Potato Dextrose Agar modified+2% volcano's soil (PDA+2%S) and Cassava Dextrose Agar (CDA), incubated at 25, 30 and 37 °C. and a different pH values in 4, 7, 9 and 12. They were exhibited significantly different ( $p \leq 0.05$ ), the culture medium for the growth of the mycelium *Astraeus sp.* on 2 isolates were Potato Dextrose Agar (PDA), a growth of the *Astraeus* KAN04 isolate was greater than that of *Astraeus* KAN05 and the mean colony diameters were  $87.82 \pm 1.02$  and  $84.42 \pm 2.28$ , respectively. The second is the agar Potato Dextrose Agar modified+2% volcanic soil (PDA + 2% S). The mycelium grows optimally at 30 ° C and the pH values 7 , followed by 4, 9 and 12 , respectively. Which such mycelium a colony diameters were  $88.67 \pm 1.26$ ,  $56.23 \pm 1.58$  ,  $48.27 \pm 1.53$  and  $32.47 \pm 2.16$  mm, respectively.

**Keywords :** *Astraeus odoratus*; Khao Angkhan Forest; Volcano's Soil

## บทนำ

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพได้รับความสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่เป็นไปอย่างรวดเร็วยังผลให้เกิดการสูญพันธุ์หรือการลดลงอย่างรวดเร็วทั้งปริมาณและชนิดพันธุ์ของพืชสัตว์และจุลินทรีย์ และในด้านความหลากหลายของจุลินทรีย์ในระบบนิเวศของป่าชนิดต่างๆ ในประเทศไทยยังได้มีการศึกษาหาข้อมูลอย่างจริงจังจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาถึงชนิดและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในงานวิจัยที่เกี่ยวกับจุลินทรีย์ในด้านต่างๆ ต่อไป เห็ด (Mushroom) จัดเป็นราชนิดหนึ่งที่อยู่อยู่ในกลุ่ม Basidiomycota ซึ่งเป็นราขนาดใหญ่ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า [1] เห็ดไม่มีคลอโรพลาสต์ ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ดังนั้น เห็ดจึงมีการดำรงชีวิตที่ต่างหากเพื่อการหาอาหารในการดำรงชีวิต คือ อาศัยอยู่กับอินทรีย์วัตถุ อาศัยกับพืชและแมลง และอาศัยอยู่กับรากพืช [2] เห็ดมีบทบาทสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมากเนื่องจากสามารถนำมาใช้ประกอบอาหารและเป็นยาสมุนไพรรักษาโรค เห็ดที่เกิดในธรรมชาตินั้นมีแพร่กระจายไปทั่วโลก ซึ่งแต่ละสายพันธุ์และชนิดนั้นมีความแตกต่างกันไปตามสภาวะแวดล้อม สำหรับประเทศไทยพบเห็ดมากในฤดูฝนอาณาเขตตั้งแต่ภูเขาสูงถึงริมทะเล และตามป่าที่มีความชื้นสูง ส่วนใหญ่พบเห็ดหลายๆ ชนิด เกือบตลอดทั้งปี

เห็ดเหาะ หรือ เห็ดถอบ (*Astraeus hygrometricus*) เป็นเห็ดราชนิดหนึ่งในวงศ์ Diplocystaceae ดอกเห็ดอ่อนมีรูปร่างกลม ผิวเรียบสีขาวหรือมีรอยเปื้อนดิน ผิวด้านนอกของเห็ดเหาะจะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลอ่อนจนไปเป็นสีน้ำตาลแก่ มีเนื้อเหนียวและแข็งขึ้น เห็ดเหาะมีเปลือก 2 ชั้น เปลือกชั้นนอกประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2-3 ชั้นติดกัน หนาประมาณ 1-3 มิลลิเมตร เห็ดเหาะเป็นไมคอร์ไรซาที่เติบโตร่วมกับต้นไม้หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินร่วนปนทราย เห็ดเหาะเป็นเห็ดเศรษฐกิจพื้นเมืองของไทยที่มีผู้นิยมบริโภคกันมากเนื่องจากมีเนื้อสัมผัสที่ดี โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ป่าเขาอ่างฤๅไน ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ นั้นมีราคาที่สูงกว่าเห็ดเหาะในบริเวณอื่น เนื่องจากเห็ดเหาะที่ขึ้นบริเวณนี้เป็นเห็ดเหาะที่เจริญในเขตพื้นที่ดินภูเขาไฟที่มีความอุดมสมบูรณ์ของพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งไม้วงศ์ ไม้ยาง เช่น ยางนา เต็ง รัง และเหียง เป็นต้น ที่มักจะเป็นบริเวณที่พบเห็ดเหาะเจริญอยู่ค่อนข้างมากเส้นใยส่วนใหญ่ของเห็ดเหาะเจริญบริเวณรอบปลายรากพืชช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้อยู่ในสภาพที่รากพืชดูดซึมน้ำไปใช้ยังทำให้พืชมีอัตราการเจริญสูงขึ้น ทนแล้งและต้านทานโรคมากขึ้น ส่วนเห็ดได้รับวิตามิน กรดอะมิโนและฮอร์โมนจากรากพืช [3]

พื้นที่ป่าเขาอ่างฤๅไน ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นพื้นที่มีสภาพแวดล้อมที่อุดมสมบูรณ์เต็มไปด้วยพืชพรรณนานาชนิด รวมทั้งเห็ดที่หลากหลายนอกจากสภาพป่าเขาอ่างฤๅไนมีสภาพเป็นป่าเต็งรัง และมีชาวบ้านทั้งในชุมชนและนอกชุมชนเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าเขาอ่างฤๅไนตลอดทั้งปี ทั้งนี้มีพื้นที่สำหรับการใช้ประโยชน์เป็นจำนวน 3 พื้นที่ ได้แก่ 1) พื้นที่ป่าไผ่ 2) พื้นที่ป่าสูงชัน และ 3) พื้นที่ป่าชันน้ำ จากพื้นที่ทั้งหมด 3,432 ไร่ 99 ตารางวา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจใน

การศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดเพาะบนอาหารเลี้ยงเชื้อและอาหารเลี้ยงเชื้อประยุกต์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเพาะในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อเป็นการพัฒนาการกระตุ้นการสร้างเส้นใยเห็ดระดับห้องปฏิบัติการสู่การนำไปเพาะเลี้ยงและส่งกลับคืนธรรมชาติสำหรับสร้างคลังอาหารและรายได้ให้แก่คนในชุมชน ส่งผลให้คนในชุมชนนั้นสามารถพึ่งตนเองและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติสืบไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ผู้วิจัยทำการศึกษาริบทของชุมชนโดยรอบเขตพื้นที่ โดยศึกษาข้อมูลทุติยภูมิและการสัมภาษณ์ประชาชนในชุมชน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดจุดสำรวจความหลากหลายของชนิดเห็ดป่า ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดและอนุกรมวิธานของเห็ดจากคู่มือการจำแนกเห็ด

### 2. ตัวอย่างเห็ดที่นำมาศึกษา

ตัวอย่างเห็ดที่นำมาศึกษา เก็บตัวอย่างเห็ดเพาะในพื้นที่ป่าเขาอังคาร ทำการคัดเลือกดอกเห็ดสำหรับนำมาแยกเชื้อบริสุทธิ์ โดยเลือกดอกที่มีลักษณะที่ดี ดอกเห็ดสมบูรณ์ หมวกดอกกลม ขอบเรียบ อายุไม่แก่และไม่อ่อนเกินไป ก้านดอกแข็งแรงมีสีตรงตามที่ต้องการ และไม่มีแมลงหรือเชื้ออื่นติดมา (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ลักษณะดอกเห็ดเพาะสด ในพื้นที่ป่าเขาอังคาร

### 3. การทดสอบการเจริญของเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

การแยกเส้นใยเห็ดเพาะที่เก็บตัวอย่างมาจากพื้นที่ป่าเขาอังคาร เริ่มจากทำความสะอาดโดยปิดเศษดินที่ติดมากับดอกเห็ดออก จากนั้นตัดชิ้นเนื้อเยื่อด้านในของหมวกเห็ดออกเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วใช้เข็มเย็บเย็บย้ายชิ้นเนื้อเยื่อวางบนอาหารวุ้นแข็ง Potato Dextrose Agar (PDA) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ  $30 \pm 2$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน จนได้เส้นใย และเก็บรักษาเส้นใยบริสุทธิ์ในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป จากนั้นเจาะปลายเส้นใยเห็ดเพาะที่บ่มแล้วด้วยปลายหลอดหยดสาร (pasture pipette) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 เซนติเมตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ววางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด ที่ทำการศึกษา ได้แก่ Potato Dextrose Agar (PDA), Malt Extract Agar (MEA), Potato Dextrose Agar modified+2% ดินภูเขาไฟ (PDA+2%S) และ Cassava Dextrose Agar (CDA) ทั้งนี้อาหารเลี้ยงเชื้อในการทดลองนี้ใช้มันสำปะหลังแทนมันฝรั่ง แต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ จากนั้นศึกษาการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดเพาะด้วยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (colony diameter) ทุก 7 และ 14 วัน แล้วทำการเปรียบเทียบอัตราการสร้างเส้นใยเห็ดเพาะในอาหารแต่ละชนิดเพื่อนำมาใช้ในการทดลองต่อไป

### 4. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างเส้นใยของเห็ดเพาะ

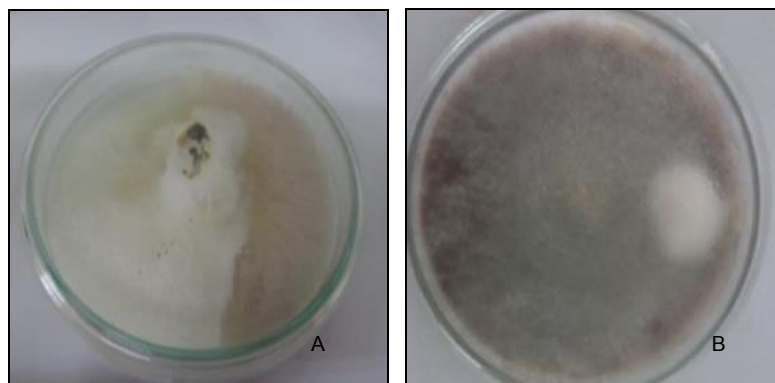
เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดพร้อมควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ประกอบด้วยอุณหภูมิในการบ่ม (25, 30 และ 37 องศาเซลเซียส) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (ที่ระดับ 4, 7, 9 และ 12) และแสงสว่าง 500 ลักซ์ จากนั้นนำชิ้นส่วนเห็ดแต่ละส่วนวางลงตรงกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วบ่มเชื้อเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีด้วยเวอร์เนียร์ ทุก 7 และ 14 วัน แล้วทำการเปรียบเทียบอัตราการสร้างเส้นใยเห็ดพื้นบ้านแต่ละชนิดจากแต่ละส่วนของเห็ด

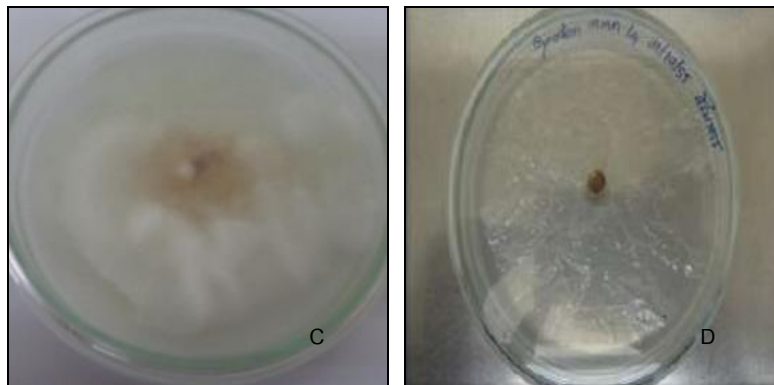
## 5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยตามวิธีการ Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม SPSS ( $p < 0.05$ )

### ผลการทดลองและวิจารณ์

พื้นที่ป่าเขาอ้อคาร ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ มีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงและเนินเขา ดินเป็นดินภูเขาไฟ ซึ่งเป็นดินที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟที่ดับไปแล้ว มีหินค่อนข้างมาก เนื้อดินตื้นแต่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง และจากการแยกเส้นใยของเห็ดเผาะ (*Astraeus* sp.) ที่ได้จากการสำรวจได้ในบริเวณพื้นที่ป่า โดยการใช้อาหาร PDA และบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ  $30 \pm 2$  องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7-20 วัน โดยผลการทดลอง พบว่า สามารถแยกเส้นใยบริสุทธิ์ของเห็ดเผาะ ได้จำนวน 2 ไอโซเลต ดังนี้ *Astraeus* KAN04 และ *Astraeus* KAN05 โดยพบว่าลักษณะของโคโลนีมีการสร้างเส้นใยสีเหลืองถึงสีเหลืองอมส้ม หรือสีขาวถึงสีเหลืองอ่อน และเส้นใยมีการเจริญได้ช้า จากผลการศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ *Astraeus* KAN04 และ *Astraeus* KAN05 บนอาหารแข็งเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการสภาวะปลอดเชื้อ โดยวัดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี หลังจากที่มีการบ่มเป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่า อาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดเผาะทั้ง 2 ไอโซเลต ได้แก่ อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA โดยการเจริญของเห็ดเผาะในไอโซเลต *Astraeus* KAN04 มากกว่า *Astraeus* KAN05 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย  $87.82 \pm 1.02$  และ  $84.42 \pm 2.28$  ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA+2% ดินภูเขาไฟ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย  $78.13 \pm 1.33$  และ  $74.00 \pm 1.05$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 โดยในดินภูเขาไฟนั้นพบว่า มีความโปร่งพรุนและมีแร่ธาตุอาหารกลุ่มซิลิกอนที่ละลายน้ำได้ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งกับพืชตลอดจนเห็ดด้วย และทั้งนี้ดินภูเขาไฟยังสามารถเพิ่มผลผลิตเห็ดได้โดยผสมในขี้เลื่อยหรือวัสดุเพาะแทนการใช้ขี้ป๋มและปูนขาว แล้วนำไปเพาะเห็ดตามปกติ เพื่อให้ผลผลิตเห็ดเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและคุณภาพ อีกทั้งเห็ดเผาะตัวอย่างที่นำมาทำการวิจัยในครั้งนี้เป็นเห็ดเผาะที่เก็บตัวอย่างจากพื้นที่ป่าเขาอ้อคารที่เป็นบริเวณของดินภูเขาไฟ เมื่อทำการพิจารณาจะเห็นได้ว่าเส้นใยเห็ดเผาะที่เพาะเลี้ยง ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรต่างๆ มีลักษณะโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ จะมีลักษณะโคโลนีสีขาวถึงสีครีม และในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีการเจริญของเส้นใยหนาแน่นที่สุด





ภาพที่ 2 แสดงลักษณะโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดเหาะ *Astraeus* KAN04 ที่เพาะเลี้ยงลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรต่างๆ โดยบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน A) PDA B) PDA+2% ดินภูเขาไฟ C) CDA และ 4) MEA

ตารางที่ 1 การเจริญของเส้นใยเห็ดเหาะทั้ง 2 ไอโซเลต (*Astraeus* KAN04 และ *Astraeus* KAN05) บนอาหารแข็งเลี้ยงเชื้อสูตรต่างๆ โดยบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หลังจากที่มีการบ่มเป็นระยะเวลา 14 วัน

สูตรอาหารแข็งเลี้ยงเชื้อ	การเจริญของเส้นใยเห็ดเหาะทั้ง 2 ไอโซเลต	
	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	
	<i>Astraeus</i> KAN04	<i>Astraeus</i> KAN05
PDA	87.82±1.02 <sup>a</sup>	84.42±2.28 <sup>a</sup>
CDA	61.33±1.03 <sup>c</sup>	59.23±1.04 <sup>c</sup>
PDA+2% ดินภูเขาไฟ	78.13±1.33 <sup>b</sup>	74.00±1.05 <sup>b</sup>
MEA	60.67±2.51 <sup>c</sup>	58.30±1.11 <sup>c</sup>

หมายเหตุ : a, b, c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากนั้นได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การเจริญของเส้นใยเห็ดเหาะทั้ง 2 ไอโซเลต โดยทำการศึกษาระดับอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญของเส้นใยโดยใช้อุณหภูมิในการบ่มเส้นใยเป็น 25, 30 และ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาในการบ่ม 14 วัน จากนั้นทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย พบว่า เส้นใยของเห็ดเหาะทั้ง 2 ไอโซเลตเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส รองลงมา คือ 25 องศาเซลเซียส โดย *Astraeus* KAN04 มีการเจริญที่ดีที่สุด ตามด้วย *Astraeus* KAN05 ตามลำดับ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส คือ 87.82±1.02 และ 84.42±2.28 มิลลิเมตร จึงได้มีการนำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มาใช้ในการบ่มเส้นใยเห็ดเหาะต่อไป ดังตารางที่ 2

ปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อราจากเห็ดเหาะ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเหาะที่เก็บตัวอย่างจากพื้นที่ป่าเขาอังคาร คือ ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ระดับ 7 รองลงมา คือ ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ระดับ 4, 9 และ 12 ตามลำดับ โดย *Astraeus* KAN04 มีการเจริญของเส้นใยที่ดีที่สุด คือ มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเท่ากับ 88.67±1.26, 56.23±1.58, 48.27±1.53 และ 32.47±2.16 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีสภาพความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ของดินในธรรมชาติที่มีความเป็นกรดอ่อนถึงเป็นกลาง ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 2** การเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะทั้ง 2 ไอโซเลต (*Astraeus* KAN04 และ *Astraeus* KAN05) โดยใช้อุณหภูมิในการบ่มเส้นใยเป็น 25, 30 และ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาในการบ่ม 14 วัน

ระดับของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	การเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะทั้ง 2 ไอโซเลต	
	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	
	<i>Astraeus</i> KAN04	<i>Astraeus</i> KAN05
25	54.00±2.12 <sup>b</sup>	52.23±0.88 <sup>b</sup>
30	87.82±1.02 <sup>a</sup>	84.42±2.28 <sup>a</sup>
37	48.50±1.52 <sup>c</sup>	46.67±3.28 <sup>c</sup>

หมายเหตุ : a, b, c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

**ตารางที่ 3** การเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะทั้ง 2 ไอโซเลต (*Astraeus* KAN04 และ *Astraeus* KAN05) ที่ระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง 4, 7, 9 และ 12 ตามลำดับ โดยใช้อุณหภูมิในการบ่มเส้นใยเป็น 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาในการบ่ม 7 วัน

ระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง	การเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะทั้ง 2 ไอโซเลต	
	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	
	<i>Astraeus</i> KAN04	<i>Astraeus</i> KAN05
4	56.23±1.58 <sup>b</sup>	52.17±1.83 <sup>b</sup>
7	88.67±1.26 <sup>a</sup>	85.13±2.51 <sup>a</sup>
9	48.27±1.53 <sup>c</sup>	40.33±2.16 <sup>a</sup>
12	32.47±2.16 <sup>d</sup>	30.27±0.38 <sup>d</sup>

หมายเหตุ : a, b, c, d ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดเผาะในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร ในช่วงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2564 พบว่า มีแนวโน้มลดลงกว่าปีที่ผ่านมา อาจเนื่องมาจากสภาพอากาศแปรปรวน และจากตัวอย่างเห็ดเผาะจำนวน 6 ไอโซเลต และมีจำนวน 2 ไอโซเลต ที่สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการ คือ *Astraeus* KAN04 และ *Astraeus* KAN05 จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะในสภาพปลอดเชื้อในระดับห้องปฏิบัติการพบว่า สามารถแยกเส้นใยเห็ดเผาะ (*Astraeus* sp.) จากธรรมชาติให้ได้เส้นใยบริสุทธิ์บนอาหารแข็งได้ โดยอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ คือ อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA+2% ดินภูเขาไฟ โดยทำการเติมดินภูเขาไฟลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อช่วยกระตุ้นการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะได้รองลงมา โดยมีความแตกต่างของเส้นใยที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรต่าง ๆ แต่ก็ไม่ส่งผลให้สีอาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะที่มีการวางขายในตลาดแมร์ม อ.แมร์ม จ.เชียงใหม่ โดยพบว่าเส้นใยเห็ดเผาะเจริญได้ดีในอาหารวุ้นแข็งสูตร Modified Melin Norkans Agar (MMN) และ Malt Extract Agar (MEA) ที่มีการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่อาหารสูตร Hagem, Gamborg และ PDA [4]

สำหรับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะในการทดลองนี้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ คือ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของเส้นใยที่พบว่าอยู่ในช่วงระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส [4] อีกทั้งโดยในสภาพธรรมชาติจะพบเห็ดเผาะได้ตั้งแต่ช่วงปลายฤดูร้อนถึงต้นฤดูฝน ระหว่างเดือนเมษายนจนถึงเดือนมิถุนายนของแต่ละปีได้ ซึ่งมีอุณหภูมิผิวดินเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้ดินเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส [5] ประกอบกับการศึกษาเพิ่มเติมที่พบว่าและที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จะส่งผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะได้ดีเช่นเดียวกับการเจริญที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส [6]



อีกทั้งปัจจัยในด้านความเป็นกรด-ด่างก็มีผลต่อการเจริญของเส้นใย โดยส่วนใหญ่เชื้อราจะเจริญได้ดีที่ระดับ ความเป็นกรด-ด่าง 5-6 [7] ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่ราเอคโตไมคอร์ไรซาเจริญอยู่ได้นั้น จะมีความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกันไปอย่างมาก ความเป็นกรด-ด่าง (ความเป็นกรด-ด่าง) ต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดเหาะ *A. hygrometricus* โดยวัดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ยนั้น พบว่า มีการเจริญของเส้นใยบนอาหาร PDA และ MMN ในทุกความเป็นกรด-ด่าง 5, 6, 7 และ 8 และอาหาร MEA ที่ ความเป็นกรด-ด่าง 5 และ 6 และบนอาหาร Hagem และ Gamborg ที่ ความเป็นกรด-ด่าง 6 ให้การเจริญของเส้นใยที่ดีที่สุด ซึ่งให้ค่าทางสถิติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) [8] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้

## สรุป

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเหาะในห้องปฏิบัติการ จำนวน 2 ไอโซเลต ได้แก่ *Astraeus* KAN04 และ *Astraeus* KAN05 คือ อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextose Agar (PDA) รองลงมา คือ อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextose Agar modified+2% ดินภูเขาไฟ (PDA+2%S) และช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใย อยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ ณ อุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อการเจริญของเส้นใยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 4-7 โดยที่ระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง 7 มีความเหมาะสมที่สุด โดยพบว่า มีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย  $88.67 \pm 1.26$  และ  $85.13 \pm 2.51$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้เป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาและขยายหัวเชื้อเห็ดเหาะให้กลับคืนสู่ธรรมชาติได้มากขึ้น เพื่อคืนความอุดมสมบูรณ์สร้างแหล่งอาหารให้กับ ผืนป่าและชุมชน ตลอดจนช่วยเหลือชาวบ้านในการดำรงชีวิตด้วยการพึ่งตนเองอย่างยั่งยืนในลำดับต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ “อนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ” ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากคณะวิทยาศาสตร์และสำนักงานวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. **เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ทีฟิล์ม จำกัด. 43-245.
- [2] อนงค์ จันทรศรีสกุล พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ และอุทัยวรรณ แสงวณิช. 2551. **ความหลากหลายของเห็ดราขนาดใหญ่ในประเทศไทย**. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 12-437.
- [3] Srikitikulchai P, Wongkanoun S, Sommai S. 2017. **Nutritional influences on mycelium growth of *Astraeus* in laboratory**. Proceedings of the 4<sup>th</sup> Science and Emerging Technology for Biodiversity Management : 184-185.
- [4] Hanmoungjai W. 2014. **Factors Affecting on the growth of mycelium *Hed-ความเป็นกรด-ด่าง* (*astreaus hygrometricus morgan*) on agar medium and cereal grain medium**, Naresuan University Journal : Science and Technology, 22(3): 93-101.
- [5] HacsKaylo E, Palmer G, Vozzo JA. 1965. **Effect of temperature on growth and respiration of ectotro ความเป็นกรด-ด่างic mycorrhizal fungi**. Mycologia, 57 : 748-756.
- [6] Sanmee R, Lumyong P, Dell B. et al. 2010. **In vitro cultivation and fruit body formation of the black bolete, ความเป็นกรด-ด่างlebobus portentosus, A popular edible ecto-mycorrhizal fungus in Thailand**. Mycoscience, 51: 15-22.
- [7] Yamanaka, T. 2003. **The effect of ความเป็นกรด-ด่าง on the growth of saprotro ความเป็นกรด-ด่างic and ectomycorrhizal ammonia fungi in vitro**, Mycologia., 95: 584-589.
- [8] Hung LL, Trappe JM. 1983. **Growth variation between and within species of ectomycorrhizal fungi in response to ความเป็นกรด-ด่าง in vitro**, Mycologia. 75(2): 234-241.



# การสำรวจสภาพการจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ท่องเที่ยวเขตเมือง เพื่อการจัดทำระบบการจัดการขยะ กรณีศึกษาตลาดน้ำตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร

## Environmental management condition survey in urban touristic area to establishment of a solid waste management system : a case Study Taling Chan Floating Market, Bangkok

ปารวี รัตนาคม<sup>1</sup> และ เจษฎานันท์ เวียงนนท์<sup>2\*</sup>

Paravee Rattanakam<sup>1</sup> and Jessadanan Wiangnon<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษา ภาควิชาการบริหารและการจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร  
มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพมหานคร 10300

<sup>2\*</sup>อาจารย์ ภาควิชาการบริหารและการจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร  
มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ : 081 3697904, E-mail : jessadanan@nmu.ac.th

### บทคัดย่อ

ตลาดน้ำ เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีความเป็นเอกลักษณ์ที่สร้างชื่อเสียงให้กับประเทศไทย เป็นจุดหมายปลายทางให้นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติได้มาท่องเที่ยวกันเป็นจำนวนมาก จำนวนนักท่องเที่ยวที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลกระทบต่อบริหารจัดการด้านต่างๆในพื้นที่ท่องเที่ยว มีความต้องการทรัพยากรในพื้นที่เพิ่มมากขึ้น รวมถึงส่งผลกระทบต่อการศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงสภาพปัญหาในสถานที่ท่องเที่ยวในพื้นที่เขตเมือง กรณีศึกษา ตลาดน้ำตลิ่งชัน สสำรวจข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) กับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ตลาดน้ำตลิ่งชันจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) กลุ่มประชาชน ผู้ประกอบการ (2) กลุ่มภาครัฐ และ (3) กลุ่มภาคประชาสังคม รวม 15 คน ผลการสัมภาษณ์สภาพปัจจุบันและสภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในตลาดน้ำตลิ่งชัน พบว่า อุปสรรคที่พบ คือ การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะเรื่องการจัดการขยะในพื้นที่ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการจัดการขยะที่เป็นรูปธรรมชัดเจน จากข้อมูลการสัมภาษณ์นำมาสู่การวิเคราะห์ศักยภาพการจัดการด้านต่างๆ ของตลาดน้ำตลิ่งชัน แบ่งเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ (1) การบริหารรูปแบบประชาคมมีความคล่องตัว พบว่าสามารถบริหารจัดการแก้ไขปัญหาเรื่องต่างๆ ได้สะดวกและรวดเร็ว (2) จุดแข็งทางกายภาพของพื้นที่ นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางมาท่องเที่ยวตลาดน้ำตลิ่งชันได้สะดวก มีเส้นทางการคมนาคมทั้งทางบกและทางน้ำ (3) การมีส่วนร่วม ความร่วมมือกันระหว่างประชาชน ผู้ประกอบการ หน่วยงานภาครัฐ และภาคประชาสังคม ทำให้การบริหารจัดการในพื้นที่ตลาดน้ำตลิ่งชันมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 ประเด็นนำมาสู่ออกแบบระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับพื้นที่ ข้อมูลการศึกษาสามารถนำไปประกอบการพิจารณาการกำหนดรูปแบบการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการจัดการขยะ และนำไปสู่การกำหนดนโยบายด้านการจัดการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะ สามารถพัฒนาเป็นกลไกการจัดการขยะในพื้นที่ท่องเที่ยวประเภทตลาดน้ำหรือพื้นที่ท่องเที่ยวอื่นๆ ในเขตพื้นที่เมืองที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ :** การจัดการขยะ; ตลาดน้ำตลิ่งชัน; พื้นที่ท่องเที่ยวในเขตเมือง



## Abstract

The floating market is a unique tourist attraction that has made Thailand famous. It is a destination for both Thai and foreign tourists increasing number of tourists affect the management of various aspects in the tourism area. Including environmental impact The purpose of this study was to study the condition of problems in tourist attractions in urban areas. A case study of Taling Chan Floating Market. Data were surveyed by in-depth interviews with stakeholders in the Taling Chan Floating Market area from 3 sample groups: (1) community groups, entrepreneurs, (2) government groups, and (3) regional groups. Civil society, total 15 people The interview results of the current condition and environmental problems in Taling Chan Floating Market found that the obstacles encountered were environmental management. especially on waste management in the area At present, there is no concrete waste management. From the interview data leads to the analysis of management potential in various fields. of Taling Chan Floating Market is divided into 3 issues: (1) the management of the community is flexible; Found that they can manage and solve problems quickly and easily. (2) Physical strengths of the area. Tourists can easily travel to Taling Chan Floating Market. There are transportation routes both by land and by water. (3) participation cooperation between the community, entrepreneurs, government agencies and civil society This makes the management of Taling Chan Floating Market more efficient. The results of the analysis of these 3 issues lead to the design of an environmental management system that is suitable for the area. The study data can be used to consider the formulation of environmental management. especially waste management and lead to the formulation of other management policies related to waste management It can be developed as a mechanism for managing waste in the floating market tourism area or other tourist areas in similar urban areas effectively.

**Keywords :** waste management; Taling Chan Floating Market; urban tourist area

## บทนำ

กรุงเทพมหานคร เป็นเมืองหลวงที่เป็นจุดหมายปลายทางของนักท่องเที่ยวอันดับต้นๆของโลก จากการจัดอันดับของบริษัทมาสเตอร์การ์ด บริษัทผู้ให้บริการทางการเงินของสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2562 กรุงเทพมหานคร ถูกจัดให้เป็นสุดยอดเมืองจุดหมายปลายทางอันดับหนึ่งของโลก (Global Destination Cities Index) โดยติดต่อกันสี่ปีซ้อน [1] เนื่องจากเป็นเมืองที่มีเอกลักษณ์ทางด้านวัฒนธรรม มีประวัติศาสตร์ และมีความหลากหลายของสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ มากมาย โดยพบว่า สถานที่ท่องเที่ยวอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้รับค่านิยม คือ ตลาดน้ำ เนื่องจากเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรม ในพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร มีตลาดน้ำมากมายทั้งที่เป็นตลาดน้ำที่มีอยู่ดั้งเดิมและที่สร้างใหม่ ซึ่งนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ ให้ความสนใจ การดำเนินการของตลาดน้ำส่วนใหญ่ เป็นการดำเนินการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน โดยได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐและเอกชน เป็นการเปิดโอกาสให้คนในชุมชนได้มาค้าขาย สร้างอาชีพ สร้างรายได้ให้กับคนชุมชนในพื้นที่ เกิดธุรกิจโรงแรมเกสต์เฮาส์ ต่างๆ มีกิจกรรมทางเศรษฐกิจมากมาย อันจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านเศรษฐกิจ และทางด้านสังคม นอกจากนี้ผลกระทบในด้านลบของแหล่งท่องเที่ยวตลาดน้ำที่สำคัญประการหนึ่ง คือ ทางด้านสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น ปัญหามลพิษทางน้ำ การทิ้งขยะลงแหล่งน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียงจากเรือนำท่องเที่ยว และปัญหาขยะ เป็นต้น จากปัญหาต่างๆ นั้น จะต้องมีการดำเนินการแก้ไข เพื่อให้เกิดการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในชุมชน การพัฒนาอุตสาหกรรมท่องเที่ยวให้มีขีดความสามารถในการแข่งขันและยั่งยืนนั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาองค์ประกอบที่สำคัญของอุตสาหกรรมท่องเที่ยว ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ทรัพยากรการท่องเที่ยว สิ่งที่เกิดขึ้นเองทางธรรมชาติ และสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น 2) ธุรกิจในการอุตสาหกรรมท่องเที่ยว ธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับสินค้าและบริการ เพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว 3) องค์ประกอบสนับสนุนประกอบด้วย ข้อมูลข่าวสารทางการท่องเที่ยว การรักษาความปลอดภัย และการอำนวยความสะดวกต่างๆ ให้แก่นักท่องเที่ยว [2]

ตลาดน้ำตลิ่งชัน ตั้งอยู่บริเวณริมคลองชักพระ ตามนโยบายของกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวไทย สภาพของพื้นที่ของตลิ่งชันที่มีแม่น้ำลำคลองเชื่อมหลายจุดเริ่มแรกของตลาดน้ำแห่งนี้ ปัจจุบันตลาดน้ำตลิ่งชันประสบปัญหาต่างๆ นานาตามสภาวะสังคมและผู้ดูแลตลาดน้ำ ต่อมาภายหลัง จึงเกิดการรวมกลุ่มเป็น “ประชาคมตลาดน้ำ

ตลิ่งชัน” ซึ่งตรงกับช่วง Amazing Thailand [3] มีการขยายความสำคัญของตลาดน้ำที่ไม่ใช่แค่เพื่อทำการซื้อขายสินค้า แต่ยังเป็นพื้นที่ที่นักท่องเที่ยวสามารถสัมผัสถึงธรรมชาติ และเข้าใจวิถีชีวิตของคนริมคลอง เกิดกิจกรรมท่องเที่ยวทางน้ำขึ้น มีพื้นที่ลานจอดรถความจุประมาณ 100 คัน ด้านในของตลาดน้ำนอกจากจะมีพื้นที่ในการขายสินค้ายังมีพื้นที่ในการจัดแสดงดนตรีของกลุ่มสมาคมนักเรียน กลุ่มแม่บ้านสาธิตการทำขนมพื้นบ้านและจัดขายให้กับนักท่องเที่ยว



รูปที่ 1 แสดงแผนที่บริเวณตลาดน้ำตลิ่งชัน [4]

มีจุดประชาสัมพันธ์ให้นักท่องเที่ยวได้ทราบข้อมูล มีจุดที่ให้นักท่องเที่ยวรับประทานอาหาร ส่วนพื้นที่บนแพประกอบไปด้วยร้านขายอาหาร ซึ่งประกอบอาหารบนแพ ในบริเวณนี้เป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยวมานั่งรับประทานอาหารกันอย่างหนาแน่น กิจกรรมอีกรูปแบบหนึ่งที่นักท่องเที่ยวนิยมคือกิจกรรมท่องเที่ยวทางน้ำ โดยมีเส้นทางให้นักท่องเที่ยวได้ชมวิถีชีวิตชาวบ้าน บ้านเรือน วัด สวนทางการเกษตร เป็นต้น

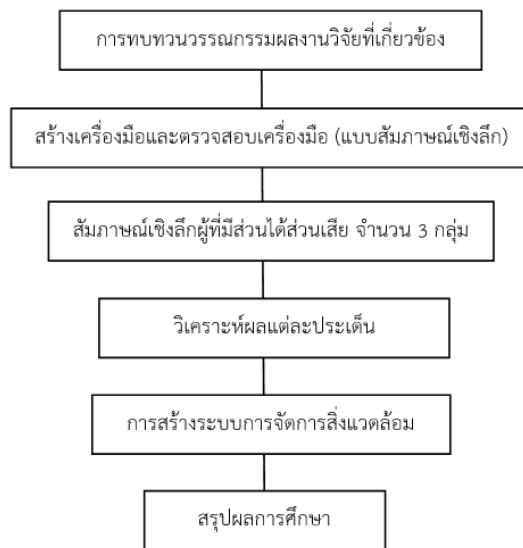
ศรัณยพงศ์ โชติววรรณ (2549) [5] ได้ทำการศึกษาผลกระทบของตลาดน้ำตลิ่งชันต่อชุมชนริมน้ำคลองชักพระ จากการศึกษาพบว่าผลกระทบทางลบด้านกายภาพ พบว่า เสียงของเรือท่องเที่ยวที่วิ่งเร็วทำให้รบกวนชาวบ้านจนเกิดความรำคาญ และพฤติกรรมของผู้ประกอบการค้าและนักท่องเที่ยวบางคนที่ยังขยะลงในบริเวณตลาดน้ำตลิ่งชัน รวมถึงในคลองชักพระ ซึ่งทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และได้เสนอแนวทางการลดผลกระทบทางลบ ในเรื่องเสียงเรือยนต์ควรให้ทางกรมเจ้าท่าเข้ามาดูแลอย่างต่อเนื่องและจริงจังเพื่อให้มีการปฏิบัติตามกฎหมาย ส่วนเรื่องคุณภาพน้ำ แม้จะได้รับการระบุจากชุมชนว่ามีผลกระทบเล็กน้อยแต่ก็ควรมีการป้องกันตั้งแต่ต้น ควรมีการสร้างจิตสำนึกให้กับทุกคนในการช่วยกันรักษาสิ่งแวดล้อมรวมถึงมีมาตรการในการลงโทษผู้ที่ทิ้งขยะลงในคลองชักพระ

## วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การสำรวจข้อมูลด้วย 2 วิธีการ ได้แก่

1) การวิจัยเชิงเอกสาร (Documentary Research) การรวบรวมข้อมูล การบริหารจัดการขยะ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นด้านการบริหารจัดการพื้นที่ การจัดการสิ่งแวดล้อม การจัดการขยะ ที่สามารถนำไปพัฒนาเป็นกลไกการจัดการขยะในพื้นที่ท่องเที่ยวในพื้นที่ศึกษาให้มีการจัดการที่ดีขึ้น

2) การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ตลาดน้ำตลิ่งชัน โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งกำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) กลุ่มประชาคมผู้ประกอบการ ได้แก่ ประธานประชาคมตลาดน้ำตลิ่งชัน ผู้ประกอบการร้านค้า (2) กลุ่มภาครัฐ ได้แก่ เจ้าหน้าที่สำนักงานเขตตลิ่งชัน ตำรวจท่องเที่ยว (3) ภาคประชาสังคม ได้แก่นักท่องเที่ยว ประชาชนในพื้นที่ใกล้เคียงตลาดน้ำตลิ่งชัน จำนวนทั้งสิ้น 15 คน โดยประเด็นที่สำรวจประกอบด้วย (1) ปัญหาที่พบด้านสิ่งแวดล้อม ทรัพยากร สิ่งอำนวยความสะดวก การบริหารจัดการภายในตลาดน้ำตลิ่งชันในด้านต่างๆ (2) ความต้องการเพิ่มเติม (3) กฎกติกาที่ต้องปฏิบัติร่วมกันมีผลกระทบหรือไม่ และ (4) ความมีส่วนร่วม/ความร่วมมือ ระหว่าง ภาครัฐ เอกชน ประชาสังคม ในด้านการบริหารจัดการต่างๆ ขั้นตอนการศึกษาแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการศึกษา

### ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ตลาดน้ำตลิ่งชัน จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ ประชาคม ผู้ประกอบการ ภาครัฐ และภาคประชาสังคม จำนวนทั้งสิ้น 15 คน ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในตลาดน้ำตลิ่งชัน

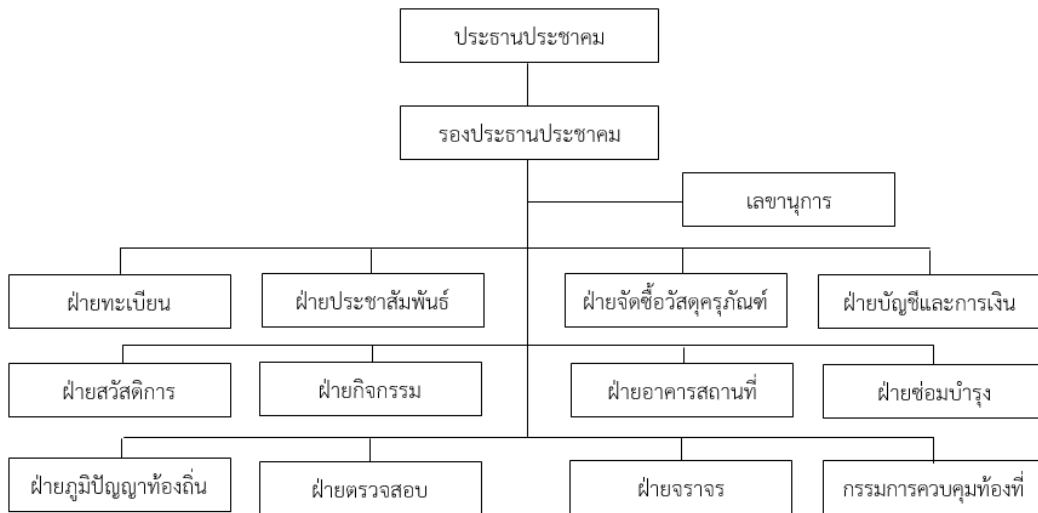
ประเด็นสัมภาษณ์	กลุ่มสัมภาษณ์		
	ประชาคม ผู้ประกอบการ	ภาครัฐ	ภาคประชาสังคม
1) ปัญหาที่พบด้านสิ่งแวดล้อม ทรัพยากร สิ่งอำนวยความสะดวก การบริหารจัดการภายในตลาดน้ำตลิ่งชันในด้านต่างๆ	1) แหล่งน้ำ พบวัชพืช เศษไม้ 2) การจัดการขยะ - ไม่มีจุดคัดแยกขยะ - จุดทิ้งขยะไม่เพียงพอ - มีปริมาณขยะจำนวนมาก	ไม่พบ	1) จุดทิ้งขยะไม่เพียงพอ 2) มีปริมาณขยะจำนวนมาก
2) ความต้องการเพิ่มเติม	1) การประชาสัมพันธ์จากภาครัฐ 2) การปรับปรุงทัศนียภาพ 3) ปรับปรุงโต๊ะ เก้าอี้ จุดนั่งพัก 4) เพิ่มจุดทิ้งขยะ	1) ความเป็นระเบียบเรียบร้อย การจัดโซนประเภทของสินค้า	1) การปรับปรุงภูมิทัศน์ 2) การคงเอกลักษณ์ของตลาดน้ำแบบดั้งเดิม
3) กฎกติกาที่ต้องปฏิบัติตามมีผลกระทบหรือไม่	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ
4) ความมีส่วนร่วม/ความร่วมมือระหว่าง ภาครัฐ เอกชน ประชาสังคม ในด้านการบริหารจัดการต่างๆ	มีส่วนร่วม และความร่วมมือกันดี	มีส่วนร่วม และความร่วมมือกันดี	มีส่วนร่วม และความร่วมมือกันดี

ผลการสัมภาษณ์กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ตลาดน้ำตลิ่งชัน อุปสรรคที่พบ คือ การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะเรื่องการจัดการขยะในพื้นที่ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการจัดการขยะที่เป็นรูปธรรมชัดเจน เดิมการจัดการขยะมีเพียงกำหนดจุดทิ้งขยะ ไม่มีการแบ่งประเภทของถังขยะ ขาดการคัดแยกขยะ จากอุปสรรคต่างๆ รวมถึงข้อมูลอื่นๆที่เป็นประโยชน์นำมาสู่การวิเคราะห์ศักยภาพการจัดการด้านต่างๆ ของตลาดน้ำตลิ่งชัน ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพ โดยแบ่งเป็นประเด็นได้ 3 ประเด็น ดังนี้ 1. การวิเคราะห์ด้านการบริหารจัดการ 2. การวิเคราะห์จุดแข็งทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา 3. การวิเคราะห์การมีส่วนร่วม

### 1. การวิเคราะห์ด้านการบริหารจัดการ

**จุดแข็ง** ตลาดน้ำตลิ่งชัน มีการบริหารจัดการในรูปแบบของประชาคม เป็นของภาคเอกชน ประชาคมตลาดน้ำตลิ่งชัน มีโครงสร้างการบริหารโดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบเป็นฝ่ายต่างๆ เป็นรูปธรรมชัดเจน จำนวน 12 ฝ่าย อยู่ภายใต้ รองประธานประชาคม และประธานประชาคม ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 2 ผู้ประกอบการและสมาชิกประชาคม มีกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติร่วมกันที่ชัดเจน เนื่องจากมีการประชุมระหว่างสมาชิกประชาคม ปัญหาที่พบในพื้นที่ หรือความต้องการของสมาชิกประชาคม จึงได้รับการแก้ไขที่รวดเร็วและมีความคล่องตัว

**จุดอ่อน** แม้จะมีการจัดทำโครงการการบริหารจัดการที่ชัดเจน แต่ก็ยังคงขาดส่วนประกอบของกลุ่มที่ต้องรับผิดชอบ เรื่องการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ในกระบวนการที่จะสร้างระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ จำเป็นต้องได้รับการเสนอ ส่วนงานและบุคลากรที่รับผิดชอบ เพื่อให้สามารถมีบทบาทที่ชัดเจนและมีการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบร่วมกับส่วนงานหรือฝ่ายอื่นๆที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างการบริหารประชาคมตลาดน้ำตลิ่งชัน

### 2. การวิเคราะห์ทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

**จุดแข็ง** ตลาดน้ำตลิ่งชันข้อมูลทางกายภาพที่ถือว่าเป็นข้อดี ดังนี้

(1) ตลาดน้ำตลิ่งชัน มีเส้นทางเดินทางที่สะดวกทั้งทางบกและทางน้ำ โดยตั้งอยู่บริเวณสำนักงานเขตตลิ่งชัน และอยู่บริเวณริมคลองชักพระ ซึ่งมีคลองที่เชื่อมต่อกันเป็นจำนวนมาก ได้แก่ คลองภาษีเจริญ คลองบางกอกใหญ่ คลองบางกอกน้อย คลองมหาสวัสดิ์ คลองบางกรวย คลองอ้อมนนท์ และเชื่อมต่อไปยังแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งในแต่ละพื้นที่มีสถานที่ท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมและทางเศรษฐกิจที่สำคัญมากมาย มีเส้นทางสัญจรทางเรือ

(2) ตลาดน้ำตลิ่งชัน มีกิจกรรมท่องเที่ยวในรูปแบบเรือท่องเที่ยว มีบริษัทเรือทัวร์ให้คำแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวในสถานที่ต่างๆ ให้กับนักท่องเที่ยวได้เลือกเส้นทาง ถือเป็นกิจกรรมในพื้นที่ที่สร้างจุดสนใจกับนักท่องเที่ยว นอกเหนือจากกิจกรรมการเยี่ยมชมเพื่อซื้อของหรือรับประทานอาหาร

(3) ตลาดน้ำตลิ่งชันเป็นจุดหนึ่งที่เป็นจุดหมายปลายทางของนักท่องเที่ยวต่างชาติที่ให้ความนิยม และเป็นทางผ่านไปยังสถานที่ท่องเที่ยวแห่งอื่นๆ มีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักท่องเที่ยวชาวไทยในจำนวนมากมีความตั้งใจเดินทางมาที่ตลาดน้ำตลิ่งชันเพื่อซื้อสินค้าและรับประทานอาหารโดยเดินทางโดยรถส่วนตัวและรถขนส่งสาธารณะทางบก แตกต่างจากนักท่องเที่ยวต่างชาติที่ส่วนใหญ่เดินทางมาสถานที่แห่งนี้โดยการสัญจรทางเรือท่องเที่ยว

(4) เมื่อมีการระบาดที่ยังคงมีนักท่องเที่ยวชาวไทยที่ยังคงเดินทางมาท่องเที่ยวอยู่บางส่วน แม้ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จำนวนนักท่องเที่ยวตลาดน้ำตลิ่งชันลดลงกึ่งหนึ่ง เนื่องจากการปิดประเทศ จึงขาดนักท่องเที่ยวต่างชาติ ซึ่งก่อนสถานการณ์การแพร่ระบาด มีจำนวนนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทย ชาวต่างชาติจำนวนมาก



**จุดอ่อน** ในช่วงการทอ่งเที่ยวพบว่า มีปัญหาด้านการจัดการขยะในพื้นที่ท่องเที่ยวหลายจุด และยังไม่สามารถจัดการได้อย่างต่อเนื่อง ใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ เนื่องจากมีการจัดการที่ง่าย แต่กลับพบว่ายังคงเป็นปัญหามาอย่างต่อเนื่องและมีการตั้งข้อสังเกตว่าหากยังใช้วิธีเดิมจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานและจำนวนคนในการจัดการอย่างสิ้นเปลือง และทำให้เสียภาพพจน์การเป็นตลอดน้ำ เนื่องจากปัญหาขยะทำให้เกิดปัญหาน้ำเสียตามมาด้วย

### 3. การวิเคราะห์การมีส่วนร่วม

**จุดแข็ง** กระบวนการทำงานของพื้นที่ด้านการมีส่วนร่วม พบว่า

- (1) ประชาคมตลาดน้ำตลิ่งชัน มีความเข้มแข็ง สมาชิก มีลักษณะความสัมพันธ์กันแบบพี่น้อง ที่พึ่งพาอาศัยกัน
- (2) มีลักษณะความร่วมมือและการมีส่วนร่วมในการช่วยกันพัฒนาบริหารจัดการและแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ตลาดน้ำตลิ่งชันด้วยตัวเองเป็นหลักก่อนประสานเครือข่ายนอกพื้นที่
- (3) หน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนและส่งเสริมการท่องเที่ยว การประชาสัมพันธ์ การพัฒนาปรับปรุงทัศนียภาพที่ตลาดน้ำตลิ่งชัน ให้มีความเป็นระเบียบและมีความสวยงามมากยิ่งขึ้น
- (4) การบริหารจัดการในตลาดน้ำตลิ่งชันมีความคล่องตัว การกำหนด นโยบาย กฎกติกา การอยู่ร่วมกันทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีการติดต่อประสานงานกันในประชาคมและเครือข่ายอย่างต่อเนื่อง
- (5) มีการสร้างปฏิสัมพันธ์จากประชาคมสู่เครือข่ายอย่างต่อเนื่องด้วยกลไกการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการท่องเที่ยว เช่น การจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวตามช่วงเวลาหรือเทศกาลที่สำคัญที่สอดคล้องกับกิจกรรมของพื้นที่กรุงเทพมหานคร

### **จุดอ่อน**

การอยู่ร่วมกันของคนหมู่มาก สมาชิกไม่กล้าแสดงความคิดเห็น แสดงออกถึงความต้องการของตนเองที่แท้จริง เมื่อไม่ได้รับผลกระทบโดยตรงต่อตนเอง มักจะเพิกเฉย ไม่เข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาร่วมกัน

## สรุป

จากการศึกษาในพื้นที่ตลาดน้ำตลิ่งชัน อุปสรรคที่พบ คือ การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะเรื่องการจัดการขยะในพื้นที่ ซึ่งยังไม่มีการจัดการด้านขยะที่เป็นรูปธรรมชัดเจน จากการวิเคราะห์พื้นที่ตลาดน้ำตลิ่งชันในด้านการบริหารจัดการ พบว่าการบริหารรูปแบบประชาคมมีความคล่องตัว สามารถบริหารจัดการแก้ไขปัญหาเรื่องต่างๆ ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว จุดแข็งทางกายภาพของพื้นที่ นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางมาท่องเที่ยวตลาดน้ำตลิ่งชันได้สะดวก มีเส้นทางการคมนาคมทั้งทางบกและทางน้ำ เส้นการคมนาคมทางน้ำมีการเชื่อมต่อสถานที่ท่องเที่ยวที่ใกล้เคียงกันในหลายๆ แห่ง ทำให้ตลาดน้ำตลิ่งชันได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก และการมีส่วนร่วม ความร่วมมือกันระหว่างประชาคม ผู้ประกอบการ หน่วยงานภาครัฐ และภาคประชาสังคม ทำให้การบริหารจัดการในพื้นที่ตลาดน้ำตลิ่งชันมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยประเด็นต่างๆ ที่กล่าวมานั้น จึงนำมาสู่การสร้างระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้

- 1) การจัดตั้งคณะทำงานหรือส่วนงานที่รับผิดชอบด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ชัดเจน เพื่อให้มีบทบาทด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการจัดการขยะในพื้นที่
- 2) การสร้างกฎระเบียบในพื้นที่ส่วนบุคคล ข้อห้าม ข้อจำกัด ที่ชัดเจน สามารถสื่อสารกับนักท่องเที่ยวให้เข้าใจได้ง่าย
- 3) สร้างนโยบายการจัดการขยะที่สอดคล้องกับนโยบายของส่วนงานของกรุงเทพมหานคร
- 4) การวางแผนการออกแบบการจัดการขยะในตลาดน้ำตลิ่งชัน เช่น การออกแบบจุดวางถังขยะ การคัดแยกขยะ ขนาดถังขยะ การออกแบบขั้นตอนการทำงาน แนวทางการจัดเก็บขยะสำหรับผู้ปฏิบัติงาน
- 5) จัดทำขั้นตอนการจัดการกับหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้านการกำจัดขยะ
- 6) จัดกิจกรรมที่สามารถตอบโจทย์การสร้างกิจกรรมด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นการสร้างจุดขายและดึงดูดกลุ่มนักท่องเที่ยวที่สนับสนุนการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จะทำให้ตลาดน้ำมีภาพลักษณ์ที่ดีขึ้นและก้าวไปสู่การเป็น Green market ได้ ซึ่งเป็นที่นิยมสำหรับนักท่องเที่ยวในยุคปัจจุบัน



### เอกสารอ้างอิง

- [1] อนุชิต ไกรวิจิตร. (6 กันยายน 2562). มาสเตอร์การ์ดเผย กรุงเทพฯ ครองแชมป์เมืองที่คนนิยมท่องเที่ยวมากที่สุดในโลก 4 ปีซ้อน. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม 2564, จาก <https://thestandard.co/the-most-popular-cities-in-the-world/>
- [2] สำนักงานปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2561). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการจัดทำตัวชี้วัดภาวะเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและสำรวจทัศนคติและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางท่องเที่ยวในประเทศไทย ประจำปี พ.ศ. 2561. กรุงเทพฯ.
- [3] เหมือนพิมพ์ สุวรรณกาศ. (2 กุมภาพันธ์ 2559). ตลาดน้ำ ความต้องการของคนใน. สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2564, จาก <https://lek-prapai.org/home/view.php?id=13>
- [4] Google, "Google Maps," [Online]. Available : <https://www.google.co.th/maps/@13.7763697,100.4568878,228m/data=!3m1!1e3?hl=th> [Accessed: July 10, 2021]
- [5] ศรีณยพงษ์ โชติวรรณ. (2549). ผลกระทบของตลาดน้ำตลิ่งชันต่อชุมชนริมน้ำคลองชักพระ. สาขาวิชาพัฒนามนุษย์และสังคม บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

# การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพทุ่นต้นแบบพืชลอยน้ำในการ บำบัดสารอาหารในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงอาหารกลาง ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

## Prototyping and Efficiency Testing of Floating Plant Unit for Nutrient Removal in Effluent of Central Canteen Wastewater Treatment of Ubon Ratchathani University

ณัฐกิจ ชารีรัตน์<sup>1\*</sup> สมภพ สนองราษฎร์<sup>1</sup> นิธิพัฒน์ เภรศรี<sup>2</sup> นราวิษณ์ ทองอินทร์<sup>2</sup> และ อำนาจ วันнна<sup>2</sup>

Thanudkij Chareerat<sup>1\*</sup> Sompop Sanongraj<sup>1</sup> Nithiphat Phaoratsamee<sup>2</sup> Narawit Thongin<sup>2</sup> and Amnat Wanna<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ; <sup>2</sup>บัณฑิตปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

โทรศัพท์ : 045353343, โทรสาร : 045 353333, E-mail : thanudkij.c@ubu.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างทุ่นต้นแบบสำหรับปลูกพืชลอยน้ำในการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งดังกล่าวลง โดยประยุกต์ใช้แรงลอยตัวจากขวดน้ำพลาสติก (ขวด PET) ที่ไม่ใช้แล้ว ทั้งนี้ได้เลือกตัวอย่างน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี นอกจากนี้ยังใช้น้ำทิ้งและน้ำเสียสังเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำข้างต้นและทำการทดสอบหาพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ ได้แก่ พีเอช ซีโอดี บีโอดี ทีเคเอ็น และฟอสฟอรัส นอกจากนี้ยังได้ทดสอบประสิทธิภาพของทุ่นต้นแบบในการกำจัดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยใช้พันธุ์ข้าวทองถิ่น 2 ชนิดได้แก่ ข้าวเหนียว กข.15 และข้าวหอมมะลิ ในการดูดซับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพื่อเป็นสารอาหารในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตต่อไป ภายหลังจากการปลูกพืชลอยน้ำบนแผ่นคอนกรีตพรุนเป็นระยะเวลา 3 เดือนให้ผลการทดสอบดังนี้ พารามิเตอร์ที่ 1 ค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจาก  $6.74 \pm 0.014$  เป็น  $8.27 \pm 0.205$  ในเดือนสุดท้าย พารามิเตอร์ที่ 2 ประสิทธิภาพในการกำจัดค่าซีโอดีของข้าวเหนียว กข.15 อยู่ที่ 60-75% และประสิทธิภาพในการกำจัดค่าซีโอดีของข้าวหอมมะลิลอยู่ที่ 67-75% พารามิเตอร์ที่ 3 ประสิทธิภาพในการกำจัดค่าบีโอดีของข้าวเหนียว กข.15 อยู่ที่ 32-41% และประสิทธิภาพในการกำจัดค่าบีโอดีของข้าวหอมมะลิลอยู่ที่ 76-87% พารามิเตอร์ที่ 4 ประสิทธิภาพในการกำจัดค่าทีเคเอ็นพบว่า ข้าวเหนียว กข.15 ให้ค่าประสิทธิภาพในการกำจัดค่าทีเคเอ็นอยู่ที่ 86-87% และข้าวหอมมะลิให้ค่าประสิทธิภาพในการกำจัดค่าทีเคเอ็นอยู่ที่ 86-90% และพารามิเตอร์สุดท้าย ประสิทธิภาพในการกำจัดค่าฟอสฟอรัสพบว่า ข้าวเหนียว กข.15 ให้ค่าประสิทธิภาพในการกำจัดค่าฟอสฟอรัสอยู่ที่ 66-69% และข้าวหอมมะลิให้ค่าประสิทธิภาพในการกำจัดค่าฟอสฟอรัสอยู่ที่ 52-59% ตามลำดับ โดยสรุปทุ่นต้นแบบสำหรับปลูกข้าวลอยน้ำจากการศึกษาครั้งนี้ สามารถใช้ลดไนเตรทและฟอสเฟตได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ทั้งในแง่ของการบำบัดน้ำทิ้งและการให้ผลผลิตข้าวในระยะเวลาอันสั้น

คำสำคัญ : น้ำทิ้ง; ต้นแบบ; การปลูกพืชลอยน้ำ; ไนเตรท; ฟอสเฟต; คอนกรีตพรุน

## Abstract

This research attempts to produce a floating plant unit in order to reduce the excess amount of nitrogen and phosphorus in such effluent by applying the buoyancy force from waste plastic bottles (PET bottles). This research, the effluent sample has been taken from the wastewater treatment system of the Central Canteen, Ubon Ratchathani University. The synthesis effluent from tap water was also be compared with the Canteen effluent using various parameter including pH, COD, BOD, TKN and P. Furthermore, the efficiency of nitrogen and phosphorus removal has also been investigated. Two local rice (sticky rice AB. 15 and jasmine rice) were used in this whole experiment in order to absorb nitrogen and phosphorus for its growth and yield. Testing results of floating plant on porous concrete block after 3 months, it was found that the first parameter; pH has been increased from  $6.74 \pm 0.014$  to  $8.27 \pm 0.205$ . The second parameter; COD revealed the efficiency of COD treatment at 60-75% for sticky rice and 67-75% for jasmine rice. The third parameter; BOD revealed the efficiency of BOD treatment at 32-41% for that sticky rice while jasmine rice exhibited the efficiency at 76-87%. The fourth parameter; TKN revealed the efficiency of treatment at 86-87% for sticky rice and 86-90% for jasmine rice. And the last parameter; phosphorus showed the efficiency of treatment at 66-69% for that sticky rice and 52-59% for jasmine rice, respectively. In summary, the prototyping unit for floating rice cultivation from this study. It can be used to reduce nitrates and phosphates with satisfactory results both in terms of effluent treatment and rice yield in a short period of time.

**Keywords :** effluent; prototyping; floating plant; nitrate; phosphate; porous concrete

## บทนำ

การเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (eutrophication) หรือมลภาวะจากธาตุอาหารพืช (nutrient pollution) เกิดจากการบลูมของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำจืด เช่น ตามคู คลอง หนอง บึง ทะเลสาบ หรืออ่างเก็บน้ำ ซึ่งถือเป็นหนึ่งในปัญหามลพิษทางน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่ง สาเหตุหลักของปัญหามาจากแหล่งน้ำได้รับสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในปริมาณมากจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การเกษตร อุตสาหกรรม หรือน้ำทิ้งจากบ้านเรือน โดยสารอาหารเหล่านี้จะไปกระตุ้นให้แพลงก์ตอนพืชเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนส่งผลให้แหล่งน้ำไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ได้ นักวิทยาศาสตร์ประเมินว่าแหล่งน้ำที่เกิดการบลูมของแพลงก์ตอนพืชจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่า 40 ไมโครกรัม/ลิตร และถ้าปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่า 100 ไมโครกรัม/ลิตร โอกาสที่ปลาในแหล่งน้ำจะตายจะมีสูงมากเพราะเกิดปัญหาขาดแคลนออกซิเจน จึงได้มีแนวคิดในการปลูกพืชบนผิวน้ำจำพวกผักตบชวา หล่อก้าน เป็นต้น เพื่อลดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วและลดการเกิดสาหร่ายในน้ำที่ให้ออกซิเจนไม่สามารถผ่านเข้าไปในน้ำได้และทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำตายได้ [1-3]

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการลดปัญหาการเกิดยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำ โดยได้ใช้น้ำทิ้งจากบ่อน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียของโรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ซึ่งพบว่า ยังมีค่าฟอสฟอรัสที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งชุมชน ทั้งนี้ได้ประยุกต์นำขวดพลาสติก (ขวด PET) มารีไซเคิลในการสร้างหุ่นต้นแบบสำหรับปลูกพืชลอยน้ำและประยุกต์ใช้แผ่นคอนกรีตพรุนสำหรับเป็นฐานรองรับรากพืช เพื่อให้สามารถดูดซึมสารอาหารจำพวกไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งดังกล่าวได้ ถือว่าเป็นการเพิ่มอายุการใช้งาน (service life) ของขวดพลาสติก (ขวด PET) ให้เกิดประโยชน์อีกครั้ง ทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์เป็นแนวคิดต้นแบบสำหรับงานบำบัดน้ำทิ้งชุมชนที่เกิดปัญหาปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันต่อไปได้

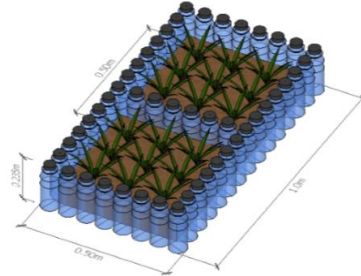
## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การนำขวดพลาสติกมาใช้สร้างหุ่นต้นแบบสำหรับปลูกพืชลอยน้ำ

หุ่นที่ใช้สำหรับปลูกพืชลอยน้ำ ขนาด 50x50 เซนติเมตร โดยใช้ขวดน้ำขนาด 600 มิลลิลิตรเพื่อที่จะทำการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ pH COD BOD ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในบ่อน้ำทิ้งเสีย โดยการบำบัดโดยใช้พืชลอยน้ำและใช้คอนกรีตฟรุน [4] ขนาด 40x40 เซนติเมตร น้ำหนัก 15 กิโลกรัมและดินนา 3 กิโลกรัม เพื่อใช้เป็นฐานรองรับในหุ่นที่ใช้ปลูกต้นพืช

#### 1.1 อุปกรณ์

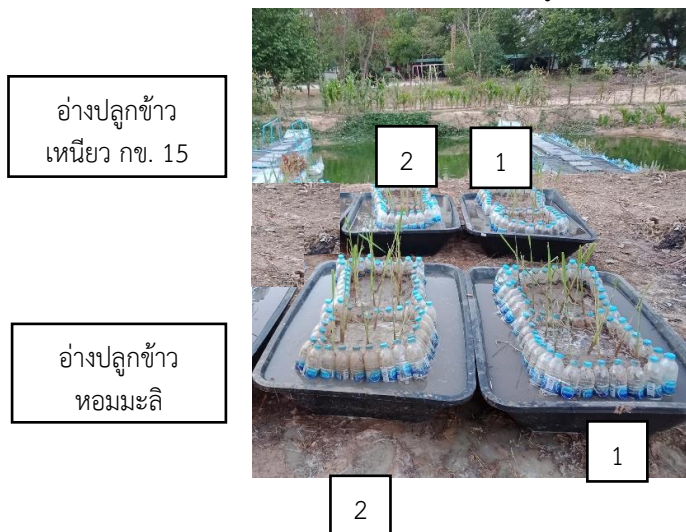
- 1.) ขวดน้ำพลาสติกที่ไม่ใช้แล้ว ขนาด 600 มิลลิลิตร
- 2.) สายเคเบิลไทร์ 4.8 x 300 มิลลิเมตร
- 3.) อ่างผสมปูน ขนาด 200 ลิตร
- 4.) แผ่นคอนกรีตฟรุน 40 x 40 เซนติเมตร
- 5.) เปลือกมะพร้าวสับ
- 6.) ดินนา
- 7.) ต้นกล้าข้าว
- 8.) สารไนโตรเจนและฟอสเฟต



ภาพที่ 1 หุ่นต้นแบบที่ใช้ปลูกพืชลอยน้ำ

#### 1.2 วิธีการ

- 1.) สร้างหุ่นต้นแบบจากขวดน้ำพลาสติกที่ไม่ใช้แล้ว นำขวดน้ำพลาสติกขนาด 600 มิลลิลิตร มามัดรวมกันด้วยสายเคเบิลไทร์ต่อกันเป็นหุ่นให้มีขนาด 50x50 เซนติเมตร แล้วนำหุ่น 2 มาต่อกัน เพื่อใช้ในการปลูกพืชดังแสดงในภาพที่ 1
- 2.) เตรียมต้นกล้าข้าวที่จะใช้ในการทดลองทั้งหมดจำนวน 144 ต้น ความสูงของต้นกล้าเริ่มต้นที่ 30 เซนติเมตร
- 3.) นำอ่างผสมปูนขนาด 200 ลิตร จำนวน 8 อ่าง มาใส่น้ำที่ต้องการทดลอง โดยนำน้ำจากบ่อที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ จำนวนอ่างละ 80 ลิตร
- 4.) อ่างน้ำสังเคราะห์คือ การเติมปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสลงไปปริมาณเท่ากับปริมาณสารในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด
- 5.) นำหุ่นมาลอยบนอ่างที่เตรียมไว้แล้ว ใช้คอนกรีตฟรุนขนาด 40 x 40 เซนติเมตร น้ำหนัก 15 กิโลกรัม 2 แผ่น ใส่ลงไปในหุ่นเพื่อเป็นฐานให้กับต้นพืช
- 6.) นำเปลือกมะพร้าวแห้งสับมาใส่ในหุ่นเพื่ออุดช่องว่างด้านข้างไม่ให้ดินที่จะนำมาใส่นั้นร่วงลงไปด้านล่าง
- 7.) นำดินนามาใส่ในหุ่นที่เตรียมไว้เพื่อที่จะทำการปลูกพืช(ต้นข้าว) ให้หนาประมาณ 5-10 เซนติเมตร
- 8.) นำต้นพืช (ต้นข้าว) มาปลูกบนหุ่นที่เตรียมไว้ ระยะห่างแต่ละต้นประมาณ 10 เซนติเมตร หุ่นละ 9 ต้น หนึ่งอ่างมีทั้งหมด 18 ต้น
- 9.) นำน้ำจากอ่างทดลอง (ดังแสดงในภาพที่ 2) ไปทำการวิเคราะห์ pH COD BOD TKN และ P
- 10.) ทำการวิเคราะห์น้ำจากอ่างทดลองสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงหรือการกำจัดสารอาหารในน้ำ



ภาพที่ 2 หุ่นสำหรับปลูกพืชลอยน้ำ ติดตั้งภายใต้โรงเรือนที่มีหลังคาโปร่งแสง

## 2. การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา ทำโดยการเก็บน้ำจากบริเวณบ่อน้ำทิ้งโรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ด้วยวิธีการตักเก็บอย่างง่าย (simple) และนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำเสียก่อนนำไปทดลองในชุดการทดลองที่ 2 เพื่อให้ค่าของน้ำมีค่าที่ใกล้เคียงกัน จึงแบ่งชุดการทดลองทั้งหมด 2 ชุด ดังนี้

**ชุดการทดลองที่ 1** เก็บตัวอย่างน้ำที่ได้จากบ่อน้ำทิ้งโรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยการตักน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาลงในอ่างทดลอง ขนาด 80 ลิตร

**ชุดการทดลองที่ 2** นำน้ำประปามาเติมสารไนโตรเจนและสารฟอสฟอรัส ให้ได้ค่าใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่ 1 แล้วเติมลงในอ่างทดลอง 80 ลิตร

## 3. การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำทิ้ง

นำน้ำทิ้งตัวอย่างมาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติดังนี้ วัดค่าพีเอช (pH) ด้วยวิธี Electrometric Titration วัดค่าซีโอดี (COD) ด้วยวิธี Close Reflux วัดค่าบีโอดี (BOD) ด้วยวิธี Azide Modification วัดค่าวัดค่าทีเคเอ็น (TKN) ด้วยวิธี Kjeldahl และ Titration และวัดค่าฟอสฟอรัส (P) ด้วยวิธี Vanado Molybdophosphoric Acid

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งหลังจากจากระบบทุก 4 ชั่วโมง ปริมาณ 1 ลิตร เพื่อวิเคราะห์หาค่า pH, BOD, COD, SS และ TKN จนผลวิเคราะห์ที่ทุกชุดการทดลอง จากผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำตัวอย่างก่อนปลูกพืชและหลังปลูกพืชนำค่า COD BOD TKN และ P คำนวณหาประสิทธิภาพในการบำบัดตามสมการที่ 2

$$\text{ประสิทธิภาพในการบำบัด (\%)} = [ (in - out) / in ] \times 100\% \quad \text{----- (2)}$$

เมื่อ in = ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์น้ำเข้าสู่ระบบ

out = ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์น้ำออกจากระบบ

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### ผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำทิ้ง

จากตัวอย่างน้ำทิ้งโรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เมื่อนำมาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำทิ้ง ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งในสัปดาห์แรก

พารามิเตอร์	ค่าตัวอย่างน้ำทิ้ง	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง [5]
pH	6.74±0.014	5.5-9.0
COD (mg/l)	80	ไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร
BOD (mg/l)	10.2	ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
TKN (mg/l)	11.82±0.276	ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
P (mg/l)	3.868±0.035	ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งพบว่า น้ำทิ้งบริเวณบ่อน้ำทิ้งโรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มีความสกปรกค่อนข้างน้อยคือมี ค่า BOD, COD, และ TKN ที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง เนื่องจากน้ำเสียดังกล่าวผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีแล้ว ค่า pH พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งเช่นกัน ส่วนค่า P พบว่ามีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง ผลการวิเคราะห์ค่า pH, COD, BOD, TKN และ P ก่อน-หลัง ของการสร้างและทดสอบประสิทธิภาพพืชนต้นแบบสำหรับปลูกพืชลอยน้ำในการบำบัดน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำน้ำเสียโรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี แสดงในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่า pH, COD, BOD, TKN และ P ของน้ำทิ้งของสัปดาห์แรกในแต่ละชุดการทดลอง

ข้าวเหนียว กข.15					
ชุดการทดลอง	pH	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	TKN (mg/l)	P (mg/l)
น้ำจากบ่อน้ำทิ้ง	6.74±0.014	80±0	10.2±0	11.82±0.276	3.87±0.035
น้ำเสียสังเคราะห์	7.11±0.021	64±0	6.6±0	11.01±0.325	3.60±0.012
ข้าวหอมมะลิ					
ชุดการทดลอง	pH	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	TKN (mg/l)	P (mg/l)
น้ำจากบ่อน้ำทิ้ง	6.90±0.007	96±0	15±0	12.57±0.431	3.75±0.012
น้ำเสียสังเคราะห์	7.01±0.014	64±0	9±0	10.82±0.552	3.51±0

ตารางที่ 3 ค่า pH, COD, BOD, TKN และ P ของน้ำทิ้งของสัปดาห์สุดท้ายในแต่ละชุดการทดลอง

ข้าวเหนียว กข.15					
ชุดการทดลอง	pH	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	TKN (mg/l)	P (mg/l)
น้ำจากบ่อน้ำทิ้ง	8.27±0.205	32±0	6±0	1.68	1.14±0.14
น้ำเสียสังเคราะห์	7.53±0.162	16±0	4.5±0	1.4	1.14±0.11
ข้าวหอมมะลิ					
ชุดการทดลอง	pH	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	TKN (mg/l)	P (mg/l)
น้ำจากบ่อน้ำทิ้ง	8.19±0.035	32±0	3.6±0	1.12	1.32±0.08
น้ำเสียสังเคราะห์	8.14±0.162	48±0	1.2±0	1.4	1.43±0.09

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของการปลูกพืชลอยน้ำเพื่อบำบัดน้ำทิ้งที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์

พันธุ์ข้าว	พารามิเตอร์	น้ำจากบ่อน้ำทิ้ง	น้ำเสียสังเคราะห์
ข้าวเหนียว กข.15	COD	60%	75%
	BOD	41%	32%
	TKN	86%	87%
	P	66%	69%
ข้าวหอมมะลิ	COD	67%	75%
	BOD	76%	87%
	TKN	90%	86%
	P	52%	59%



จากตารางที่ 2 และ 3 ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งของสัปดาห์แรกและสัปดาห์สุดท้ายจากการปลูกพืชลอยน้ำ พบว่า ชุดการทดลองที่ปลูกข้าวเหนียว กข.15 จะเห็นได้ว่าค่า pH, COD, BOD, TKN และ P อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง และชุดการทดลองที่ปลูกข้าวหอมมะลิ จะเห็นได้ว่าค่า pH, COD, BOD, TKN และ P อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งเช่นกัน โดยค่าประสิทธิภาพในการบำบัด แสดงสรุปในตารางที่ 4 โดยในตารางที่ 4 พบว่า การปลูกพืชลอยน้ำเพื่อบำบัดน้ำทิ้ง มีผลประสิทธิภาพในการบำบัด COD, BOD, TKN และ P ที่ใกล้เคียงกันและแตกต่างกันออกไป

## สรุปผลการทดลอง

### การสร้างหุ่นต้นแบบและการประยุกต์ใช้คอนกรีตพรุนสำหรับทำฐานในการปลูกพืชลอยน้ำ

จากการทดลองนำขวดพลาสติกที่ไม่ใช้แล้วนำมาประยุกต์เพื่อสร้างหุ่นต้นแบบสำหรับปลูกพืชลอยน้ำ เพื่อใช้ในการบำบัดน้ำทิ้ง จากการทดลองขวดพลาสติกที่ไม่ได้บรรจุน้ำอยู่ภายในมาสร้างหุ่นเพื่อปลูกพืชลอยน้ำบนฐานรองรับจากแผ่นคอนกรีตพรุนพบว่า เมื่อนำหลักการของแรงลอยตัวมาคำนวณโดยใช้ขวด PET ขนาด 600 มิลลิลิตรจำนวน 44 ขวดต่อหุ่นเพื่อรับน้ำหนักประมาณ 18 กิโลกรัม (แผ่นคอนกรีตพรุน เปลือกมะพร้าวแห้งสับ ดินปลูกและต้นข้าว)

จากการนำแผ่นคอนกรีตพรุนมาประยุกต์ใช้สำหรับทำฐานในการปลูกพืชลอยน้ำพบว่า แผ่นคอนกรีตพรุนสามารถใช้ในการถ่วงน้ำหนักหุ่นเพื่อให้เกิดสมดุลของหุ่นได้ อีกทั้งรูพรุนของแผ่นคอนกรีตพรุนสามารถเป็นฐานในกับต้นพืชที่ใช้รากในการยึดเหนี่ยวและรากของพืชยังแทรกตัวลงในรูพรุนของแผ่นคอนกรีตพรุนเพื่อลงไปดูดซึมสารอาหารที่อยู่ในน้ำที่ใช้ในการทดลองและใช้ในการเจริญเติบโตของต้นพืช

### การลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

จากการทดลองการปลูกพืชลอยน้ำเพื่อบำบัดน้ำทิ้ง โดยการทดลองใช้น้ำ 2 ตัวอย่าง คือ น้ำบ่อน้ำทิ้ง และน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาณ 80 ลิตรต่ออ่าง พบว่า ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสลดลงต่อเนื่องทุกสัปดาห์ เนื่องจากถูกต้นพืช (ข้าวเหนียวพันธุ์ กข.15 และข้าวหอมมะลิ) ดูดแร่ธาตุไปใช้ในการเจริญเติบโต ทั้งนี้ในการทดลองได้ใช้ข้าวเหนียว กข.15 ทั้งหมด 4 อ่าง และข้าวหอมมะลิทั้งหมด 4 อ่าง โดยอ่างกลุ่มที่ 1 จะเป็นน้ำจากบ่อน้ำทิ้ง (2 อ่าง) ส่วนอ่างที่ 2 จะเป็นน้ำเสียสังเคราะห์ (2 อ่าง) พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัดได้ดังนี้คือ พันธุ์ข้าวเหนียว กข.15 ที่ใช้การปลูกในบ่อน้ำทิ้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัดได้ถึง 86% ในน้ำเสียสังเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัดได้ถึง 87% และพันธุ์ข้าวหอมมะลิที่ใช้การปลูกในบ่อน้ำทิ้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัดได้ถึง 90% ในน้ำเสียสังเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัดได้ถึง 86%

สำหรับประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัดได้ดังนี้คือ พันธุ์ข้าวเหนียว กข.15 ที่ใช้การปลูกในบ่อน้ำทิ้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัดได้ถึง 66% ในน้ำเสียสังเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัดได้ถึง 69% และพันธุ์ข้าวหอมมะลิที่ใช้การปลูกในบ่อน้ำทิ้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัดได้ถึง 52% ในน้ำเสียสังเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกำจัดได้ถึง 59%

ค่า pH เพิ่มขึ้นอันเป็นผลมาจากสารประกอบแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium Hydroxide) ที่ได้จากปฏิกิริยาไฮเดรชันทำให้คอนกรีตมีความเป็นด่างและมีค่า pH สูงขึ้นอยู่ในช่วง 7-8 ส่วนค่า BOD ลดปริมาณลงเนื่องมาจากสารอาหารที่จุลินทรีย์ต้องการลดลง ส่งผลให้ค่าของน้ำที่ทำการทดลองมีคุณภาพที่ดีขึ้นและอยู่ในมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด

ค่า COD ลดปริมาณลงเนื่องมาจากค่าปริมาณออกซิเจนที่ต้องการเพื่อใช้ในการทำปฏิกิริยาและจำนวนจุลินทรีย์ลดลง ส่งผลให้ค่าของน้ำที่ทำการทดลองมีคุณภาพที่ดีขึ้นและอยู่ในมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด

### การปลูกพืชลอยน้ำ

จากระยะเวลา 10 สัปดาห์ของการทดลองนำพืชลอยน้ำมาใช้ในการบำบัดน้ำทิ้ง โดยพืชที่นำมาใช้คือ พันธุ์ข้าวเหนียว กข.15 และข้าวหอมมะลิ พบว่า ต้นข้าวสามารถดูดซึมสารอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่อยู่ในน้ำอ่างทดลองไปใช้ในการเจริญเติบโตของต้นข้าวและออกรวงข้าวได้ สารอาหารจำพวกไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจึงลดปริมาณลง ภายหลังจากการทดลองที่ใช้ข้าวเหนียว กข.15 จำนวน 2 อ่าง (2 อ่าง) และข้าวหอมมะลิจำนวน 2 อ่าง (2 อ่าง) รวมเป็น 4 อ่าง พบว่า การปลูกข้าวเหนียว กข.15 ในอ่างน้ำจากบ่อน้ำทิ้งให้ผลผลิตจำนวน 1,775 เมล็ด คิดเป็นน้ำหนัก 63.94 กรัม (ต่อพื้นที่ 0.32 ตารางเมตร) หรือหากคิดเป็นไร่จะได้ 319.70 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในอ่างน้ำสังเคราะห์ให้ผลผลิตจำนวน 1,458 เมล็ด คิดเป็น 61.23 กรัม หรือ 306.15 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การปลูกข้าวหอมมะลิในอ่างน้ำจากบ่อน้ำทิ้งให้ผลผลิต 1,860 เมล็ด คิดเป็น 64.79 กรัม หรือคิดเป็น 323.95 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในอ่างน้ำสังเคราะห์ให้ผลผลิต 1,346 เมล็ด คิดเป็น 61.01 กรัม หรือ 305.05 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ



## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ชยานิศา อารีย์ (2528). การบำบัดด้วยผักตบชวา, สืบค้นจาก <https://sites.google.com/site/pangpok69/pang69>
- [2] ดารินทร์ แซ่ตั้ง, สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, ฉลองชัย แบบประเสริฐและอมรา ทองปาน (2551). การใช้หญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สืบค้นจาก [http://kukr.lib.ku.ac.th/db/BKN\\_SCI/search\\_detail/result/10805](http://kukr.lib.ku.ac.th/db/BKN_SCI/search_detail/result/10805)
- [3] พงศ์ศักดิ์ หนูพันธ์ และ รัฐชา ชัยชนะ (2557). ผลกระทบของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่อการเกิดยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำและการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส, สืบค้นจาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/kuengj/article/view/79575>
- [4] ถนัดกิจ ชาริรัตน์ และคณะ, 2551, พฤษภาคม 14-16. **คอนกรีตพูน : คอนกรีตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม**. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 13, พัทยา, จ. ชลบุรี: MAT-069, หน้า 296 (จำนวน 6 หน้า)
- [5] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. พ.ร.บ. กฎหมาย และมาตรฐาน ที่เกี่ยวกับการควบคุมมลพิษ. สืบค้นจาก [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/reg\\_std\\_water04.html](http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html)



# การบำบัดสีย้อมด้วยกระบวนการโฟโตออกซิเดชันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์นาโนทิวป์ร่วมกับการเติมอากาศขนาดไมโคร/นาโนบับเบิล

## Dye Decolorization by Photooxidation Process Using $TiO_2$ Nanotube Catalyst and Micro/Nanobubble Aeration

สุทธิดา วงษ์เขียว<sup>1\*</sup> ธรรมศักดิ์ โรจนวิรุฬห์<sup>2</sup> และ อรวรรณ โรจนวิรุฬห์<sup>3</sup>  
 Sutthida Wongwichian<sup>1\*</sup> Thammasak Rojviroon<sup>2</sup> and Orawan Rojviroon<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>นิสิตบัณฑิตศึกษา ; <sup>2,3</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110  
 โทรศัพท์ : 02-549-3410, E-mail : thammasak@rmutt.ac.th, sutthida\_w@mail.rmutt.ac.th

### บทคัดย่อ

การบำบัดสีย้อมด้วยกระบวนการโฟโตออกซิเดชันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา  $TiO_2$  Nanotubes (TNTs) ร่วมกับการเติมอากาศขนาดไมโคร/นาโนบับเบิล (Micro/Nanobubbles, MNBs) ซึ่งตัวเร่งปฏิกิริยาดังกล่าวเตรียมขึ้นจากแผ่นไทเทเนียม (Ti sheets) ขนาด 3x4 cm ด้วยกระบวนการแอโนไดเซชันที่ความต่างศักย์ 50 V สำหรับลักษณะทางกายภาพของ TNTs สามารถทดสอบได้โดยใช้อุปกรณ์ FE-SEM สำหรับประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อมด้วยกระบวนการโฟโตออกซิเดชันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา TNTs ร่วมกับ MNBs ในการศึกษาที่ใช้สี Indigo Carmine (IC) ที่มีการแปรผันความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 2, 4, 6, 8 และ 10  $\mu M$ , ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง 90 นาที จากผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยา TNTs พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางมีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 80.43 nm และความลึกของท่อนาโนเฉลี่ยเท่ากับ 74.87 nm ในขณะที่ขนาดของฟองอากาศ MNBs มีขนาดเฉลี่ยของฟองอากาศเท่ากับ  $111.3 \pm 62.3$  nm สำหรับประสิทธิภาพในการบำบัดสีย้อม IC พบว่าประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัดสีย้อม IC มีค่าเท่ากับ  $83.33 \pm 13.11\%$  นอกจากนี้จลนพลศาสตร์ของการบำบัดสีย้อมด้วยกระบวนการโฟโตออกซิเดชันซึ่งสมการที่เหมาะสมกับการศึกษานี้คือ สมการ Langmuir-Hinshelwood (L-H) โดยค่าคงที่การเกิดปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชัน ( $k$ ) เท่ากับ  $0.352 \mu M \cdot \text{min}^{-1}$  และค่าคงที่ในปฏิกิริยาดูดติดผิว ( $K$ ) เท่ากับ  $0.063 \mu M^{-1}$

คำสำคัญ : อินดิโกคาร์มีน; แอโนไดเซชัน; จลนพลศาสตร์; โฟโตคะตะลิสติก

## Abstract

Dye decolorization by photooxidation process using  $\text{TiO}_2$  Nanotubes (TNTs) catalyst and Micro/Nanobubbles, MNBs aeration. The catalysts were prepared from 3x4 cm Ti sheets by anodizing at 50 V. The physical characteristics of TNTs can be tested by FE-SEM. Indigo Carmine (IC) dye was used for the dye decolorization by photooxidation process using TNTs catalyst and MNBs with the initial concentration variations of 2, 4, 6, 8 and 10  $\mu\text{M}$ , respectively throughout the experiment time of 90 min. The results of the physical characterization of the TNTs catalysts that the average diameter was 80.43 nm and the average nanotube depth was 74.87 nm. While, the MNBs size was average bubble size of  $111.3 \pm 62.3$  nm. The highest dye decolorization of IC was  $83.33 \pm 13.11\%$ . Moreover, the kinetics of the dye decolorization by photooxidation process that the appropriate equation for this study was the Langmuir-Hinshelwood (L-H) equation with the photooxidation reaction constant ( $k$ ) was  $0.352 \mu\text{M} \cdot \text{min}^{-1}$  and the adsorption reaction constant ( $K$ ) was  $0.063 \mu\text{M}^{-1}$ .

**Keywords :** indigo carmine; anodization; kinetics; photocatalytic

## บทนำ

การพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียขั้นสูง เพราะว่ามีสารเคมีที่บางกลุ่มที่มีโครงสร้างซับซ้อนยากต่อการที่ระบบบำบัดโดยทั่วไปจะสามารถกำจัดได้ จึงได้มีการนำการบำบัดขั้นสูงมาใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้กระบวนการโฟโตออกซิเดชันขั้นสูง ซึ่งมีการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาต่างๆ อย่างต่อเนื่อง โดยการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาในระดับนาโนในรูปแบบของนาโนทิวป์ (Nanotubes) ผงนาโน (Nanopowder) และนาโนฟิล์ม (Nanofilm) เป็นต้น กระบวนการโฟโตคะตะลิติกเป็นกระบวนการบำบัดขั้นสูงที่มีการพัฒนาโดยมีการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาแสง [1] ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในกระบวนการดังกล่าว โดยมุ่งเน้นให้ตัวเร่งปฏิกิริยามีคุณสมบัติที่ดีโดยมีพื้นที่ผิวเฉพาะในการเกิดปฏิกิริยาสูง ช่องว่างพลังงานที่แคบ สามารถดูดกลืนแสง และการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนได้ดี มีความสามารถออกซิไดซ์สารอินทรีย์ได้ มีความคงทนต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในส่วนของเทคนิคในการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาแบบต่างๆ [2] ได้แก่ โซลเจล (Sol-gel) [3] การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมี (chemical vapor deposition, CVD) ไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal) และแอนโนไดเซชัน (Anodization) [4, 5] เพื่อประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

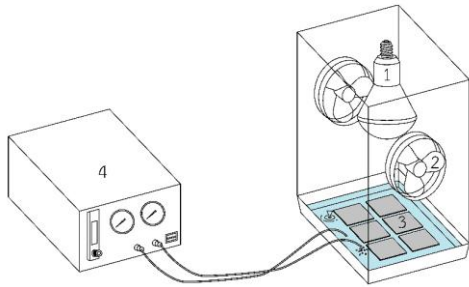
สำหรับงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาแสงในรูปแบบของนาโนทิวป์ข้อดีของตัวเร่งปฏิกิริยาในรูปแบบนาโนทิวป์ คือ มีพื้นที่ผิวจำเพาะในการเกิดปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันได้มากกว่าแบบผลและแบบผลึก ทำให้สามารถกระตุ้นการถ่ายโอนอิเล็กตรอนบนพื้นผิวได้มาก และช่วยลดข้อเสียของพื้นผิวของ  $\text{TiO}_2$  ได้ ซึ่งเตรียมได้โดยกระบวนการแอนโนไดเซชัน ทั้งนี้ยังมุ่งเน้นที่จะเพิ่มศักยภาพของกระบวนการให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้การนำ MNBs มาใช้ในกระบวนการโฟโตออกซิเดชันร่วมกับการเติมอากาศที่มีอนุภาคขนาดไมโคร/นาโนบับเบิล (Micro/Nanobubbles, MNBs) [6] [7] ในกระบวนการโฟโตออกซิเดชันเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อม Indigo Carmine (IC) รวมทั้งศึกษาจลนพลศาสตร์ของการบำบัดสีย้อมด้วยกระบวนการโฟโตออกซิเดชัน

## อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียม TNTs ด้วยกระบวนการแอนโนไดเซชันสามารถเตรียมได้โดยนำแผ่น Ti ที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วต่อกับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้า และนำแผ่นแกรไฟต์ต่อกับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้า จุ่มลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งประกอบไปด้วย เอทิลีนไกลคอล (Ethylene Glycol) แอมโมเนียมฟลูออไรด์ ( $\text{NH}_4\text{F}$ ) และกรดไฮโดรฟลูออริก (HF) ปรับความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ 50 V เป็นเวลา 1 hr ไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำปราศจากไอออนโดยใช้เครื่องอัลตราโซนิก เป็นเวลา 30 min และเป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน หลังจากนั้นทำการทดสอบลักษณะทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้นด้วยอุปกรณ์ Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM) model FEI รุ่น versat3D (ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ) ในส่วนของ

การวิเคราะห์ทดสอบลักษณะทางกายภาพของฟองอากาศ MNBs ของเครื่องชุดเติมอากาศขนาด MNBs (High Voltage Plasma RMUTT-MNB Generator) ด้วยอุปกรณ์ Nanobubbles Testing (Nanosight NS300)

การประเมินประสิทธิภาพในการบำบัดสี้อมด้วยกระบวนการโฟโตออกซิเดชันโดยใช้ TNTs ร่วมกับ MNBs จะควบคุมให้อยู่ภายใต้แหล่งกำเนิดแสง UVA ที่มีความเข้มแสง  $1,604 \mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$  ดังรูปที่ 1 ทำการศึกษาเกี่ยวกับน้ำเสียสีสังเคราะห์จากสี้อม IC ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 2, 4, 6, 8 และ  $10 \mu\text{M}$  ทำการเก็บตัวอย่างที่เวลา 0, 5, 15, 30, 60 และ 90 min ควบคุมการทดลองด้วย 1 ชุดการทดลอง และ 7 ชุดควบคุม แสดงดังตารางที่ 1 เพื่อวัดค่าความเข้มข้นสีที่เปลี่ยนแปลงไปด้วยอุปกรณ์ Spectroquant Prove 600



1. หลอดอัลตราไวโอเล็ต
2. พัดลมระบายความร้อน
3. ตัวเร่งปฏิกิริยา TNTs ขนาด 3x4 cm
4. ชุดเติมอากาศขนาด MNBs (High Voltage Plasma RMUTT-MNB Generator)

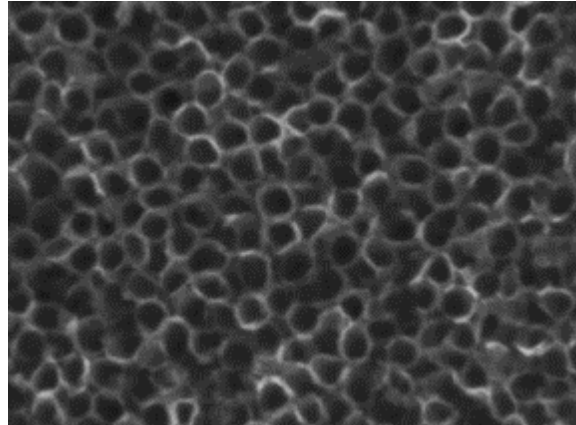
รูปที่ 1 ชุดทดลอง Photooxidation reactor

ตารางที่ 1 ชุดทดลอง

ชุดการทดลอง	UVA	TNTs	MNBs
ชุดทดลอง	✓	✓	✓
ชุดควบคุมที่ 1	✓	✓	✗
ชุดควบคุมที่ 2	✗	✓	✓
ชุดควบคุมที่ 3	✓	✗	✓
ชุดควบคุมที่ 4	✗	✓	✗
ชุดควบคุมที่ 5	✗	✗	✓
ชุดควบคุมที่ 6	✓	✗	✗
ชุดควบคุมที่ 7	✗	✗	✗

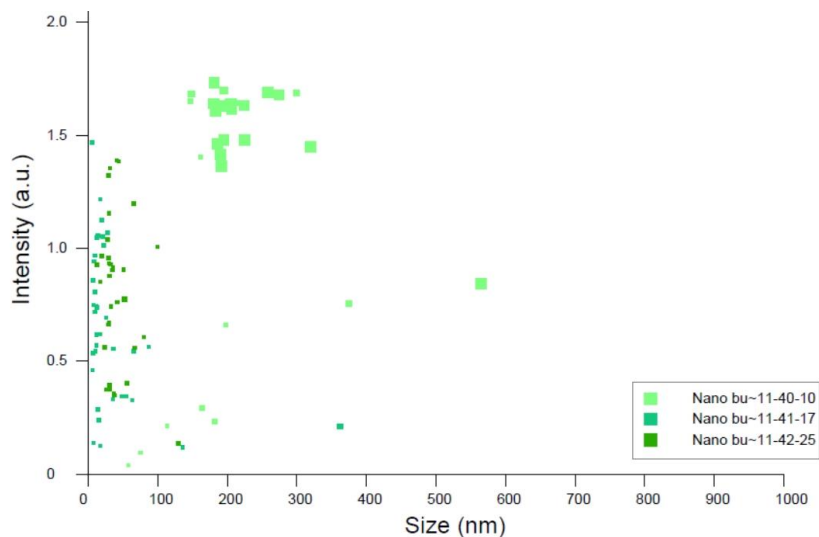
### ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของ TNTs โดยอุปกรณ์ FE-SEM กำลังขยาย 50,000 เท่า พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงที่พื้นผิวของแผ่น Ti ได้ โดยเกิดเป็นหลุมในลักษณะท่อ (Nanotubes) ลึกลงไปจากพื้นผิวหน้าของแผ่น Ti ที่มีเตรียมขึ้นได้ โดยในส่วนของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความลึกของท่อนาโนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.43 nm และ 74.87 nm ตามลำดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความลึกของท่อนาโนบน TNTs ซึ่งวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ImageJ version Image processing and analysis in Java แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ภาพถ่าย 2 มิติของ TNTs ที่วิเคราะห์ด้วยอุปกรณ์ FE-SEM

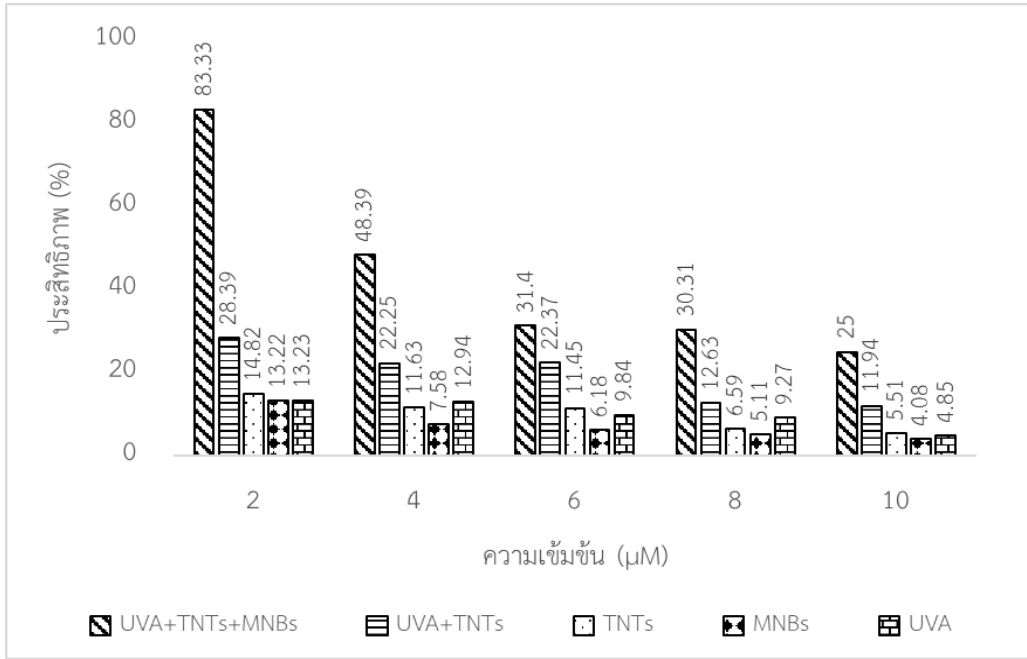
ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของ MNBs ด้วยอุปกรณ์ Nanobubbles Testing (Nanosight NS300) แสดงดังรูปที่ 3 พบว่า มีการกระจายตัวของอนุภาคฟองอากาศขนาดไมโคร/นาโนบับเบิล ซึ่งขนาดอยู่ในช่วง 10-579 nm โดยอนุภาคส่วนใหญ่ที่มีการสร้างฟองอากาศด้วยเครื่องชุดเติมอากาศขนาด MNBs มีขนาดเฉลี่ยของฟองอากาศเท่ากับ  $111.3 \pm 62.3$  nm



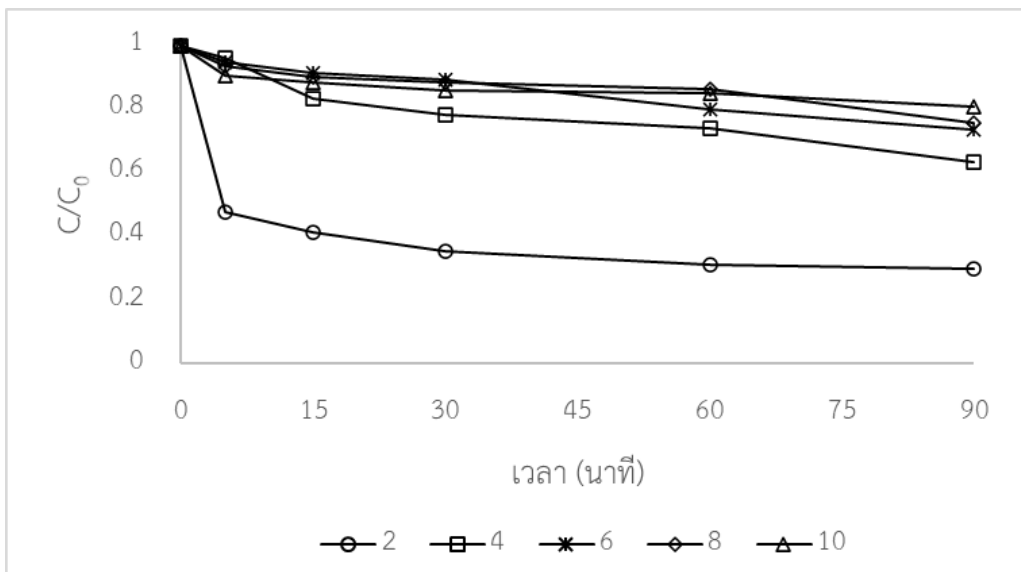
รูปที่ 3 ขนาดของ MNBs

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อม IC ด้วยกระบวนการโฟโตออกซิเดชัน ที่เวลา 90 นาที ของชุดการทดลอง UVA+TNTs+MNBs เปรียบเทียบกับชุดควบคุม UVA+TNTs และชุดควบคุมที่ใช้เพียง UVA, TNTs, MNBs ซึ่งชุดควบคุมโฟโตออกซิเดชันแบบปกติและชุดควบคุมเดี่ยวมีประสิทธิภาพต่ำกว่าชุดการทดลองอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพข้างต้น พบว่ากระบวนการโฟโตออกซิเดชันขั้นสูงสามารถบำบัดสีย้อมได้ดียิ่งขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4





รูปที่ 4 ประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อม IC ที่เวลา 90 นาที



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างของ  $C/C_0$  กับเวลา โดยใช้ UVA+TNTs+MNBs สำหรับสีย้อม IC

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้กระบวนการโฟโตออกซิเดชันโดยใช้ TNTs ร่วมกับ MNBs สามารถช่วยส่งเสริมศักยภาพในการบำบัดสีย้อม IC ได้เป็นอย่างดี โดยเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในส่วนของการทดลองในชุดควบคุมที่ 1 และ 2 พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดสีย้อมในชุดทดลองโดยใช้กระบวนการโฟโตออกซิเดชันโดยใช้ TNTs ร่วมกับ MNBs มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดลองในกระบวนการโฟโตออกซิเดชันแบบปกติในชุดควบคุมที่ 1 อย่างชัดเจน สำหรับการทดลองในชุดควบคุมที่ 2 กรณีที่มีการใช้ TNTs ร่วมกับ MNBs โดยไม่มีแหล่งกำเนิดแสง UVA พบว่าไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดสีย้อมได้ นอกจากนี้ในชุดควบคุมที่ 3-7 พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดสีย้อมมีค่าต่ำมาก (<15%) เนื่องจากในชุดควบคุมดังกล่าวไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันได้ ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันต้องอาศัยตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมกับแหล่งกำเนิดแสง

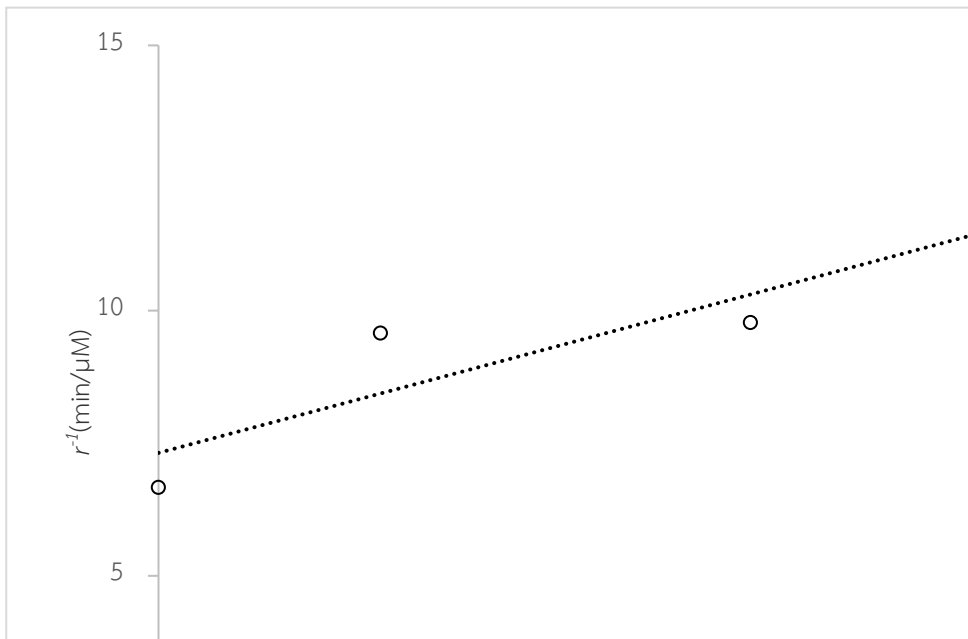
เมื่อพิจารณาผลการทดลองในชุดการทดลองแสดงให้เห็นว่ากระบวนการโฟโตออกซิเดชันสามารถเพิ่มศักยภาพในการบำบัดสีย้อม IC ได้อย่างชัดเจนโดยใช้ TNTs ร่วมกับ MNBs ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มออกซิเจนในกระบวนการโฟโตออกซิเดชันส่งผลให้สามารถสร้างโอกาสในการเกิด Reactive Oxidation Species (ROSs) [8] ได้แก่ singlet oxygen ( $^1O_2$ ), hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ), ozone ( $O_3$ ), hydroxyl radicals ( $\bullet OH$ ) และ superoxide radicals ( $\bullet O_2^-$ ) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ MNBs ทำให้เกิด  $\bullet OH$  และ  $\bullet O_2^-$  ในปริมาณที่มากขึ้นโดยทั้ง  $\bullet OH$  และ  $\bullet O_2^-$  มีบทบาทสำคัญในการกำจัดสีย้อม IC ในกระบวนการโฟโตออกซิเดชัน

ในส่วนของทางจลนพลศาสตร์ของการบำบัดน้ำสีย้อม สมการที่เหมาะสมในการใช้อธิบายกลไกการเกิดกระบวนการโฟโตออกซิเดชันการบำบัดสีย้อม IC คือสมการ L-H โดยสามารถวิเคราะห์หาค่าคงที่การเกิดปฏิกิริยาได้จากสมการที่ (1) และ (2) โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ตามสมการดังกล่าวในรูปที่ 5

$$-\frac{dC}{dt} = \frac{kKC}{(1 + KC)} \quad (1)$$

ซึ่งสามารถจัดรูปสมการใหม่ดังนี้

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{kKC} + \frac{1}{k} \quad (2)$$



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสีโดยใช้สีย้อม IC

จากรูปที่ 5 ตามสมการ L-H สามารถหาค่าคงที่การเกิดปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชัน ( $k$ ) เท่ากับ  $0.352 \mu M \cdot \text{min}^{-1}$  และค่าคงที่ในปฏิกิริยาดูดติดผิว ( $K$ ) เท่ากับ  $0.063 \mu M^{-1}$  ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบค่าคงที่ดังกล่าวกับงานวิจัยอื่นๆ สามารถเปรียบเทียบผลการหาค่าคงที่การเกิดปฏิกิริยาทั้งการเกิดปฏิกิริยาตามรูปแบบสมการ L-H และ Pseudo First Order ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าคงที่การเกิดปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันกับงานวิจัยอื่น

ลี้	ตัวเร่งปฏิกิริยา		k, $\mu\text{M}\cdot\text{min}^{-1}$	K, $\mu\text{M}^{-1}$	kK, $\text{min}^{-1}$	อ้างอิง
	ชนิด	รูปแบบของตัวเร่งปฏิกิริยา				
IC	TiO <sub>2</sub>	Nanotubes	0.352	0.063	$2.20 \times 10^{-2}$	งานวิจัยนี้
IC	TiO <sub>2</sub>	Nanotubes	-	-	$0.51 \times 10^{-2}$	[9]
IC	B-oPhen	Powder	0.626	0.023	$1.44 \times 10^{-2}$	[10]
IC	Ti/ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> /ZnO	Powder	-	-	$1.71 \times 10^{-2}$	[11]

จากตารางที่ 2 พบว่ามีค่าคงที่การเกิดปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันที่ทำการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นพบว่าค่าคงที่ในการเกิดปฏิกิริยามีค่าใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง  $10^{-2} \text{ min}^{-1}$  ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการทดลองอื่นที่ใช้ TiO<sub>2</sub> nanotube [9] จะเห็นได้ว่าการเติม MNBs ส่งผลให้เพิ่มศักยภาพการเกิดปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันในการกำจัดสีย้อมได้ดียิ่งขึ้น

### สรุป

ผลการศึกษการเพิ่มศักยภาพในกระบวนการโฟโตออกซิเดชันให้ดียิ่งขึ้นโดยใช้ TNTs ร่วมกับ MNBs โดยทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อม IC เปรียบเทียบกับชุดควบคุมอื่นๆ แสดงให้เห็นว่าการเติมอากาศในรูปแบบของ MNBs สามารถสร้างโอกาสในการเกิด  $\cdot\text{OH}$  และ  $\cdot\text{O}_2^-$  ในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีย้อม IC ในกระบวนการโฟโตออกซิเดชันมีค่าสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำหรับความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ของห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Saravanan, A., Kumar, P. S., Jeevanantham, S., Karishma, S., and Kiruthika, A. R. 2021. Photocatalytic disinfection of micro-organisms: Mechanisms and applications. *Environmental Technology & Innovation*. 24: 101909.
- [2] Kwon, S., Fan, M., Cooper, A. T., and Yang, H. 2008. Photocatalytic applications of micro- and nano-TiO<sub>2</sub> in Environmental engineering. *Critical reviews in environmental science and technology*. 38(3): 197-226.
- [3] Liang, Y., Sun, S., Deng, T., Ding, H., Chen, W., and Chen, Y. 2018. The Preparation of TiO<sub>2</sub> film by the sol-gel method and evaluation of its self-cleaning property. *Materials (Basel)*. 11(3): 450.
- [4] Hou, X., Li, Z., Fan, L., Yuan, J., Lund, P. D., and Li, Y. 2021. Effect of Ti foil size on the micro sizes of anodic TiO<sub>2</sub> nanotube array and photoelectrochemical water splitting performance. *Chemical engineering journal*. 425: 131415.
- [5] Zakir, O., Idouhli, R., Elyaagoubi, M., Khadiri, M., Aityoub, A., Koumya, Y., Rafqah, S., Abouelfida, A., and Outzourhit, A. 2020. Fabrication of TiO<sub>2</sub> nanotube by electrochemical anodization: toward photocatalytic application. *Journal of nanomaterials*. 2020: 1-11.
- [6] Fan, W., Zhou, Z., Wang, W., Huo, M., Zhang, L., Zhu, S., Yang, W., and Wang, X. 2019. Environmentally friendly approach for advanced treatment of municipal secondary effluent by integration of micro-nano bubbles and photocatalysis. *Journal of cleaner production*. 237: 117828.
- [7] Fan, W., Li, Y., Wang, C., Duan, Y., Huo, Y., Januszewski, B., Sun, M., Huo, M., and Elimelech, M. 2021. Enhanced photocatalytic water decontamination by micro-nano bubbles: measurements and mechanisms. *Environ sci technol*. 55(10): 7025-7033.



- [8] Wang, L., Ali, J., Wang, Z., Oladoja, N. A., Cheng, R., Zhang, C., Mailhot, G., and Pan, G. 2020. Oxygen nanobubbles enhanced photodegradation of oxytetracycline under visible light: Synergistic effect and mechanism. *Chemical engineering journal*. 388: 124227.
- [9] Oriol, R., Sirés, I., Brillas, E., and De Andrade, A. R. 2019. A hybrid photoelectrocatalytic/photoelectro-Fenton treatment of Indigo Carmine in acidic aqueous solution using TiO<sub>2</sub> nanotube arrays as photoanode. *Journal of electroanalytical chemistry*. 847(113088): 1-10.
- [10] Bentouami, A., Ouali, M. S., and De Menorval, L.-C. 2010. Photocatalytic decolourization of indigo carmine on 1,10-phenanthroline intercalated bentonite under UV-B and solar irradiation. *Journal of photochemistry and photobiology A: chemistry*. 212(2): 101-106.
- [11] Güy, N. and Özacar, M. 2018. Visible light-induced degradation of indigo carmine over ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/Tannin/ZnO: Role of tannin as a modifier and its degradation mechanism. *International journal of hydrogen energy*. 43(18): 8779-8793.



# ผลของเส้นใยโพลีโพรพิลีนต่อการหดตัวของจีโอโพลีเมอร์

## Effect of Polypropylene Fibers on Shrinkage of Geopolymer

ประเสริฐ สุวรรณวิทยา<sup>1\*</sup> อัฐพร ถนอมวงศ์<sup>2</sup> และ ชวเลข วณิชเวทิน<sup>3</sup>

Prasert Suwanvitaya<sup>1\*</sup> Auttaporn Thanomwong<sup>2</sup> and Chavalek Vanichavetin<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>รองศาสตราจารย์ ; <sup>2</sup>นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

<sup>3</sup>รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

\*โทรศัพท์ : 029428555, E-mail : fengprs@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

งานนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของเส้นใยโพลีโพรพิลีนที่มีผลต่อลักษณะสมบัติด้านวิศวกรรมต่างๆ ของจีโอโพลีเมอร์ ได้แก่ กำลังรับแรงอัด ระยะเวลาการก่อตัว และการหดตัว ส่วนผสมหลักของจีโอโพลีเมอร์ประกอบด้วย เถ้าลอย โซเดียมซิลิเกต และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในการทดสอบใช้เถ้าลอยร้อยละ 50 60 และ 70 โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 10 12 และ 14 โมลาร์ โดยมีอัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อโซเดียมซิลิเกตร้อยละ 40 50 และ 60 และใช้อัตราส่วนเส้นใยโพลีโพรพิลีนร้อยละ 0 0.5 1 และ 1.5 โดยน้ำหนัก ผลการศึกษาด้านกำลังรับแรงอัด พบว่า ส่วนผสมที่ให้ค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุด คือ เถ้าลอย ร้อยละ 70 โซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อโซเดียมซิลิเกต ร้อยละ 50 ที่ความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ 14 โมลาร์ ได้กำลังรับแรงอัดเท่ากับ 720 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร กำลังรับแรงอัดลดลงเล็กน้อยเมื่อเติมเส้นใย แต่เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของเถ้าลอยและความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในด้านระยะเวลาการก่อตัวพบว่าหลายอัตราส่วนที่ไม่ได้เสริมเส้นใยโพลีโพรพิลีนมีระยะเวลาการก่อตัวเกิน 1 วัน และเมื่อผสมเส้นใยโพลีโพรพิลีนค่าการก่อตัวเร็วขึ้นอย่างชัดเจน เฉลี่ยอยู่ที่ 350 นาที ในการศึกษา ด้านการหดตัวพบว่าจีโอโพลีเมอร์มีค่าการหดตัวสูงมาก โดยค่าการหดตัวสูงสุดเท่ากับ 35,433 ไมโครสเตรน เกิดขึ้นที่ส่วนผสมเถ้าลอย ร้อยละ 50 โซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อโซเดียมซิลิเกตร้อยละ 60 ต่อ 40 ที่ความเข้มข้น 14 โมลาร์ และพบว่าค่าการผสมเส้นใยโพลีโพรพิลีนเพียงร้อยละ 0.5 ทำให้ค่าการหดตัวลดลงเท่ากับ 6,955 ไมโครสเตรน ที่อัตราส่วนผสมเดิม

**คำสำคัญ :** จีโอโพลีเมอร์; เส้นใยโพลีโพรพิลีน; เถ้าลอย; ลักษณะสมบัติด้านวิศวกรรม; การหดตัว

### Abstract

This was the study of the influence of polypropylene fibers on various engineering properties of geopolymers including compressive strength, Setting time and shrinkage. The main ingredients of geopolymers were fly ash, sodium silicate, sodium hydroxide. These were varied to cover the ranges that would produce geopolymer; 50, 60 and 70 percents of fly ash fraction, 10, 12 and 14 Molars of sodium hydroxide, and 40, 50 and 60 percents of sodium hydroxide in the mix with sodium silicate, The fraction of polypropylene fibers used were 0, 0.5 and 1.5 percent by weight. These were mixed, left to cure and tested. It was found that the compressive strength reached the maximum value of 720 kg/cm<sup>2</sup> at 70 percent fly ash fraction. The compressive strength decreased slightly with the addition of fibers, but increased with the increase in fly ash fraction and sodium hydroxide concentration. In terms of formation time, several ratios were found. Non-reinforced polypropylene fibers had a formation time of more than 1 day, and when polypropylene fibers were mixed, the formation rate was significantly faster. Average is 350 minutes. Addition of fiber greatly decreased the shrinkage. The maximum shrinkage value of 35,433 microstrains



occurred at a mixture of 50 percent fly ash, sodium hydroxide to 60% sodium silicate, at 14 molar concentrations. With only 0.5% polypropylene fibers, the shrinkage was reduced to 6,955 microstrain at the original mix ratio.

**Keywords :** geopolymer; polypropylene fiber; fly ash; engineering properties; shrinkage

## บทนำ

ปัจจุบันผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ มีผลต่อการใช้ชีวิตของประชากรบนโลกเป็นอย่างมาก ทั้งปัญหาโลกร้อน ปัญหาของฝุ่นควันฝุ่นละออง โดยผลกระทบเหล่านี้มีผลพวงมาจากหลายๆด้าน ซึ่งด้านการก่อสร้างเป็นอีกด้านที่ก่อให้เกิดปัญหาเหล่านี้ โครงสร้างอาคารส่วนใหญ่ทำโดยคอนกรีตที่เป็นส่วนผสมจากพอร์ตแลนด์ซีเมนต์กับหินและทราย ขั้นตอนการผลิตพอร์ตแลนด์ซีเมนต์นั้น มีผลต่อสภาพแวดล้อมในวงกว้างทำให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) จำนวนมาก ในปี ค.ศ.1970 ศาสตราจารย์ โจเซฟ เดวิดคอฟ (Prof. Joseph Davidovits) นักเคมีชาวฝรั่งเศสได้เสนอวัสดุจีโอโพลิเมอร์ ซึ่งต่อมาเป็นวัสดุที่ได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นวัสดุทางเลือกในการนำมาใช้แทนพอร์ตแลนด์ซีเมนต์ เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกลและความทนทานใกล้เคียงกัน [1] นักวิจัยหลายคนได้ศึกษาการใช้จีโอโพลิเมอร์ในงานวิศวกรรมโยธาต่างๆ เช่น โครงสร้างก่ออิฐ วัสดุซ่อมแซม ทางเท้า และคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยจีโอโพลิเมอร์ประกอบด้วยสารตั้งต้น คือ เถ้าลอย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมซิลิเกต ซึ่งเถ้าลอยที่นำมาใช้ เป็นเถ้าที่เหลือจากการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงาน จากการเผาถ่านหินลิกไนต์

ประเทศไทยมีการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานจากการเผาถ่านหินลิกไนต์วันละ 45,000 ตันต่อวัน หรือประมาณ 16 ล้านตันต่อปี ก่อให้เกิดผลพลอยได้ คือ เถ้าลอย (Fly ash) ในประเภทแคลเซียมสูงจำนวนมาก นักวิจัยด้านวัสดุก่อสร้างส่วนหนึ่งจึงได้นำเถ้าลอยมาใช้ทดแทนพอร์ตแลนด์ซีเมนต์บางส่วน เนื่องจากเถ้าลอยสามารถใช้เป็นวัสดุปอซโซลานได้เป็นอย่างดี โดยเถ้าลอยมีองค์ประกอบของซิลิกา (SiO<sub>2</sub>) และอะลูมินา (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาในสารละลายต่างได้ดี อีกทั้งยังมีปริมาณแคลเซียมที่สูงนำไปสู่การพัฒนาของแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (CSH) และแคลเซียมอลูมิโนซิลิเกตไฮเดรต (CASH) ทำให้ช่วยพัฒนาความแข็งแรงของจีโอโพลิเมอร์ [2] การนำเถ้าลอยมาใช้เป็นวัสดุจีโอโพลิเมอร์ จึงเป็นการที่เอาของเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์ และสามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เป็นจำนวนมาก

อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของจีโอโพลิเมอร์ คือ การหดตัว [3] เพื่อแก้ปัญหานี้ จึงมีการคิดค้นปรับปรุงโดยวิธีการต่างๆ ที่ทำให้จีโอโพลิเมอร์มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้จริง เช่น การผสมน้ำมันปาล์มกับตะกรันเหล็กเพื่อลดการหดตัว โดยรายงานที่สามารถลดการหดตัวได้มากกว่าร้อยละ 50 [4] การผสมตะกรันเหล็กทำให้โครงสร้างในจีโอโพลิเมอร์หนาแน่นขึ้น จึงหดตัวน้อยลง [5] การเสริมเส้นใยบะซอลต์ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติ ส่งผลให้แคลเซียมในระบบเพิ่มขึ้นนำไปสู่การพัฒนา CSH และ CASH ทำให้สามารถลดการหดตัวและมีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น [6, 7] การเสริมเส้นใยโพลีโพรพิลีนเพื่อลดการหดตัว โดยรายงานที่สามารถลดการหดตัวได้ดี [8] เป็นต้น โดยวิธีที่คาดว่าจะให้ผลดีคือ การเสริมเส้นใย ซึ่งเมื่อจีโอโพลิเมอร์เกิดรอยร้าว รอยร้าวจะแพร่กระจายอย่างรวดเร็วและทำให้สูญเสียความสามารถในการรับน้ำหนัก เส้นใยที่เสริมเข้าไปที่กระจายระหว่างเมตรก็จะสกัดกั้นรอยแตกทำให้รอยแตกกระจายไปเป็นบริเวณกว้าง [9, 10] แต่เป็นรอยร้าวขนาดเล็กกว่าเมื่อไม่มีเส้นใย

งานนี้จึงทำการทดลองในการเสริมเส้นใยเพื่อลดการหดตัวของจีโอโพลิเมอร์ โดยใช้เส้นใยโพลีโพรพิลีนที่ร้อยละ 0.5 1 และ 1.5 โดยน้ำหนัก รวมถึงทำการศึกษาลักษณะสมบัติทางวิศวกรรมของจีโอโพลิเมอร์ ได้แก่ กำลังรับแรงอัด และระยะเวลาการก่อตัว เพื่อนำไปสร้างองค์ความรู้ในการประยุกต์ใช้งาน นำไปผลิตเป็นวัสดุก่อสร้างรวมถึงพัฒนาควบคู่กับอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมต่อไป



## อุปกรณ์และวิธีการ

### ส่วนผสมของจีโอโพลีเมอร์

1. เถ้าลอย (Fly ash) จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ร้อยละ 98
3. โซเดียมซิลิเกต ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) 51.9 Baume
4. เส้นใยโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) ขนาดความยาว 12 มิลลิเมตร

### แผนการดำเนินงานและวิธีการทดลอง ดังนี้

1. ผสมจีโอโพลีเมอร์โดยใช้สัดส่วนต่อไปนี้
  - 1.1. ใช้เถ้าลอยร้อยละ 50 60 และ 70 โดยน้ำหนัก
  - 1.2. ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 10 โมลาร์ 12 โมลาร์ และ 14 โมลาร์
  - 1.3. ใช้อัตราส่วน  $\text{NaOH}:\text{Na}_2\text{SiO}_3$  เท่ากับ 4:6 5:5 และ 6:4
  - 1.4. ใช้สัดส่วนเส้นใยโพลีโพรพิลีนร้อยละ 0 0.5 1 และ 1.5
2. แบ่งจีโอโพลีเมอร์เป็น 3 ส่วน ส่วนแรกนำไปหาระยะเวลาการก่อตัว ส่วนที่สองนำไปหากล้างรับแรงอัด และส่วนที่สามนำไปทดสอบการหดตัว

### การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3 ความเข้มข้น คือ 10 โมลาร์ 12 โมลาร์ และ 14 โมลาร์ โดยจะเตรียมโซเดียมไฮดรอกไซด์ไว้ล่วงหน้าก่อนการผสมจีโอโพลีเมอร์อย่างน้อย 1 วัน

### วิธีการผสมจีโอโพลีเมอร์

1. ผสมเถ้าลอยและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในเครื่องผสม เปิดเครื่องผสม 5 นาที จนเถ้าลอยและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้ากันดี
2. เติมโซเดียมซิลิเกตลงไป เปิดเครื่องผสมอีก 5 นาที
3. เติมเส้นใยโพลีโพรพิลีนลงในจีโอโพลีเมอร์ในสัดส่วนร้อยละ 0 0.5 1 และ 1.5 โดยน้ำหนัก

### วิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัด

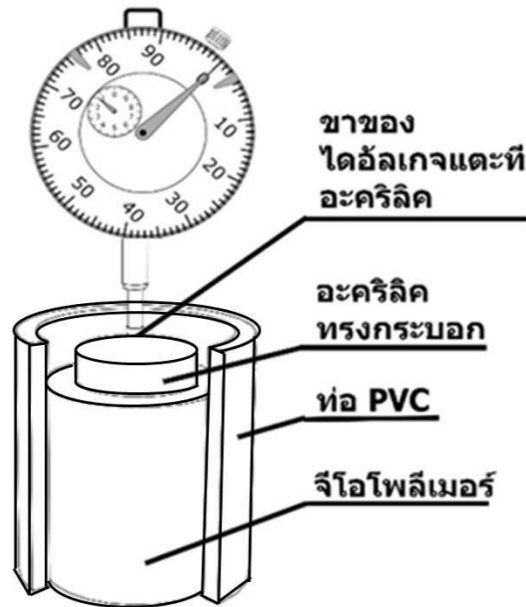
1. ใช้โมลด์รูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร สูง 75 มิลลิเมตร โมลด์ทำจากท่อ PVC ที่ด้านล่างของโมลด์วางบนแผ่นอะคริลิก การทดสอบกำลังรับแรงอัดจะทดสอบเมื่อตัวอย่างมีอายุ 3, 7 และ 21 วัน
2. เมื่อถึงอายุที่จะทดสอบกำลัง ถอดตัวอย่างออกจากโมลด์และขีดด้านบนและด้านล่างของตัวอย่างด้วยกระดาษทรายจนผิวหน้าเรียบทั้ง 2 ด้าน
3. ทดสอบหากล้างรับแรงอัดโดยอิงวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตรูปทรงกระบอก ตามมาตรฐาน ASTM C 39

### วิธีการทดสอบระยะเวลาการก่อตัว

1. ทดสอบระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและเวลาการก่อตัวสุดท้าย โดยอิงวิธีหาระยะเวลาการก่อตัวด้วยชุดการทดสอบไวแคต ตามมาตรฐาน ASTM C 403
2. ใช้เวลาเมื่อเข็มไวแคตจมลงลึก 25 มิลลิเมตร เป็นเวลาการก่อตัวเริ่มต้น และเวลาเมื่อเข็มไวแคตไม่จมลงในผิวขึ้นตัวอย่างเป็นเวลาการก่อตัวสุดท้าย

### วิธีการทดสอบการหดตัว

1. เทจีโอโพลีเมอร์ลงใส่โมลด์รูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร และสูง 75 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 1
2. วางแผ่นอะคริลิกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตรหนา 4 มิลลิเมตร ลงปิดผิวบนของจีโอโพลีเมอร์
3. ใช้ไดอัลเกจให้ปลายเข็มกดตัวแผ่นอะคริลิก เพื่อดูการหดตัวของตัวอย่าง
4. อ่านระยะการหดตัวของชิ้นตัวอย่างทุกๆ 3 ชั่วโมงจนถึง 3 วัน



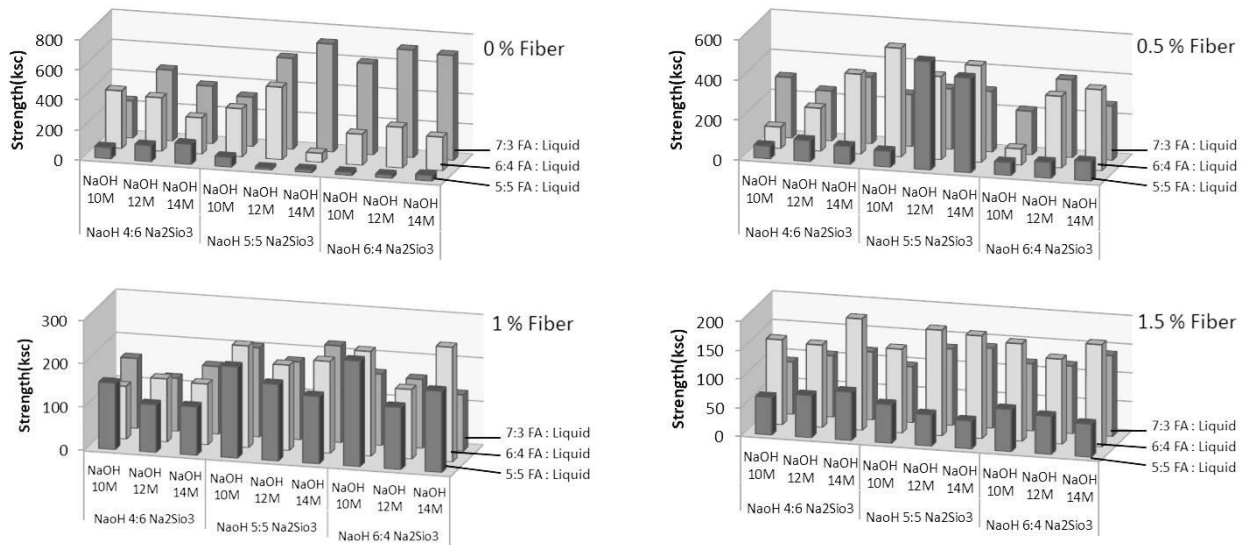
ภาพที่ 1 ชุดทดสอบการหดตัว

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของจีโอโพลีเมอร์

ผลลัพธ์ของกำลังรับแรงอัดแสดงไว้ดังภาพที่ 2 โดยจีโอโพลีเมอร์ที่ไม่เสริมเส้นใยโพลีพรพิลีนมีค่าสูงกว่าที่เสริมเส้นใยโพลีพรพิลีนอยู่เล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับผลของ Navid Ranjbar et al. [8] ค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยที่ปริมาณเส้นใยโพลีพรพิลีนร้อยละ 0 เท่ากับ 290 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่ร้อยละ 0.5 1 และ 1.5 เท่ากับ 269 174 และ 117 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละอัตราส่วนเส้นใยโพลีพรพิลีนคือ ที่เส้นใยโพลีพรพิลีนร้อยละ 0 ให้กำลังสูงสุดที่ 720 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และค่ากำลังรับแรงอัดต่ำสุดที่ 16 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่เสริมเส้นใยโพลีพรพิลีนร้อยละ 0.5 กำลังรับแรงอัดสูงสุดและต่ำสุด คือ 543 และ 65 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่เสริมเส้นใยโพลีพรพิลีนร้อยละ 1 กำลังรับแรงอัดสูงสุดและต่ำสุด คือ 263 และ 111 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และที่เส้นใยโพลีพรพิลีนร้อยละ 1.5 กำลังรับแรงอัดสูงสุดและต่ำสุด คือ 194 และ 49 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

นอกจากนี้ จะเห็นว่าค่ากำลังรับแรงอัดของจีโอโพลีเมอร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของแก้วลอยโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 50 ถึงร้อยละ 70 อย่างชัดเจน ค่ากำลังรับแรงอัดที่โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10 โมลาร์ ให้กำลังรับแรงอัดต่ำ และกำลังรับแรงอัดจะเพิ่มขึ้นที่โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 12 โมลาร์ แต่จะลดลงเมื่อโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 14 โมลาร์



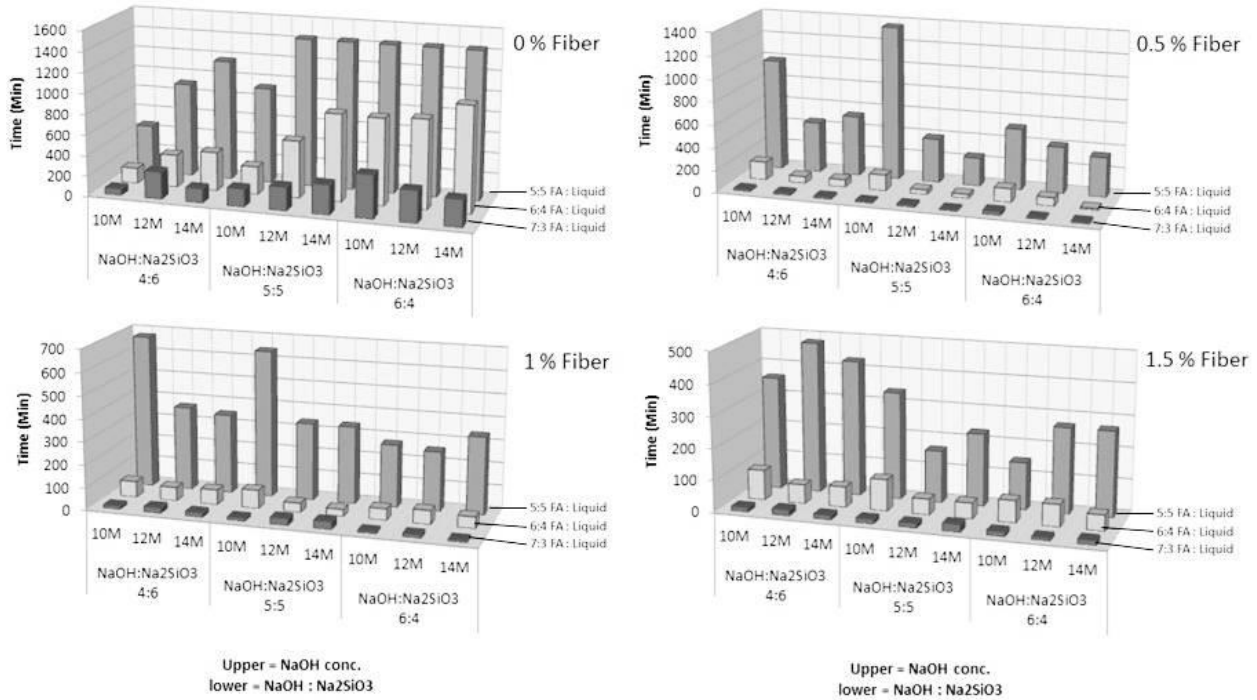
ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด อัตราส่วนแก้ลอย และสัดส่วนเส้นใยโพลีพรพิลีน

### ผลการทดสอบการก่อตัวของจีโอโพลีเมอร์

ผลการก่อตัวแสดงไว้ดังภาพที่ 3 โดยค่าระยะเวลาการก่อตัวเร็วสุดและช้าสุดของแต่ละอัตราส่วนเส้นใยโพลีพรพิลีน คือ ที่เส้นใยโพลีพรพิลีนร้อยละ 0 เท่ากับ 65 และมากกว่า 1,440 นาที เส้นใยโพลีพรพิลีนร้อยละ 0.5 เท่ากับ 15 และ 1,360 นาที ที่เส้นใยโพลีพรพิลีนร้อยละ 1 เท่ากับ 10 และ 675 นาที ที่เส้นใยโพลีพรพิลีนร้อยละ 1.5 เท่ากับ 10 และ 480 นาที ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณเส้นใยโพลีพรพิลีนเพิ่มขึ้น ทำให้จีโอโพลีเมอร์มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจึงก่อตัวได้เร็ว

ค่าการก่อตัวเฉลี่ยของส่วนผสมที่มีปริมาณเส้นใยโพลีพรพิลีนจากน้อยไปมาก คือ 670 228 158 และ 128 นาที ตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่าการก่อตัวมีผลอย่างมากต่อการนำไปใช้งาน ดังนั้น ค่าการก่อตัวที่ดีที่สามารถทำงานได้ โดยไม่ก่อตัวเร็วเกินไป จะอยู่ในช่วงที่ปริมาณเส้นใยโพลีพรพิลีนร้อยละ 0.5 ถึง 1

ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อการก่อตัว โดยเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะทำให้จีโอโพลีเมอร์ก่อตัวเร็วขึ้น เช่น อัตราส่วนที่มีเส้นใยโพลีพรพิลีนร้อยละ 0.5 ที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 14 โมลาร์ จะก่อตัวเร็วกว่า 10 และ 12 โมลาร์ เกือบทุกส่วนผสมดังภาพที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบของ J. Branston et al. [6] และ W. Punurai et al. [7]



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างการก่อตัว อัตราส่วนเถ้าลอย และสัดส่วนเส้นใยโพลีโพรพิลีน

### ผลการทดสอบการหดตัวของจีโอโพลีเมอร์

ค่าการหดตัวของจีโอโพลีเมอร์แสดงไว้ดังภาพที่ 4 โดยได้ผลการหดตัวสูงสุด ดังนี้

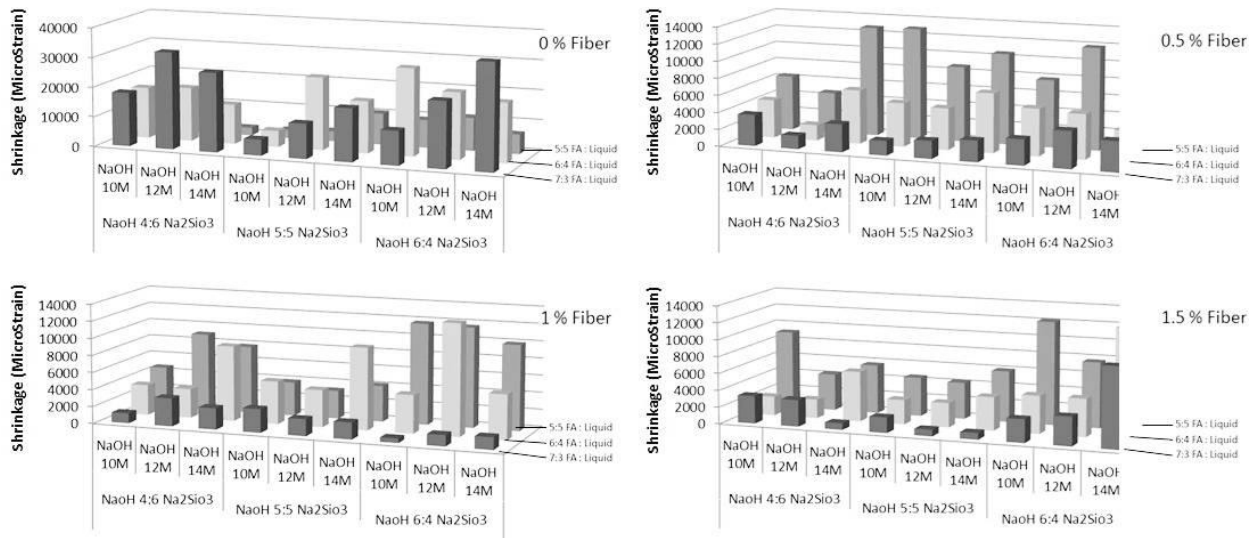
จีโอโพลีเมอร์ที่มีปริมาณเส้นใยโพลีโพรพิลีนร้อยละ 0 เท่ากับ 35,433 ไมโครสเตรน ที่ปริมาณเถ้าลอยร้อยละ 50 โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 14 โมลาร์ อัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 60 ต่อ 40 โซเดียมซิลิเกต

จีโอโพลีเมอร์ที่มีปริมาณเส้นใยโพลีโพรพิลีนร้อยละ 0.5 เท่ากับ 12,992 ไมโครสเตรน ที่ปริมาณเถ้าลอยร้อยละ 50 โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 10 โมลาร์ อัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 50 ต่อ 50 โซเดียมซิลิเกต

จีโอโพลีเมอร์ที่มีปริมาณเส้นใยโพลีโพรพิลีนร้อยละ 1 เท่ากับ 12,872 ไมโครสเตรน ที่ปริมาณเถ้าลอยร้อยละ 60 โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 12 โมลาร์ อัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 60 ต่อ 40 โซเดียมซิลิเกต

จีโอโพลีเมอร์ที่มีปริมาณเส้นใยโพลีโพรพิลีนร้อยละ 1.5 เท่ากับ 12,860 ไมโครสเตรน ที่ปริมาณเถ้าลอยร้อยละ 60 โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 14 โมลาร์ อัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 60 ต่อ 40 โซเดียมซิลิเกต

ค่าการหดตัวของจีโอโพลีเมอร์ที่ไม่ผสมเส้นใยโพลีโพรพิลีนมีค่าการหดตัวสูงมาก เท่ากับ 15,558 ไมโครสเตรน และที่ร้อยละ 0.5 1 และ 1.5 เท่ากับ 5,662 5,215 และ 4,879 ไมโครสเตรน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าจีโอโพลีเมอร์ที่ผสมเส้นใยโพลีโพรพิลีนร้อยละ 0.5 มีค่าการหดตัวน้อยกว่าจีโอโพลีเมอร์ปกติถึงประมาณ 2 เท่า และการหดตัวลดน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบของ Navid Ranjbar et al. [8]



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัว อัตราส่วนเถ้าลอย และสัดส่วนเส้นใยโพลีโพรพิลีน

### สรุป

ในบทความนี้ได้ทำการศึกษาผลของเส้นใยโพลีโพรพิลีนต่อการหดตัวและลักษณะสมบัติด้านวิศวกรรมของจีโอโพลีเมอร์ได้ข้อสรุปการวิจัยมีดังนี้

1. การเสริมเส้นใยโพลีโพรพิลีนทำให้ค่ากำลังรับแรงอัดของจีโอโพลีเมอร์ลดลงเล็กน้อย แต่ค่ากำลังรับแรงอัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราส่วนของเถ้าลอยสูงขึ้นและเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น
2. ระยะเวลาก่อตัวของจีโอโพลีเมอร์ลดลง เมื่อปริมาณและความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วน NaOH:Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> เพิ่มขึ้น และปริมาณเถ้าลอยเพิ่มขึ้น
3. การผสมเส้นใยโพลีโพรพิลีนสามารถลดการหดตัวของจีโอโพลีเมอร์ลงเหลือเพียงร้อยละ 36 ของค่าการหดตัวเดิม การเพิ่มปริมาณเส้นใยโพลีโพรพิลีนจึงทำให้ลดการหดตัวได้มากยิ่งขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความเอื้อเฟื้อด้านวัสดุ อุปกรณ์ และสถานที่ทำงานจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน อีกทั้งได้รับความช่วยเหลือด้านการใช้อุปกรณ์และคำแนะนำจาก คุณ ชีระพล อ่อนละมุล และบุคลากรทุกท่านที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Timakul, W. Rattanaprasit, P. Aungkavattana, Improving compressive strength of fly ash-based geopolymer composites by basalt fibers addition, *Ceram. Int.* 42 (2016) 6288–6295.
- [2] N.K. Lee, H.K. Lee, Reactivity and reaction products of alkali-activated, fly ash/slag paste, *Constr. Build. Mater.* 81 (2015) 303–312.
- [3] C. Kuenzel, L.J. Vandeperre, S. Donatello, A.R. Boccaccini, C. Cheeseman, Ambient Temperature Drying Shrinkage and Cracking in Metakaolin-Based Geopolymers, *Journal of the American Ceramic Society* 95 (10) (2012) 3270-3277.
- [4] M.O. Yusuf, M.A. Megat Johari, Z.A. Ahmad, M. Maslehuiddin, Shrinkage and strength of alkaline activated ground steel slag/ultrafine palm oil fuel ash pastes and mortars, *Mater. Des.* 63 (2014) 710–718.



- [5] N.K. Lee, J.G. Jang, H.K. Lee, Shrinkage characteristics of alkali-activated fly ash/slag paste and mortar at early ages, *Cem. Concr. Compos.* 53 (2014) 239–248.
- [6] J. Branston, S. Das, S.Y. Kenno, C. Taylor, Influence of basalt fibres on free and restrained plastic shrinkage, *Cem. Concr. Compos.* 74 (2016) 182–190.
- [7] W. Punurai, Wunchock Kroehong, Adam Saptamongkol, Prinya Chindapasirt, Mechanical properties, microstructure and drying shrinkage of hybrid fly ash-basalt fiber geopolymer paste, *Construction and Building Materials* 186 (2018) 62–70
- [8] Navid Ranjbar, Sepehr Talebian, Mehdi Mehrali, Carsten Kuenzel, Hendrik Simon Cornelis Metselaar, Mohd Zamin Jumaat, Mechanisms of interfacial bond in steel and polypropylene fiber reinforced geopolymer composites, *Composites Science and Technology* 122 (2016) 73-81
- [9] D.R. Sahoo, A. Solanki, A. Kumar, Influence of Steel and Polypropylene Fibers on Flexural Behavior of RC Beams, *Journal of Materials in Civil Engineering* 27 (8) (2014).
- [10] N. Ganesan, R. Abraham, S. Deepa Raj, Durability characteristics of steel fibre reinforced geopolymer concrete, *Constr. Build. Mater.* 93 (2015) 471–476





# การวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานี รถไฟฟ้า กรณีศึกษา: รถไฟฟ้าสายสีเขียวของกรุงเทพมหานคร Important Factors Analysis Toward Land Use Development Surrounding the Public Sky Train Station: A case study of the Dark Green Line, Bangkok Metropolitan Administration (BMA)

รัชดาพร ธรรมไหว<sup>1\*</sup> ธเรศ ศรีสฤติย์<sup>2</sup> และ สาทิต ศรีสฤติย์<sup>3</sup>

Ratchadaporn Thammawai<sup>1\*</sup> Thares Srisatit<sup>2</sup> and Sathith Srisatit<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> นักศึกษา; หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาและจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร  
มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพมหานคร 10300

<sup>2</sup> ศาสตราจารย์; สาขาวิชาการพัฒนาและจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพมหานคร 10300

<sup>3</sup> อาจารย์; สาขาวิชาการพัฒนาและจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ : 096 698 2628, E-mail : ratchadaporn.t@nmu.ac.th

## บทคัดย่อ

พื้นที่โดยรอบสถานีรถไฟฟ้าของกรุงเทพมหานครมีการเปลี่ยนแปลงสูงและมีปัจจัยที่ซับซ้อนและสำคัญต่อการพัฒนาอย่างมาก เพื่อตอบสนองการพัฒนาที่ดินตามแนวรถไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ ของการพัฒนาเมือง ดังนั้น การศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้า กรณีศึกษา: รถไฟฟ้าสายสีเขียวของกรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์ของการศึกษา ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มที่เป็นเขตเมือง และชานเมือง และ 2) เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มที่เป็นเขตเมือง และชานเมือง โดยสถานีอโศกเป็นตัวแทนพื้นที่เขตเมือง สำหรับสถานีอุดมสุขเป็นตัวแทนพื้นที่ชานเมือง การศึกษาด้วยการลงพื้นที่เพื่อสำรวจลักษณะทางกายภาพของพื้นที่บริเวณโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าของทั้ง 2 สถานี อันสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน (Transit-Oriented Development: TOD) และใช้แบบประเมิน Multiple Criteria Analysis (MCA) สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขา จำนวน 12 คน ได้แก่ นักผังเมือง นักธุรกิจพัฒนาที่ดิน นักสังคม นักสิ่งแวดล้อม นักเศรษฐศาสตร์ และนักกฎหมาย ประเมินปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้า 10 ปัจจัย ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มที่เป็นเขตเมือง (สถานีอโศก) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) ปัจจัยหลักต่อการพัฒนา ได้แก่ ปัจจัยที่ 9 หลักเกณฑ์ตามประกาศของกฎหมายผังเมือง ปัจจัยที่ 2 การเชื่อมต่อกับที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และการเดินทางขนส่งมวลชนรูปแบบอื่น ๆ ปัจจัยที่ 10 ความสำคัญด้านธุรกิจและการค้าในพื้นที่ และปัจจัยที่ 7 ราคาที่ดิน และราคาที่อยู่อาศัยโดยรอบสถานีรถไฟฟ้า ตามลำดับ และ 2) ปัจจัยรองต่อการพัฒนา ได้แก่ ปัจจัยที่ 3 มีทางเท้าและทางจักรยาน ปัจจัยที่ 4 ระยะทางในการเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้า ปัจจัยที่ 5 ความหนาแน่นของจำนวนประชากร ปัจจัยที่ 6 ความหนาแน่นของที่อยู่อาศัย และแหล่งงาน ปัจจัยที่ 8 หลากหลายในการพัฒนาย่านพื้นที่ให้เป็นแหล่งกิจกรรมต่าง ๆ และปัจจัยที่ 1 พื้นที่จอดรถบริเวณรอบสถานี ตามลำดับ สำหรับปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มที่เป็นเขตชานเมือง (สถานีอุดมสุข) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) ปัจจัยหลักต่อการพัฒนา ได้แก่ ปัจจัยที่ 9 หลักเกณฑ์ตามประกาศของกฎหมายผังเมือง ปัจจัยที่ 10 ความสำคัญด้านธุรกิจและการค้าในพื้นที่ ปัจจัยที่ 2 การเชื่อมต่อกับที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และการเดินทางขนส่งมวลชนรูปแบบอื่น ๆ และปัจจัยที่ 4 ระยะทางในการเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้า ตามลำดับ และ 2) ปัจจัยรองต่อการพัฒนา ได้แก่ ปัจจัยที่ 8 ความหลากหลายในการพัฒนาย่านพื้นที่ให้เป็นแหล่งกิจกรรมต่าง ๆ ปัจจัยที่ 3 มีทางเท้าและทางจักรยาน ปัจจัยที่ 6 ความหนาแน่นของที่อยู่อาศัย ปัจจัยที่ 7 ราคาที่ดิน และราคาที่อยู่อาศัยโดยรอบสถานีรถไฟฟ้า ปัจจัยที่ 1 พื้นที่จอดรถบริเวณรอบสถานี และปัจจัยที่ 5 ความหนาแน่นของจำนวนประชากรตามลำดับ ดังนั้น แนวโน้มของการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 2 สถานีดังกล่าว จะเป็นไปในลักษณะการพัฒนาพื้นที่เพื่อการเชื่อมต่อนานที่อยู่อาศัย แหล่งงาน การเดินทางขนส่งมวลชนรูปแบบอื่น ๆ ที่เอื้อต่อการดำเนินการทางด้านธุรกิจและการค้า



ในพื้นที่ ประการสำคัญ คือ ต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ตามประกาศของกฎหมายผังเมืองเป็นหลัก เพื่อการพัฒนาที่ถูกต้อง เหมาะสม และตอบโจทย์กับบริบทของแต่ละพื้นที่ โดยพื้นที่โดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอโศกอาจเป็นการพัฒนาธุรกิจขนาดใหญ่ เนื่องจากเป็นเขตเมือง ที่มีราคาที่ดิน ราคาที่อยู่อาศัยสูง และเป็นแหล่งเศรษฐกิจของกรุงเทพมหานคร สำหรับพื้นที่โดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอุตุสุข อาจเป็นการพัฒนาธุรกิจขนาดย่อม เนื่องจากเป็นเขตชานเมืองที่เน้นการอยู่อาศัยเป็นสำคัญ และระยะทางการเดินทางไปยังสถานีที่มีความสะดวกและความปลอดภัย

**คำสำคัญ :** การใช้ที่ดิน; รถไฟฟ้า; เขตเมือง; ชานเมือง; แนวคิดการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน

## Abstract

The area surrounding the public sky train station, Bangkok Metropolitan Administration (BMA) is highly dynamic, has many complicated and important factors to response land development according to the sky train lines of urban development, so the study objectives are 1) to study the important factors toward land use development surrounding the public sky train stations in urban and suburb areas, and 2) to study the trend of land use change surrounding the public sky train stations in urban and suburb areas. Asoke and Udomsuk stations represented the urban and suburban areas, respectively. The researcher collected data by field study to survey the physical characteristics of the area around both train stations, in accordance with the concept of the Transit-Oriented Development (TOD), and using the Multiple Criteria Analysis (MCA) for interviewing 12 experts consisting of city planners, land developers, socialists, environmentalists, economists and lawyers, to assess 10 important factors toward the development of land use around such BTS stations. The study results indicated that there were 2 groups of important factors toward land use development around Asoke Station (urban area) and Udomsuk Station (suburb area). For Asoke Station; 1) The main factors were: Factor 9, criteria announced in the Town Planning Law; Factor 2, connectivity to housing, workplaces, and other mass transits; Factor 10, importance of business and trade in the area; and factor 7, land and housing prices surrounding the train stations, respectively. The minor factors included Factor 5, population density; Factor 6, density of housing and workplaces; Factor 8, diversity in the area development to be a source of various activities, and Factor 1, parking area around the station, respectively. Likewise, for Udomsuk Station; 1) the main factors included Factor 9, criteria according to the city planning law announcement; Factor 10, the importance of business and trade in the area; Factor 2, connection with housing and workplaces and other mass transits; and Factor 4, the distance to travel to the train station, respectively. 2) The minor factors were Factor 8: diversity of the development of the area as a source of activity. Factor 3: there are footpaths and bicycle lanes; Factor 6: residential density; Factor 7: land prices and housing prices surrounding the train stations; Factor 1: parking area around the station; and Factor 5: population density, respectively. Accordingly, the development trend of the area surrounding both train stations would be the development of an area for connection between residences, workplaces, and other public transits, that facilitate business and trade activities in the area. The important factor has to be in conformance with town planning clarification. The area surrounding the Asoke BTS station could be a big business development because it is an urban area with high land housing price and it is the economic source of Bangkok. For the area around Udomsuk BTS station, it could be a small business development as it is a suburban area focused on living and convenience /safety distance travel to the station.

**Keywords :** land use; sky train; urban; suburban; Transit-Oriented Development (TOD)

## บทนำ

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองที่มีประชากรมากที่สุดในประเทศไทย [1] โดยในปีพ.ศ.2562 พบว่ากรุงเทพมหานครมีประชากรมากถึง 5,701,394 คน [2] เพราะเป็นเมืองหลวง เป็นศูนย์กลางการปกครอง การศึกษา การคมนาคมขนส่ง การเงินการธนาคาร การพาณิชย์ ธุรกิจ การสื่อสารต่าง ๆ ทำให้ประชาชนต่างย้ายถิ่นฐานเข้ามาอยู่ในกรุงเทพมหานคร จนเกิดปัญหาการแออัด และการจราจรติดขัดตามมา จึงทำให้กรุงเทพมหานครดำเนินการแก้ปัญหาดังกล่าว ด้วยการสร้างรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มขึ้นมา ผลที่ตามมาคือต้องมีการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีรถไฟฟ้าตามแนวคิดการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน (Transit-Oriented Development: TOD) การพัฒนาพื้นที่ประกอบด้วยปัจจัยหลายปัจจัยที่มีความสำคัญและซับซ้อนเพื่อให้สามารถตัดสินใจในการพัฒนาได้อย่างถูกต้อง จึงได้มีการศึกษาในประเด็นนี้ขึ้น โดยเลือกศึกษาการพัฒนาการใช้ที่ดินรอบสถานี 2 สถานี โดยสถานีหนึ่งอยู่ในเขตเมือง และอีกสถานีหนึ่งอยู่ในเขตชานเมือง โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญ 2 ประการ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มที่เป็นเขตเมือง ได้แก่ พื้นที่บริเวณรอบสถานีอโศก และชานเมือง ได้แก่ พื้นที่บริเวณรอบสถานีอุดมสุข และ 2) เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มที่เป็นเขตเมือง ได้แก่ พื้นที่บริเวณรอบสถานีอโศก และเขตชานเมือง ได้แก่ พื้นที่บริเวณรอบสถานีอุดมสุข

แนวคิดที่ใช้ในการศึกษา คือ แนวคิดการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน (Transit-Oriented Development: TOD) ซึ่งปีเตอร์ คาลธอร์ป (Peter Calthorpe) ผู้ริเริ่มแนวคิดนี้ กล่าวว่า แนวคิดการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน หมายถึงการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีขนส่งมวลชน เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบผสมผสาน (mixed use) มีความหนาแน่นสูง และส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งมวลชน นอกจากนี้ ยังมุ่งสร้างกิจกรรมที่หลากหลายในพื้นที่โดยรอบสถานีขนส่งมวลชน โดยมีที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์ สำนักงาน และการใช้ประโยชน์ประเภทอื่น ๆ พร้อมออกแบบเพื่อรองรับผู้ใช้ระบบขนส่งมวลชนเป็นหลัก รวมถึงสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเดินเท้า การใช้ทางจักรยาน เพื่อให้มีทางเลือกในการเดินทางอย่างหลากหลาย และลดจำนวนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล [3] จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า มีงานศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศที่ศึกษาการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีขนส่งมวลชน เช่น การศึกษาของ ธัญลักษณ์ ศรีรัตนโชติ (2557) [4] พบว่า การพัฒนาพื้นที่รอบสถานีตามแนวคิด Transit-Oriented Development (TOD) ในพื้นที่ 60 ไร่ของกรมธนารักษ์ จะพัฒนาการเชื่อมต่ออาคารโดยการออกแบบทางเท้าทางจักรยานให้สามารถเดินทางเชื่อมต่อได้สะดวก การศึกษาของศุภจิรา จริ่งจิต (2558) [5] พบว่า การจัดการสัดส่วนพื้นที่ตามแนวคิด TOD และการวิเคราะห์ความต้องการของตลาด จะเป็นการออกแบบที่ส่งเสริมการเข้าถึงพื้นที่ในแต่ละส่วนได้อย่างสะดวก ส่งเสริมการเดินเท้าในพื้นที่โดยรอบสถานีเข้าถึงทุกกิจกรรมได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว หรือการศึกษาของวิทยา ดวงธิดา และชาคริน เพชรานนท์ (2560) [6] พบว่า แนวคิดในการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีขนส่งมวลชนระบบรางเป็นการประยุกต์แนวความคิดของ TOD เข้ามาใช้กับพื้นที่ชุมชนเมือง โดยส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเข้มข้นขึ้นอันนำมาสู่การพัฒนาพื้นที่สาธารณะเพื่อใช้ในการรองรับกิจกรรมที่จะเกิดขึ้น ตลอดจนเพิ่มความน่าอยู่ในพื้นที่ซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อพัฒนาที่พักอาศัย เช่น ความหนาแน่น ความหลากหลายในการใช้พื้นที่ การออกแบบสภาพพื้นที่ระยะทางในการเดินทางมายังสถานีรถไฟฟ้า เป็นต้น

## อุปกรณ์และวิธีการ

ผู้ศึกษาใช้แบบประเมิน Multiple Criteria Analysis (MCA) สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขา ได้แก่ นักผังเมือง นักธุรกิจพัฒนาที่ดิน นักสังคม นักสิ่งแวดล้อม นักเศรษฐศาสตร์ และนักกฎหมาย ใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจแล้วมาจัดกลุ่มลำดับความสำคัญของประเด็นการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอโศก และสถานีรถไฟฟ้าอุดมสุข จำนวน 10 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 พื้นที่จอดรถบริเวณรอบสถานี ปัจจัยที่ 2 การเชื่อมต่อกับที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และการเดินทางขนส่งมวลชนรูปแบบอื่น ๆ ปัจจัยที่ 3 มีทางเท้าและทางจักรยาน ปัจจัยที่ 4 ระยะทางในการเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้า ปัจจัยที่ 5 ความหนาแน่นของจำนวนประชากร ปัจจัยที่ 6 ความหนาแน่นของที่อยู่อาศัย ปัจจัยที่ 7 ราคาที่ดิน และราคาที่อยู่อาศัยโดยรอบสถานีรถไฟฟ้า ปัจจัยที่ 8 ความหลากหลายในการพัฒนาย่านพื้นที่ให้เป็นแหล่งกิจกรรมต่าง ๆ ปัจจัยที่ 9 หลักเกณฑ์ตามประกาศของกฎหมายผังเมือง และปัจจัยที่ 10 ความสำคัญด้านธุรกิจและการค้าในพื้นที่ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- 0 คะแนน หมายถึง ปัจจัยเดียวกันไม่มีผลต่อการเปรียบเทียบ
- 1 คะแนน หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวมีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยเปรียบเทียบ
- 2 คะแนน หมายถึง ทั้ง 2 ปัจจัยที่เปรียบเทียบกันมีความสำคัญเท่ากัน
- 3 คะแนน หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยเปรียบเทียบ

นอกจากนี้ ผู้ศึกษาได้ลงพื้นที่เพื่อสำรวจลักษณะทางกายภาพโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอโศก และสถานีรถไฟฟ้าอุดมสุข รัศมี 800 เมตร จากตัวสถานี โดยพิจารณาตามแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) และจากปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าสำหรับการศึกษานี้ 10 ปัจจัยเป็นตัวกำหนดขอบเขตการลงพื้นที่โดยรอบของทั้ง 2 สถานี

## ผลการทดลองและวิจารณ์ ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่

### 1. ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่โดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอโศก

จากการสำรวจลักษณะทางกายภาพโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอโศก รัศมี 800 เมตร จากตัวสถานี โดยอิงจากปัจจัย 10 ปัจจัยในการศึกษารัศมี พบว่า พื้นที่โดยรอบสถานี มีพื้นที่สำหรับจอดรถ โดยข้อมูลของบริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) (2564) [7] พบว่า จุดจอดแล้วจรใกล้สถานีอโศกมีหลายแห่ง ซึ่งมีทั้งเป็นแบบรายชั่วโมง รายวัน และรายเดือน มีการเชื่อมต่อกับที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และการเดินทางขนส่งมวลชนรูปแบบอื่น ๆ เพราะมีการเชื่อมต่อกันระหว่างคอนโด โรงแรม สถานที่ทำงาน ห้างสรรพสินค้า ร้านค้า ร้านอาหาร สถานีรถไฟฟ้า ป้ายรถประจำทาง อาทิเช่น การเชื่อมต่อรถไฟฟ้า BTS สถานีอโศก กับรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT สายสุขุมวิท [8] นอกจากนี้ บริเวณโดยรอบยังมีทางเท้าตลอดเส้นทางเดินไปยังสถานีรถไฟฟ้า แต่ไม่ปรากฏทางจักรยาน ซึ่งในอนาคตข้างหน้าอาจต้องมีการพัฒนาทางจักรยาน เพราะถือเป็นทางสัญจรสำคัญทางหนึ่งตามแนวคิดการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน (Transit-Oriented Development: TOD) รวมถึงแนวคิด TOD ได้มีการกำหนดพื้นที่ในการพัฒนาประมาณ 800 เมตรสำหรับในเมืองรอบสถานีขนส่งมวลชนให้เป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูง มีการใช้ประโยชน์อาคารแบบผสมผสาน และส่งเสริมการเดินทางด้วยเท้า จากการลงสำรวจพื้นที่ พบว่าตลอดระยะทางในการเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้าอโศก ในระยะ 800 เมตร มีการใช้ประโยชน์อาคารแบบผสมผสาน ทั้ง อาคารพาณิชย์ อาคารสำหรับที่อยู่อาศัย ห้างสรรพสินค้า โรงเรียน ร้านค้า ร้านอาหาร ซึ่งทำให้การสัญจรดังกล่าวเป็นไปอย่างสะดวกสบาย สำหรับความหนาแน่นของประชากร และความหนาแน่นของที่อยู่อาศัย และแหล่งงาน พบว่า มีความหนาแน่นมาก เนื่องจาก พื้นที่รอบสถานีอโศก ถือเป็นพื้นที่ที่ย่าน CBD ที่สำคัญแห่งหนึ่งของกรุงเทพมหานคร ทำให้มีทั้งชาวไทย และชาวต่างชาติพำนักอยู่ หรือทำกิจกรรมในพื้นที่นี้อย่างต่อเนื่อง โดยจากข้อมูลของ supasiri sukamon (2563 อ้างถึงใน กระทรวงแรงงาน, 2563) กล่าวว่า พื้นที่ตามแนวถนนสุขุมวิทเป็น 1 ในพื้นที่ที่มีชาวต่างชาติพักอาศัยอยู่เป็นจำนวนมากที่สุดในกรุงเทพมหานครมีชาวต่างชาติที่ได้รับใบอนุญาตทำงาน ณ สิ้นเดือนกันยายน 2563 ประมาณ 80,991 คน ซึ่งเป็นชาวต่างชาติที่เข้ามาในประเทศไทยเพื่อทำงาน อาศัยอยู่ในพื้นที่อโศก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ราคาที่ดิน และราคาที่อยู่อาศัยโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าสูงขึ้นตามไปด้วย รวมถึงความหลากหลายในการพัฒนาย่านพื้นที่ให้เป็นแหล่งกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนธุรกิจ และการค้าในพื้นที่ก็สูงขึ้นด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ สามารถแสดงความหลากหลายของการพัฒนาย่านพื้นที่ ได้ถึงภาพที่ 1

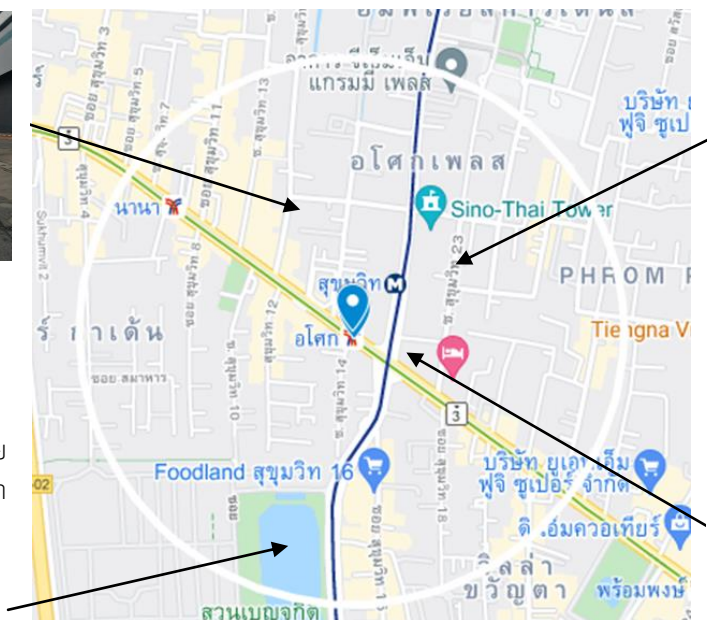


#### สุขุมวิท 19

- มีทางเข้า Terminal 21
- อยู่ใกล้สถานี BTS
- สามารถเข้าออกได้หลายทาง ได้แก่ ซอยนานา เพชรบุรี และสุขุมวิท 19



สวนเบญจกิติ  
(Benchakitti Park)



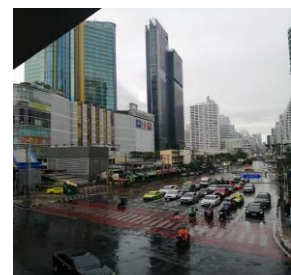
#### สุขุมวิท 21

มีถนน 4 – 7 ช่องจราจร มีอาคารสำนักงานมาก และมีทางออกถนนกำแพงเพชร



#### สุขุมวิท 23

- อยู่ใกล้สวน และโรงเรียนสาธิต มศว.
- มีร้านอาหาร และที่พักมากมาย
- ลักษณะถนน เป็นถนน 2 ช่องจราจร



ภาพที่ 1 พื้นที่บริเวณโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอโศก



## 2. ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่โดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอูดมสุข

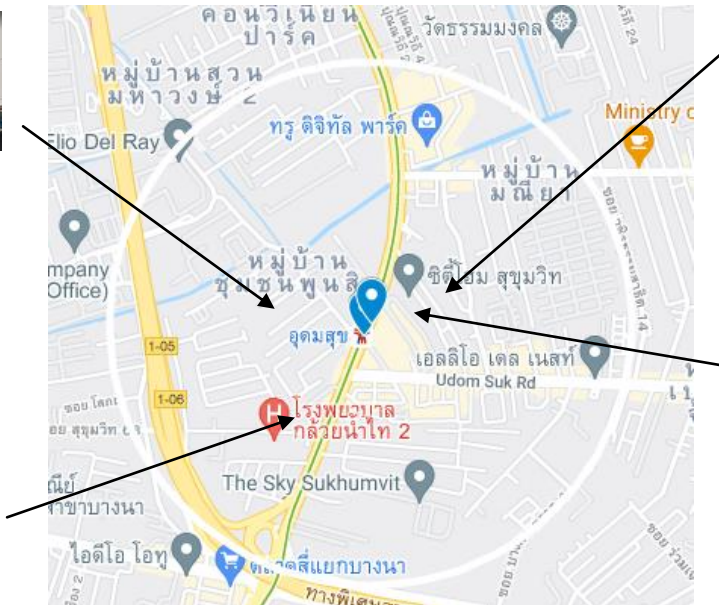
จากการสำรวจลักษณะทางกายภาพโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอูดมสุข รัศมี 800 เมตร จากตัวสถานี โดยอิงจากปัจจัย 10 ปัจจัยในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า พื้นที่โดยรอบสถานี มีพื้นที่สำหรับจอดรถ ทั้งรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ ตลอดจนมีการเชื่อมต่อกับที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และการเดินทางขนส่งมวลชนรูปแบบอื่น ซึ่งการเดินทางขนส่งมวลชนรูปแบบหนึ่งที่จะเห็นได้ตามเขตชานเมือง และไม่พบในเขตเมือง คือ รถโดยสารรับจ้างในรูปแบบสองแถวขนาดเล็ก โดยระยะทางการเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้า ในพื้นที่อูดมสุขค่อนข้างลำบากกว่าพื้นที่อื่น เนื่องจากเส้นทางสัญจรอาจไม่สะดวกสบายมากนัก โดยเฉพาะตามซอยในชุมชน พบว่า ไม่มีทางเท้าและทางจักรยาน จึงจำเป็นต้องใช้บริการมอเตอร์ไซค์รับจ้าง เพื่อเดินทางมายังขนส่งมวลชนรูปแบบอื่นเพื่อไปทำงาน หรือไปทำกิจกรรมในพื้นที่อื่น สำหรับความหนาแน่นของจำนวนประชากร ความหนาแน่นของที่อยู่อาศัยและแหล่งงานนั้น พบว่า มีความหนาแน่นของที่อยู่อาศัยมากกว่าแหล่งงาน เนื่องจากพื้นที่บริเวณรอบสถานีรถไฟฟ้าอูดมสุขส่วนใหญ่แล้วจะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ที่มีทั้ง บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮาส์ คอนโด หอพัก อพาร์ทเมนท์ ตลอดจนเป็นแหล่งชุมชนหลายชุมชน อาทิเช่น ชุมชนตลาดมหาสิน ชุมชนข้างโรงงานธานินทร์ เป็นต้น สำหรับราคาที่ดิน และราคาที่อยู่อาศัยโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอูดมสุขไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น อีกทั้งยังมีความหลากหลายในการพัฒนาย่านพื้นที่ให้เป็นแหล่งกิจกรรมต่าง ๆ เนื่องจากว่าเป็นพื้นที่ที่อยู่อาศัย จึงมีร้านค้า ตลาด ร้านทอง โรงรับจำนำ ห้างสรรพสินค้า อยู่มากมายตลอดระยะเส้นทางสัญจร ทั้งนี้ สามารถแสดงความหลากหลายของการพัฒนาย่านพื้นที่อูดมสุข ได้ดังภาพที่ 2



ถนนสุขุมวิท เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ประเภท คอนโด อพาร์ทเมนท์



รพ.กล้วยน้ำไท 2



ถนนอูดมสุข เป็นแหล่งชุมชน เช่น ชุมชนตลาดมหาสิน ชุมชนข้างโรงงานธานินทร์ เป็นต้น



ตลาดอูดมสุข แหล่งรวมสินค้านานาชาติ ทั้งอาหารสด อาหารแห้ง ของใช้ต่าง ๆ อยู่ใกล้กับ BTS อูดมสุข

ภาพที่ 2 พื้นที่บริเวณโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอูดมสุข

### ผลการประเมิน Multiple Criteria Analysis (MCA) สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มที่เป็นเขตเมือง (สถานีอโศก) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งผู้ศึกษาใช้ค่าคะแนนจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ เทียบกับคะแนนรวมทั้งหมด กำหนดให้ปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 - 100 ของคะแนนรวมทั้งหมด เป็นปัจจัยหลักต่อการพัฒนา และปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนรวมทั้งหมด เป็นปัจจัยรองต่อการพัฒนา ดังนี้ 1) ปัจจัยหลักต่อการพัฒนา ได้แก่ ปัจจัยที่ 9 หลักเกณฑ์ตามประกาศของกฎหมายผังเมือง คิดเป็นร้อยละ 95.19 ของคะแนนรวมทั้งหมด ปัจจัยที่ 2 การเชื่อมต่อกับที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และการเดินทางขนส่งมวลชนรูปแบบอื่น ๆ ปัจจัยที่ 10 ความสำคัญด้านธุรกิจและการค้าในพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 83.70 ของคะแนนรวมทั้งหมด และปัจจัยที่ 7 ราคาที่ดิน และราคาที่อยู่อาศัยโดยรอบสถานีรถไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 81.48 ของคะแนนรวมทั้งหมด 2) ปัจจัยรองต่อการพัฒนา ได้แก่ ปัจจัยที่ 3 มีทางเท้าและทางจักรยาน ปัจจัยที่ 4 ระยะทางการเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 77.78 ของคะแนนรวมทั้งหมด ปัจจัยที่ 5 ความหนาแน่นของจำนวนประชากร ปัจจัยที่ 6 ความหนาแน่นของที่อยู่อาศัย และแหล่งงาน คิดเป็นร้อยละ 77.04 ของคะแนนรวมทั้งหมด ปัจจัยที่ 8 หลากหลายในการพัฒนาย่านพื้นที่ให้เป็นแหล่งกิจกรรมต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 76.30 ของคะแนนรวมทั้งหมด และปัจจัยที่ 1 พื้นที่จอดรถบริเวณรอบสถานี คิดเป็นร้อยละ 72.22 ของคะแนนรวมทั้งหมด ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 คะแนนประเมินปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอโศก**

ลำดับ	ตำแหน่ง	ปัจจัยที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	นักผังเมือง (1)	14	25	22	17	21	19	18	17	16	11
2	นักผังเมือง (2)	24	16	16	15	11	15	14	19	24	24
3	นักธุรกิจพัฒนาที่ดิน (1)	11	17	11	17	16	17	21	18	26	26
4	นักธุรกิจพัฒนาที่ดิน (2)	17	17	18	17	20	18	23	16	17	17
5	นักสังคม (1)	16	17	14	18	17	20	19	20	19	20
6	นักสังคม (2)	16	23	10	23	17	18	19	15	15	25
7	นักสิ่งแวดล้อม (1)	12	17	22	21	22	19	21	22	21	12
8	นักสิ่งแวดล้อม (2)	11	24	13	23	23	19	18	10	25	14
9	นักเศรษฐศาสตร์ (1)	23	13	24	10	17	18	18	15	21	21
10	นักเศรษฐศาสตร์ (2)	9	20	21	19	12	13	22	21	21	19
11	นักกฎหมาย (1)	19	19	18	12	18	18	13	18	27	18
12	นักกฎหมาย (2)	23	18	21	18	14	14	14	15	25	19
	รวม	195	226	210	210	208	208	220	206	257	226
	ร้อยละของคะแนนรวมทั้งหมด	72.22	83.70	77.78	77.78	77.04	77.04	81.48	76.30	95.19	83.70

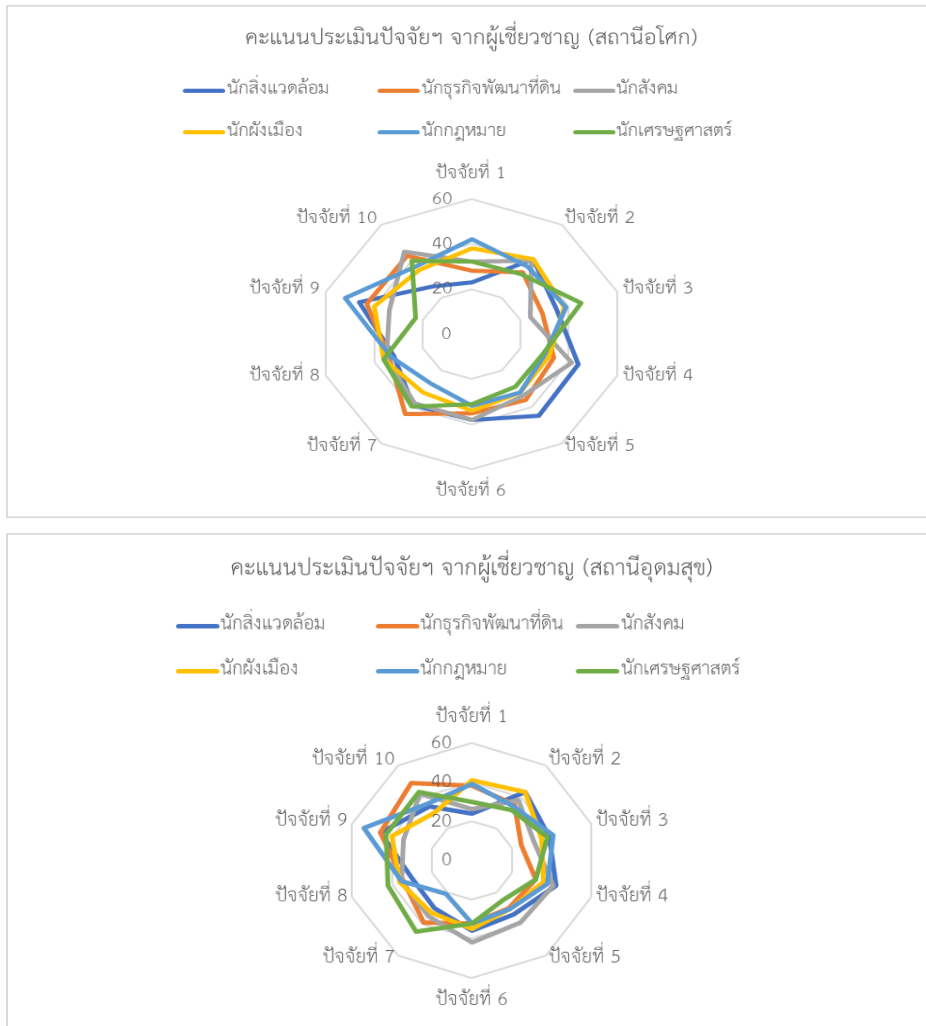
สำหรับปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มที่เป็นเขตชานเมือง (สถานีอุดมสุข) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งผู้ศึกษาใช้ค่าคะแนนจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ เทียบกับคะแนนรวมทั้งหมด กำหนดให้ปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 - 100 ของคะแนนรวมทั้งหมด เป็นปัจจัยหลักต่อการพัฒนา และปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนรวมทั้งหมด เป็นปัจจัยรองต่อการพัฒนา ดังนี้ 1) ปัจจัยหลักต่อการพัฒนา ได้แก่ ปัจจัยที่ 9 หลักเกณฑ์ตามประกาศของกฎหมายผังเมือง คิดเป็นร้อยละ 97.41 ของคะแนนรวมทั้งหมด ปัจจัยที่ 10 ความสำคัญด้านธุรกิจและการค้าในพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 86.67 ของคะแนนรวมทั้งหมด ปัจจัยที่ 2 การเชื่อมต่อกับที่อยู่อาศัย แหล่ง และการเดินทางขนส่งมวลชนรูปแบบอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของคะแนนรวมทั้งหมด และ ปัจจัยที่ 4 ระยะทางการเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 81.85 ของคะแนนรวมทั้งหมด ตามลำดับ และ 2) ปัจจัยรองต่อการพัฒนา ได้แก่ ปัจจัยที่ 8 ความหลากหลายในการพัฒนาย่านพื้นที่ให้เป็นแหล่งกิจกรรมต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 78.52 ของคะแนนรวมทั้งหมด ปัจจัยที่ 3 มีทางเท้าและทางจักรยาน ปัจจัยที่ 6 ความหนาแน่นของที่อยู่อาศัย คิดเป็นร้อยละ 77.41 ของคะแนนรวมทั้งหมด ปัจจัยที่ 7 ราคาที่ดิน และราคาที่อยู่อาศัยโดยรอบสถานีรถไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 75.19 ของคะแนนรวมทั้งหมด ปัจจัยที่ 1 พื้นที่จอดรถบริเวณรอบสถานี คิดเป็นร้อยละ 73.33 ของคะแนนเต็ม และปัจจัยที่ 5 ความหนาแน่นของจำนวนประชากร คิดเป็นร้อยละ 70.37 ของคะแนนรวมทั้งหมด ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2 คะแนนประเมินปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอุดมสุข**

ลำดับ	ตำแหน่ง	ปัจจัยที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	นักผังเมือง (1)	26	23	23	17	19	17	17	14	15	9
2	นักผังเมือง (2)	15	20	12	19	12	18	16	22	25	21
3	นักธุรกิจพัฒนาที่ดิน (1)	22	17	12	15	14	18	17	18	23	24
4	นักธุรกิจพัฒนาที่ดิน (2)	16	18	13	17	16	14	22	16	23	25
5	นักสังคม (1)	17	17	19	17	17	23	21	14	18	20
6	นักสังคม (2)	9	21	12	24	22	19	14	21	16	22
7	นักสิ่งแวดล้อม (1)	13	21	19	20	21	19	15	16	19	15
8	นักสิ่งแวดล้อม (2)	11	22	20	22	13	17	15	14	27	19
9	นักเศรษฐศาสตร์ (1)	13	13	17	13	14	17	24	23	23	23
10	นักเศรษฐศาสตร์ (2)	17	19	21	19	11	15	21	19	20	20
11	นักกฎหมาย (1)	15	19	18	18	17	17	12	18	27	19
12	นักกฎหมาย (2)	24	15	23	20	14	15	9	17	27	17
	รวม	198	225	209	211	190	209	203	212	263	234
	ร้อยละของคะแนนรวมทั้งหมด	73.33	83.33	77.41	81.85	70.37	77.41	75.19	78.52	97.41	86.67



ทั้งนี้ ผู้ศึกษาได้นำคะแนนประเมินดังกล่าวมาแสดงด้วยกราฟใยแมงมุม (Radar Chart) เพื่อให้เห็นถึงมุมมองของผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขาวิชาว่าให้ความสำคัญกับปัจจัยใดต่อการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 2 สถานีเป็นหลัก ผลปรากฏว่า สถานีรถไฟฟ้าอโศก ผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขามีเส้นกราฟไปทิศทาง ปัจจัยที่ 9 หลักเกณฑ์ตามประกาศของกฎหมายผังเมือง ปัจจัยที่ 2 การเชื่อมต่อกับที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และการเดินทางขนส่งมวลชน ปัจจัยที่ 10 ความสำคัญด้านธุรกิจและการค้าในพื้นที่ และปัจจัยที่ 7 ราคาที่ดิน และราคาที่อยู่อาศัยโดยรอบสถานีรถไฟฟ้า ตามลำดับ สำหรับพื้นที่โดยรอบสถานีอุดมสุข ผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขามีเส้นกราฟที่ไปทิศทางปัจจัยที่ 9 หลักเกณฑ์ตามประกาศของกฎหมายผังเมือง ปัจจัยที่ 2 การเชื่อมต่อกับที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และการเดินทางขนส่งมวลชน ปัจจัยที่ 10 ความสำคัญด้านธุรกิจและการค้าในพื้นที่มากที่สุด และปัจจัยที่ 4 ระยะทางในการเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้า ตามลำดับ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 คะแนนประเมินปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอโศก (บน) สถานีรถไฟฟ้าอุดมสุข (ล่าง)

จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญเป็นลำดับต้น ๆ ต่อการพัฒนาคใช้ที่ดินรอบสถานีรถไฟฟ้าของทั้ง 2 สถานี นั้น เป็นไปตามแนวคิดการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน (Transit-Oriented Development: TOD) ที่ต้องการส่งเสริมการเชื่อมต่อรูปแบบการคมนาคมที่หลากหลาย เพื่อให้มีการเดินทางอย่างรวดเร็วและสะดวกสบาย ตลอดจนระยะทางการเดินทางไปยังสถานีก็มีความสำคัญต่อการพัฒนาพื้นที่ สอดคล้องกับงานวิจัยของชูเกียรติ สลักคำ (2554) [10] หรือการใช้สถานที่ขนส่งเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาใหม่โดยใช้การสร้างพื้นที่ (placemaking) รอบสถานี [9] ประการสำคัญการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชนจำเป็นต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ตามประกาศของกฎหมายผังเมือง ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของสุฤดี ดิยวงศ์สุวรรณ (2560) [11] ที่ได้ศึกษาเรื่อง วิพากษ์รูปแบบการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีระบบขนส่งสาธารณะตามหลักสากลกับผังเมืองรวมของขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่า การกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินของกฎกระทรวงผังเมืองล้วนส่งผลต่อเงื่อนไขการออกแบบและพัฒนากวางผังเมือง นอกจากนี้แล้ว พื้นที่รอบสถานีอโศก ซึ่งเป็นตัวแทนของเขตเมือง ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับราคาที่ดิน และราคาที่อยู่อาศัยโดยรอบสถานี สอดคล้องกับงานวิจัยของ เจริญสุข วรรณภา (2559) [12] ที่กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของเมืองบริเวณแนวเส้นทางรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร สายสีเขียว ช่วงอโศก ประการหนึ่งคือ ราคา



ที่อยู่อาศัย และราคาที่ดิน และการระยะทางการเดินทางไปยังสถานี ดังนั้น ความแตกต่างของปัจจัยหลักของสถานีทั้ง 2 เขต คือ ราคาที่ดินโดยเฉพาะสถานีในเขตเมือง ซึ่งราคาที่ดินมีผลต่อการพัฒนาพื้นที่มากกว่าสถานีชานเมือง

ดังนั้น จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว พบว่า แนวโน้มการใช้ที่ดินรอบสถานีรถไฟฟ้าอโศกจะเป็นไปเพื่อการทำธุรกิจ และการค้าต่าง ๆ ในพื้นที่ โดยเป็นลักษณะธุรกิจขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับนักลงทุนมาลงทุน เพราะราคาที่ดิน และราคาที่อยู่อาศัยในละแวกดังกล่าวมีราคาสูง ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงการเชื่อมต่อระหว่างที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และขนส่งมวลชนรูปแบบต่าง ๆ ที่ผู้คนมีการเคลื่อนไหวอย่างสม่ำเสมอ ประการสำคัญคือให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ตามประกาศกฎหมายผังเมือง สำหรับแนวโน้มการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าอโศก จะจะเป็นไปเพื่อการทำธุรกิจ และการค้าต่าง ๆ แต่เป็นธุรกิจขนาดเล็กให้เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพและบทบาทของพื้นที่ดังกล่าวที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย โดยคำนึงถึงการเชื่อมต่อระหว่างที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และขนส่งมวลชนรูปแบบต่าง ๆ ตลอดจนระยะทางการเดินทางไปยังสถานีจะมีความสะดวกสบายและปลอดภัยมากขึ้น ประการสำคัญคือให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ตามประกาศของกฎหมายผังเมือง

## สรุป

ปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินโดยรอบสถานีรถไฟฟ้า ภูมิศึกษา: รถไฟฟ้าสายสีเขียวของกรุงเทพมหานคร สถานีรถไฟฟ้าอโศก และสถานีรถไฟฟ้าอโศกตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน (Transit-Oriented Development: TOD) และลักษณะทางกายภาพที่ได้จากการสำรวจ คือ ปัจจัยที่ 9 หลักเกณฑ์ตามประกาศของกฎหมายผังเมือง ปัจจัยที่ 2 การเชื่อมต่อกับที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และการเดินทางขนส่งมวลชนรูปแบบอื่น ๆ ปัจจัยที่ 10 ความสำคัญด้านธุรกิจและการค้าในพื้นที่ ดังนั้น แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินรอบสถานีของทั้ง 2 สถานี คาดว่ารอบสถานีรถไฟฟ้าอโศก จะจะเป็นไปในลักษณะการพัฒนาพื้นที่ให้มีการเชื่อมต่อกันระหว่างที่อยู่อาศัย แหล่งงาน และการเดินทางขนส่งมวลชนรูปแบบอื่น ๆ เนื่องจากอโศก ถือเป็นย่านเศรษฐกิจที่สำคัญของกรุงเทพมหานคร เหมาะแก่การมาลงทุนด้านอสังหาริมทรัพย์ต่าง ๆ ทั้งคอนโด สำนักงาน ร้านค้า ตลอดจนการประกอบธุรกิจ ด้วยเพราะราคาที่ดิน และราคาที่อยู่อาศัยราคาสูง สำหรับแนวโน้มการใช้ที่ดินรอบสถานีรถไฟฟ้าอโศก จะจะเป็นไปในลักษณะการพัฒนาพื้นที่ให้มีการเชื่อมต่อระหว่างที่อยู่อาศัย ร้านค้าเล็ก ๆ ตลาด และการเดินทางขนส่งมวลชนของท้องถิ่น เช่น รถโดยสารรับจ้างในรูปแบบสองแถวขนาดเล็ก รวมถึงระยะทางการเดินทางไปยังสถานีต้องมีความสะดวก และปลอดภัย อย่างไรก็ตามการพัฒนาการใช้ที่ดินดังกล่าว จะต้องปฏิบัติตามกฎหมายผังเมืองอย่างเคร่งครัด เพื่อให้การพัฒนาเป็นไปอย่างถูกต้อง และเหมาะสมต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราชที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. (2563). จำนวนประชากร. เรียกใช้เมื่อ 22 สิงหาคม 2564 จากระบบสถิติทางการทะเบียน: <https://stat.bora.dopa.go.th/stat/>
- [2] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2562). จำนวนประชากรแยกตามรายจังหวัด. กรุงเทพฯ.
- [3] วราภรณ์ ปุณยภนิก. (2559). การพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน (Transit-Oriented Development). กรุงเทพฯ.
- [4] ธัญลักษณ์ ศรีรัตนโชติ. (2557). แนวทางการออกแบบสถานีขนส่งมวลชนร่วมและพัฒนาพื้นที่รอบสถานี ภูมิศึกษาสถานีรถไฟฟ้าหมอชิต. กรุงเทพฯ: สถาบันยุทธศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [5] ศุภกิจจรรยา จริตจิตร. (2558). การประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่ง (TOD) เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีจุดเปลี่ยนถ่ายสัญจรของการขนส่งระบบราง. กรุงเทพฯ: หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [6] วิทยา ดวงธิดา และชาคริน เพชรานนท์. (2560). แนวทางการพัฒนาพื้นที่สาธารณะบริเวณรอบสถานีขนส่งมวลชนระบบราง. The 8th Built Environment Research Associates Conference 2017 (BERAC 8), (หน้า 584-591). กรุงเทพฯ.
- [7] บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน). (2564). ที่จอดรถ. เรียกใช้เมื่อ 19 สิงหาคม 2564 จาก <https://www.bts.co.th/parking/parking-page.html>
- [8] supasiri sukamon. (2563). เจาะลึกย่านอโศก HUB of BANGKOK กิน อยู่ เที่ยว ทำงาน จบที่เดียว. เรียกใช้เมื่อ 22 สิงหาคม 2564 จาก <https://www.prop2morrow.com/2020/12/21/asoke-walden-sukhumvit-23/>
- [9] Belzer, D., & Poticha, S. (2009). Understanding transit-oriented development: Lessons learned 1999-2009. New York: Boston College's Institute.
- [10] ชูเกียรติ สลักคำ. (2554). ปัจจัยเชิงคุณภาพในกระบวนการวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่เพื่อการเลือกที่อยู่อาศัยบริเวณโดยรอบสถานีรถไฟฟ้าสายสีเขียว. กรุงเทพฯ: ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร
- [11] สฤกษ์ดี ดิยวงศ์สุวรรณ. (2560). วิพากษ์รูปแบบการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีระบบขนส่งสาธารณะตามหลักสากลกับผังเมืองรวมเมืองขอนแก่น. วารสารสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวิจัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 16(1), 109-125.
- [12] เจริญสุข วรณภ. (2559). การเปลี่ยนแปลงของเมืองบริเวณพื้นที่ตามแนวเส้นทางรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานครสายสีเขียว ช่วงสถานีอโศก ถึงสถานีแบริ่ง. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร

# การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสำหรับการท่องเที่ยว กรณีศึกษา : แหล่งท่องเที่ยวกรุงเทพมหานครชั้นใน Logistics and Supply Chain Management for Tourism : A Case Study of Tourism Area at the Inner Bangkok

รริดา แก้วเมืองมูล<sup>1\*</sup> และ ชัชพล มงคลิก<sup>2</sup>

Rarida Kaewmuangmoon<sup>1\*</sup> and Chatpon Mongkalig<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการพัฒนาระบบและจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร

มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพฯ 10300

<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพฯ 10300

โทรศัพท์: 09 2618 4615, Email : kanidaboss@gmail.com

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และวางแผนความต้องการของนักท่องเที่ยว (Demand Planning) โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ (Forecasting Techniques) ในพื้นที่บริเวณกรุงเทพมหานครชั้นใน ดำเนินการทดลองและวิเคราะห์หาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในแต่ละกลุ่มเป้าหมาย เช่น นักท่องเที่ยวไทย นักท่องเที่ยวจากสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และอินเดียที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในพื้นที่เป้าหมาย และเพื่อเสนอแนวทางการวางแผนด้านการให้บริการ (Supply Plan) ด้านที่พักอาศัยสำหรับนักท่องเที่ยวเพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการเลือกพื้นที่กรุงเทพมหานครชั้นในซึ่งเป็นกลุ่มกรุงเทพกลาง 9 เขต ได้แก่ เขตพระนคร เขตดุสิต เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตสัมพันธวงศ์ เขตดินแดง เขตห้วยขวาง เขตพญาไท เขตราชเทวี และเขตวังทองหลางมาเป็นพื้นที่กรณีศึกษา โดยใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์โดยเฉลี่ย (MAD) เป็นค่าวัดความแม่นยำของการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวมีการนำวิธีการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาได้แก่ Moving Average Single Exponential Smoothing Double Exponential Smoothing และ Winters' method มาใช้ในการทดลองเพื่อพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่มาท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครชั้นใน 9 เขต จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า วิธีการพยากรณ์มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อค่า MAPE และค่า MAD จากผลการทดลองพบว่า วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดได้แก่ วิธี Winters' Method โดยมีรอบวัฏจักร 12 เดือน สำหรับการวิเคราะห์ Supply Plan ความต้องการที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวในสถานการณ์ที่ความต้องการมาก (Optimistic Demand) มีความต้องการที่พักมากกว่ากำลังการให้บริการด้านที่พัก 56.52% และความต้องการที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวในสถานการณ์ที่ความต้องการน้อย (Pessimistic Demand) มีความต้องการที่พักมากกว่ากำลังการให้บริการด้านที่พัก 1.04% ดังนั้นผู้ประกอบการโรงแรมและเกสต์เฮาส์ควรได้รับการส่งเสริมด้านมาตรการจูงใจด้านภาษีสำหรับนักท่องเที่ยว โครงการส่งเสริมการท่องเที่ยว ให้การส่งเสริมและประชาสัมพันธ์ด้านการท่องเที่ยวประเทศไทย กำหนดมาตรการลดอัตราภาษีและสนับสนุนแหล่งเงินทุนดอกเบี้ยต่ำสำหรับผู้ประกอบการเพื่อเพิ่มกำลังการให้บริการด้านที่พักสำหรับนักท่องเที่ยว

**คำสำคัญ :** การพยากรณ์ความต้องการ; การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา; โลจิสติกส์ด้านการท่องเที่ยว; การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน



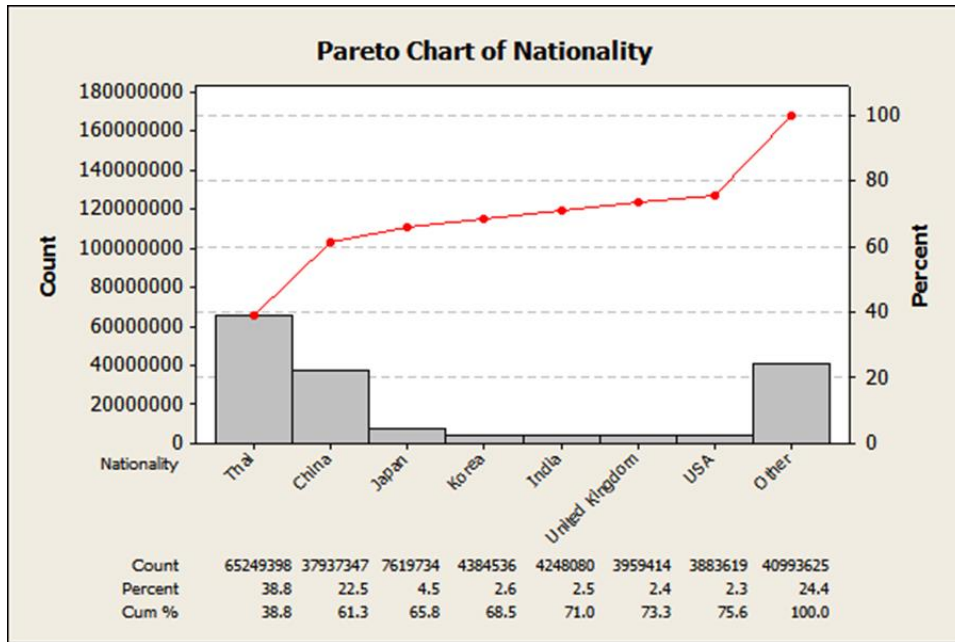
## Abstract

The objectives of this research are to analyze and conduct demand planning by using forecasting techniques at the inner Bangkok area, conduct the experiments and determine the appropriate forecasting techniques for the number of tourists forecasting in each target group as follows: Thai and tourists from the People's Republic of China, Japan, South Korea and India who come to travel in the target area, and propose the supply plan for tourist accommodation for effective response to tourist needs. The inner Bangkok area of Central Bangkok 9 districts were selected as the case study as follows: Phra Nakhon District, Dusit District, Pomprapsatruphahai District, Samphanthawong District, Din Daeng District, Huaikhwang District, Phayathai District, Ratchathewi District and Wangthonglang District. Mean absolute percentage error (MAPE) and mean absolute deviation (MAD) were used as measures for accuracy of the number of tourists forecasting. Time series analysis methods including moving average, single exponential smoothing, double exponential smoothing and Winters' method were used in the experiments for forecasting the number of tourists travelling to the 9 districts inner Bangkok. According to the ANOVA, forecasting methods have a significant effect on MAPE and MAD. According to the experimental results, it was found that the most suitable forecasting method was Winters' method with seasonal length of 12 months. For supply plan analysis, tourist accommodation optimistic demand was greater than the tourist accommodation capacity by 56.52%. Additionally, tourist accommodation pessimistic demand was greater than the tourist accommodation capacity by 1.04%. Therefore, the tourist hotel and guest house entrepreneurs should be promoted by tourist tax incentive project, tourism promotion projects, Thailand tourism advertisement promotion, tax reduction and soft loan for entrepreneurs to increase tourist accommodation capacity.

**Keywords :** demand forecasting; time series analysis; tourism logistics; logistics and supply chain management

## บทนำ

ธุรกิจการท่องเที่ยวถือเป็นธุรกิจที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย การท่องเที่ยวสามารถสร้างรายได้ที่มีมูลค่าทางด้านของเศรษฐกิจระดับประเทศ การท่องเที่ยวทำให้เกิดการหมุนเวียนเงินตราและสร้างการกระจายรายได้ให้แก่กรุงเทพมหานครและระดับประเทศ ซึ่งที่ผ่านมาพบว่าประเทศไทยมีรายได้จากการท่องเที่ยวคิดเป็นประมาณ 20 % ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศหรือ GDP (มูลค่าของสินค้าหรือบริการขั้นสุดท้ายที่ผลิตภายในประเทศ) [1] จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่งผลให้จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาประเทศไทยในช่วงไตรมาสแรกของปี 2563 ลดลงจากช่วงเวลาเดียวกันของปี 2562 ร้อยละ 38.01 โดยนักท่องเที่ยวจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีจำนวนมากที่สุด 3.73 ล้านคน แต่ก็ยังเป็นภูมิภาคที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวลดลงในอัตราสูงสุดร้อยละ 46.12 จากช่วงเวลาเดียวกันของปี 2562 โดยจำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมากรุงเทพมหานครในช่วงก่อนเกิดการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 สูงสุด 5 อันดับแรกคือ นักท่องเที่ยวไทย นักท่องเที่ยวจากสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และอินเดีย ซึ่งครอบคลุมจำนวนนักท่องเที่ยวมากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักท่องเที่ยวทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพพาร์โตแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวกลุ่มเป้าหมายหลักจาก 5 ประเทศที่ใช้ในการวิเคราะห์หาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

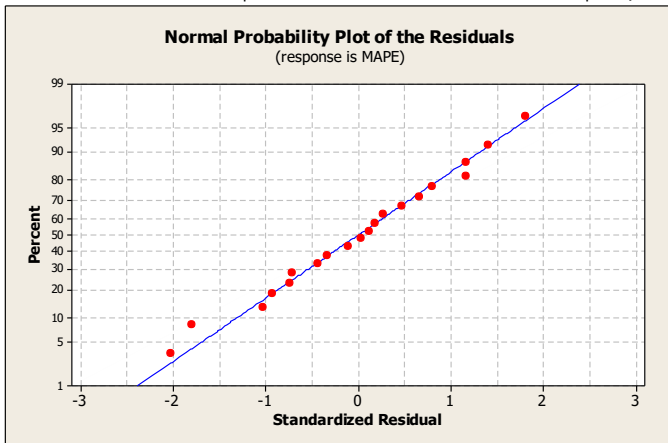
ในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาวเคราะห์หาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการวางแผนความต้องการของนักท่องเที่ยว (Demand Plan) สำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวกลุ่มเป้าหมายหลักที่มาเที่ยวกรุงเทพมหานครชั้นในซึ่งพิจารณาจากกลุ่มกรุงเทพมหานคร 9 เขต ได้แก่ เขตพระนคร เขตดุสิต เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตสัมพันธวงศ์ เขตดินแดง เขตห้วยขวาง เขตพญาไท เขตราชเทวี และเขตวังทองหลาง โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการพยากรณ์และการทดลองคือวิธีการพยากรณ์ Time Series Analysis [2] ได้แก่วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Single Exponential Smoothing and Double Exponential Smoothing) และวิธีของวินเทอร์ (Winters' Method) [3] เป็นต้น ในการวิเคราะห์ Demand Plan ใช้ข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวกลุ่มเป้าหมายหลักที่มาเที่ยวกรุงเทพมหานครชั้นใน 9 เขต เช่น นักท่องเที่ยวภายในประเทศ (นักท่องเที่ยวไทย) นักท่องเที่ยวจากสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และอินเดีย รวมทั้งนำเสนอแนวทางการเตรียมความพร้อมสำหรับการท่องเที่ยวด้านธุรกิจ โรงแรมหรือที่พักต่างๆ ในกรุงเทพมหานครชั้นในกลุ่มกรุงเทพมหานคร 9 เขตในการวางแผนเพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว (Supply Plan) [4] ตามจำนวนนักท่องเที่ยวที่ได้จากการพยากรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล

### วิธีการวิจัย

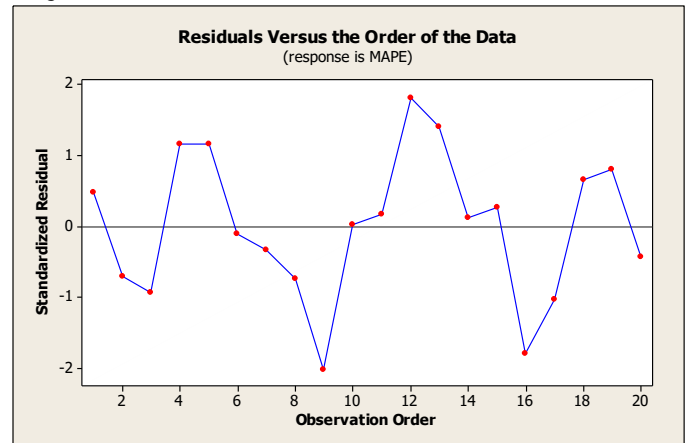
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวกลุ่มเป้าหมายคือ เทคนิคการพยากรณ์แบบการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) โดยใช้เครื่องมือการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment, DOE) [5] เพื่อวางแผน Demand Plan และวิเคราะห์หาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวกลุ่มเป้าหมาย เช่น นักท่องเที่ยวภายในประเทศ (นักท่องเที่ยวไทย) สาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และอินเดีย ที่มาท่องเที่ยวในพื้นที่กรุงเทพมหานครชั้นในซึ่งพิจารณาจากกลุ่มกรุงเทพมหานคร 9 เขต ได้แก่ เขตพระนคร เขตดุสิต เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตสัมพันธวงศ์ เขตดินแดง เขตห้วยขวาง เขตพญาไท เขตราชเทวี และเขตวังทองหลาง สำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวกลุ่มเป้าหมายที่มาท่องเที่ยวในพื้นที่กรุงเทพมหานครชั้นใน ได้แก่ วิธีการพยากรณ์ Moving Average, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing และ Winters' Method การวิเคราะห์ปัจจัยวิธีการพยากรณ์ซึ่งมีผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว (Demand Forecasting Error) ใช้ตัวแปรตอบสนอง (Response Variable) ได้แก่ ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) และค่า Mean Absolute Deviation (MAD) โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) [6] โดยก่อนดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ต้องมีการทดสอบ Assumption ของ ANOVA (Model Adequacy Checking) [7] ดังนี้



การทดสอบ Assumption ของ ANOVA (Model Adequacy Checking) ในกรณีที่มีค่า MAPE เป็นตัวแปรตอบสนอง

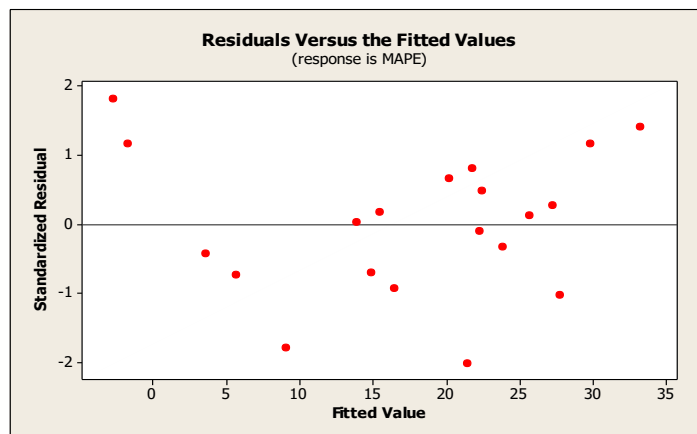


ภาพที่ 2 การทดสอบการกระจายความน่าจะเป็นแบบปกติ



ภาพที่ 3 การทดสอบความเป็นอิสระต่อกัน (Independence)

จากภาพที่ 2 ภาพที่ 3 และภาพที่ 4 พบว่า ข้อมูลผลการทดลองที่มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อน MAPE เป็นตัวแปรตอบสนอง ผ่านการทดสอบ Assumption ของ ANOVA ทั้ง 3 Assumptions ได้แก่ การทดสอบการกระจายความน่าจะเป็นแบบปกติ (Normality) การทดสอบความเป็นอิสระต่อกัน (Independence) และการทดสอบค่าความแปรปรวนที่เท่ากัน (Equal Variance) [8]



ภาพที่ 4 การทดสอบค่าความแปรปรวนที่เท่ากัน (Equal Variance)

### ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดสอบ Assumption ของ ANOVA (Model Adequacy Checking) พบว่า มีความเหมาะสมในการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ดังนั้นการวิเคราะห์ปัจจัยวิธีการพยากรณ์ซึ่งมีผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว (Demand Forecasting Error) ใช้ตัวแปรตอบสนอง (Response Available) ได้แก่ ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) และค่า Mean Absolute Deviation (MAD) จึงได้นำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) มาใช้วิเคราะห์ผลกระทบของวิธีการพยากรณ์ที่มีผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว (Demand Forecasting Error) ดังแสดงในภาพที่ 5 และภาพที่ 6



**General Linear Model: MAPE versus Forecasting Method, Nationality**

Factor	Type	Levels	Values
Forecasting Method	fixed	4	Double Exponential Smoothing, Moving Average, Single Exponential Smoothing, Winters' Method
Nationality	fixed	5	Chinese, Indian, Japanese, Korean, Thai

Analysis of Variance for MAPE, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Forecasting Method	3	1598.88	1598.87	532.96	43.84	0.000
Nationality	4	393.95	393.95	98.49	8.10	0.002
Error	12	145.88	145.88	12.16		
Total	19	2138.70				

S = 3.48658 R-Sq = 93.18% R-Sq(adj) = 89.20%

ภาพที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยมีค่า MAPE เป็น Response Variable

**General Linear Model: MAD versus Forecasting Method, Nationality**

Factor	Type	Levels	Values
Forecasting Method	fixed	4	Double Exponential Smoothing, Moving Average, Single Exponential Smoothing, Winters' Method
Nationality	fixed	5	Chinese, Indian, Japanese, Korean, Thai

Analysis of Variance for MAD, using Adjusted SS for Tests

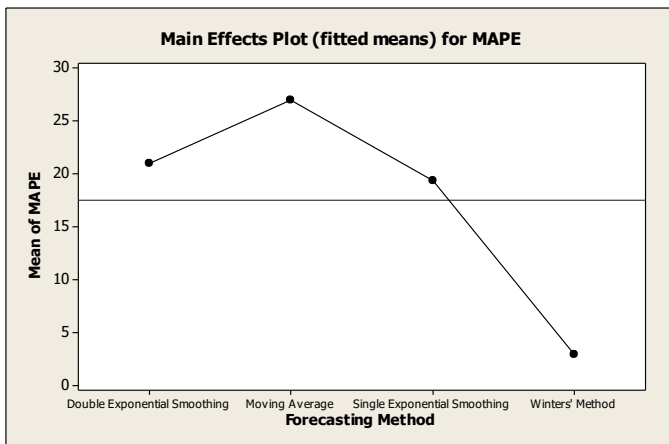
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Forecasting Method	3	3886831903	3886831903	1295610634	3.56	0.047
Nationality	4	12414608934	12414608934	3103652233	8.53	0.002
Error	12	4364375039	4364375039	363697920		
Total	19	20665815876				

S = 19070.9 R-Sq = 78.88% R-Sq(adj) = 66.56%

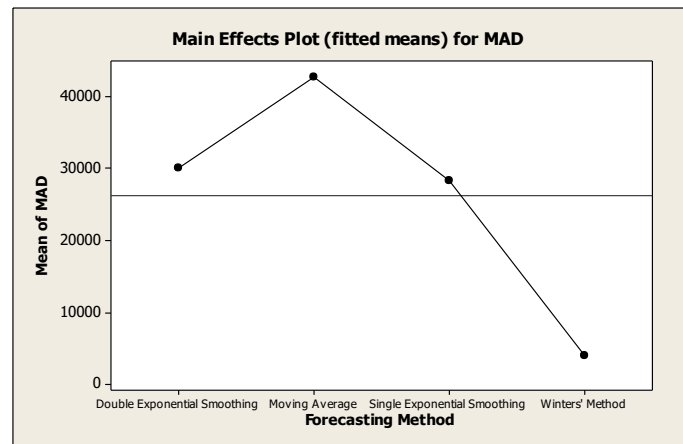
ภาพที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยมีค่า MAD เป็น Response Variable

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในภาพที่ 5 พบว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยมีค่า MAPE เป็น Response Variable วิธีการพยากรณ์ (Forecasting Method) เป็นปัจจัย (Factor) ที่มีค่า P-Value 0.000 น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปัจจัยวิธีการพยากรณ์มีผลกระทบต่อค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในภาพที่ 6 พบว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยมีค่า MAD เป็น Response Variable วิธีการพยากรณ์ (Forecasting Method) เป็นปัจจัย (Factor) ที่มีค่า P-Value 0.047 น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปัจจัยวิธีการพยากรณ์มีผลกระทบต่อค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์โดยเฉลี่ย (MAD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปัจจัยสัญชาติของนักท่องเที่ยว (Nationality) เป็น Blocking Factor [9] ซึ่งได้มีการจำแนกข้อมูลตามสัญชาติของนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวกรุงเทพมหานครชั้นใน 9 เขต แต่ไม่ใช่ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้

ในการวิเคราะห์หาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในแต่ละกลุ่มเป้าหมาย เช่น นักท่องเที่ยวภายในประเทศ (นักท่องเที่ยวไทย) นักท่องเที่ยวจากสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และอินเดียที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครชั้นในซึ่งพิจารณาจากกลุ่มกรุงเทพมหานคร 9 เขต ได้แก่ เขตพระนคร เขตดุสิต เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตสัมพันธวงศ์ เขตดินแดง เขตห้วยขวาง เขตพญาไท เขตราชเทวี และเขตวังทองหลาง โดยใช้ Main Effects Plot แสดงในภาพที่ 7 และภาพที่ 8

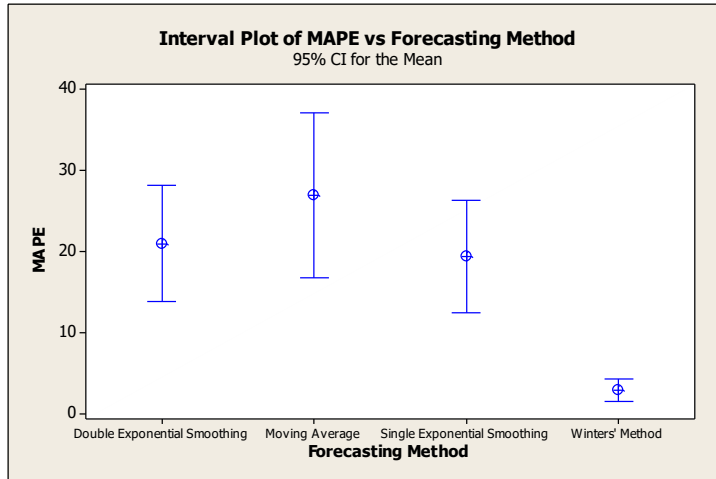


ภาพที่ 7 Main Effects Plot ที่มีค่า MAPE เป็น Response Variable



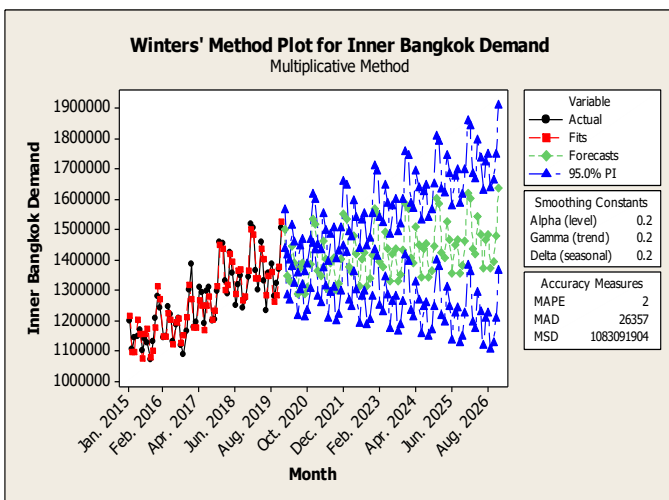
ภาพที่ 8 Main Effects Plot ที่มีค่า MAD เป็น Response Variable

จากภาพที่ 7 และภาพที่ 8 การวิเคราะห์ Main Effects Plot ที่มีค่า MAPE และ MAD เป็นตัวแปรตอบสนอง พบว่าวิธีการพยากรณ์ (Forecasting Method) ที่ทำให้ได้ค่าพยากรณ์ที่มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์โดยเฉลี่ย (MAD) น้อยที่สุด ได้แก่ วิธีการพยากรณ์ด้วยวิธี Winters' Method โดยมีค่ารอบวัฏจักร (Seasonal Length) เท่ากับ 12 เดือน

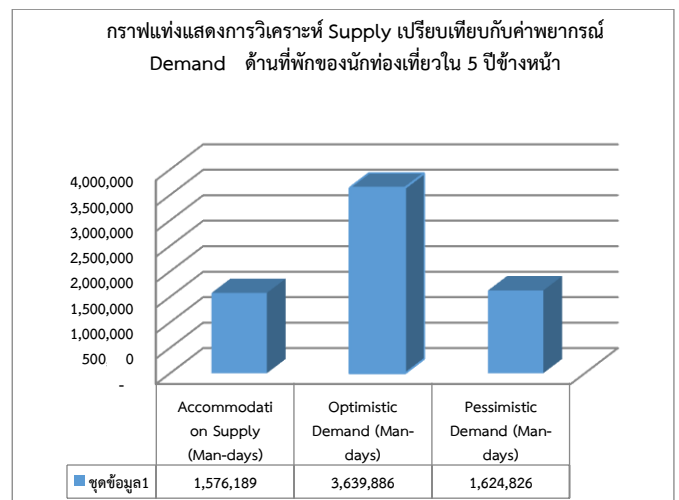


ภาพที่ 9 กราฟ Interval Plot เพื่อวิเคราะห์หาวิธีการพยากรณ์ (Forecasting Method) ที่เหมาะสมที่สุด

จากกราฟ Interval Plot เพื่อวิเคราะห์หาวิธีการพยากรณ์ (Forecasting Method) ที่เหมาะสมที่สุดในภาพที่ 9 พบว่าช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) ซึ่งใช้วิธีการพยากรณ์แบบ Winters' Method โดยมีค่า Seasonal Length เท่ากับ 12 เดือน มีค่าน้อยที่สุด และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่า MAPE เมื่อใช้วิธีการ Winters' Method โดยมีค่า Seasonal Length เท่ากับ 12 เดือน ไม่มีการทับซ้อนกัน (Overlap) กับช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่า MAPE เมื่อใช้วิธีการ Moving Average วิธี Single Exponential Smoothing และ Double Exponential Smoothing ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธี Winters' Method โดยมีค่า Seasonal Length เท่ากับ 12 เดือน มีค่าน้อยกว่าค่า MAPE ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากจำนวนนักท่องเที่ยวในแต่ละกลุ่มเป้าหมาย เช่น นักท่องเที่ยวภายในประเทศ (นักท่องเที่ยวไทย) นักท่องเที่ยวจากสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และอินเดียที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครชั้นในซึ่งพิจารณาจากกลุ่มกรุงเทพมหานคร 9 เขต ได้แก่ เขตพระนคร เขตดุสิต เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตสัมพันธวงศ์ เขตดินแดง เขตห้วยขวาง เขตพญาไท เขตราชเทวี และเขตวังทองหลาง มีลักษณะเป็นวัฏจักรหรือฤดูกาล ดังแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวและค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวไทยและต่างชาติที่มาเที่ยวกรุงเทพมหานครชั้นใน 9 เขต ในอีก 5 ปีข้างหน้า ปี พ.ศ. 2565 – 2569 หรือ ค.ศ. 2022 – 2026 โดยใช้ดังแสดงในภาพที่ 10



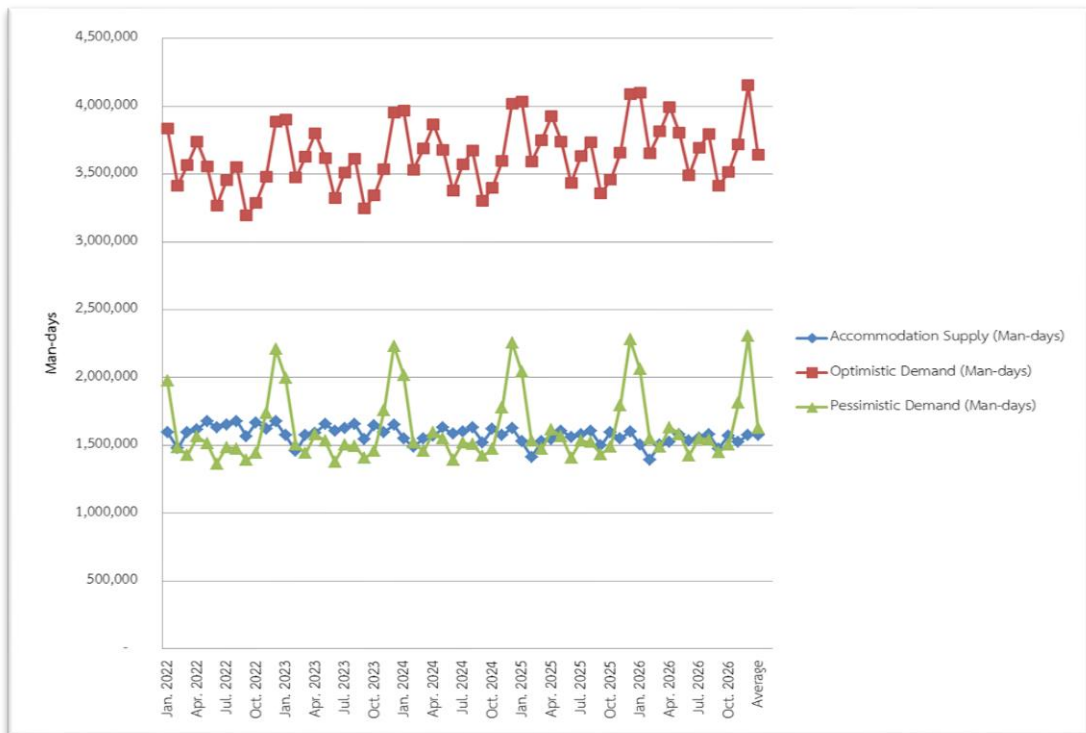
ภาพที่ 10 ค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวไทยและต่างชาติที่มาเที่ยวกรุงเทพมหานครชั้นใน (กลุ่มกรุงเทพมหานคร 9 เขต)



ภาพที่ 11 กราฟแท่งแสดงการวิเคราะห์การให้บริการด้านที่พัก (Supply) เปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ Demand ในอนาคต

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบแผนการให้บริการนักท่องเที่ยวที่พักรวม (Supply Plan) โดยเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กำลังการให้บริการด้านที่พัก (Accommodation Supply Forecasting) ใน 5 ปีข้างหน้ากับค่าพยากรณ์ความต้องการที่พักของนักท่องเที่ยวไทยและต่างชาติที่มาเที่ยวกรุงเทพมหานครชั้นใน 9 เขต ใน 5 ปีข้างหน้า ในสถานการณ์ที่มีความต้องการท่องเที่ยวมาก (Optimistic Demand) ซึ่งได้พยากรณ์จำนวนวันที่พัก (Length of Stay) โดยใช้ข้อมูล 5 ปีย้อนหลัง ได้แก่ ข้อมูลความต้องการที่พักของนักท่องเที่ยวที่มาพักในกรุงเทพมหานคร จำนวนวันที่พักย้อนหลัง จำนวนผู้เข้าพักต่อห้อง และกำลังการให้บริการด้านที่พัก ก่อนเกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19 ปี พ.ศ. 2558 – 2562 (ปี ค.ศ. 2015 – 2019) จากหนังสือการสำรวจที่พักแรมของสำนักงานสถิติแห่งชาติ [10] และค่าพยากรณ์ความต้องการในสถานการณ์ที่มีความต้องการท่องเที่ยวน้อย (Pessimistic Demand) ซึ่งได้วิเคราะห์มาจากจำนวนวันที่พัก (Length of Stay) ในช่วงปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของ COVID-19 ปี พ.ศ. 2563 – 2564 (ปี ค.ศ. 2020 – 2021) [10] ดังแสดงในภาพที่ 11 และภาพที่ 12

จากภาพที่ 11 และภาพที่ 12 พบว่า ค่าเฉลี่ยความต้องการที่พักของนักท่องเที่ยวไทยและต่างชาติที่มาเที่ยวกรุงเทพมหานครชั้นใน 9 เขต ในสถานการณ์ที่มีความต้องการท่องเที่ยวมาก (Optimistic Demand) จำนวน 3,639,886 คน-วัน (Man-days) มากกว่ากำลังการให้บริการ (Supply Capacity) ของที่พักทั้งที่เป็นโรงแรมในระดับราคาต่างๆ เกสต์เฮ้าส์ และที่พักประเภทอื่นซึ่งในปัจจุบันมีกำลังการให้บริการโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 1,576,189 คน-วัน (Man-days) โดยคิดเป็นความต้องการในสถานการณ์ที่มีความต้องการท่องเที่ยวมาก (Optimistic Demand) มากกว่ากำลังการให้บริการ (Supply Capacity) 2,063,697 คน-วัน (Man-days) หรือคิดเป็น 56.52%



ภาพที่ 12 การวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการให้บริการด้านที่พัก (Supply) เปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ในอนาคต 5 ปีของความต้องการที่พักของนักท่องเที่ยวไทยและต่างชาติที่มาเที่ยวกรุงเทพมหานครชั้นใน 9 เขต

ค่าเฉลี่ยความต้องการที่พักของนักท่องเที่ยวไทยและต่างชาติที่มาเที่ยวกรุงเทพมหานครชั้นใน 9 เขต ในสถานการณ์ที่มีความต้องการท่องเที่ยวน้อย (Pessimistic Demand) จำนวน 1,624,826 คน-วัน (Man-days) มากกว่ากำลังการให้บริการ (Supply Capacity) ของที่พักในปัจจุบันซึ่งมีกำลังการให้บริการโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 1,576,189 คน-วัน (Man-days) โดยคิดเป็นความต้องการในสถานการณ์ที่มีความต้องการท่องเที่ยวน้อย (Pessimistic Demand) มากกว่ากำลังการให้บริการ (Supply Capacity) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวมาก (High Season) ช่วงเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม โดยมีความต้องการมากกว่ากำลังการให้บริการโดยเฉลี่ย 48,637 คน-วัน (Man-days) หรือคิดเป็น 1.04%

## สรุปผล

ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในแต่ละกลุ่มเป้าหมาย เช่น นักท่องเที่ยวภายในประเทศ (นักท่องเที่ยวไทย) นักท่องเที่ยวจากสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และอินเดียที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครชั้นในซึ่งพิจารณาจากกลุ่มกรุงเทพมหานคร 9 เขต ได้แก่ เขตพระนคร เขตดุสิต เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตสัมพันธวงศ์ เขตดินแดง เขตห้วยขวาง เขตพญาไท เขตราชเทวี และเขตวังทองหลาง พบว่า วิธีการพยากรณ์ (Forecasting Method) มีผลกระทบต่อค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์โดยเฉลี่ย (MAD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และวิธีการพยากรณ์ที่ทำให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (MAPE) และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์โดยเฉลี่ย (MAD) น้อยที่สุด ได้แก่ วิธีการพยากรณ์แบบ Winters' Method โดยมีค่า Seasonal Length เท่ากับ 12 เดือน ซึ่งพบว่า ค่า MAPE ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ Winters' Method มีค่าน้อยกว่าค่า MAPE ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากจำนวนนักท่องเที่ยวในแต่ละกลุ่มเป้าหมาย เช่น นักท่องเที่ยวภายในประเทศ (นักท่องเที่ยวไทย) นักท่องเที่ยวจากสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และอินเดียที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครชั้นในซึ่งพิจารณาจากกลุ่มกรุงเทพมหานคร 9 เขต มีลักษณะเป็นวัฏจักรหรือฤดูกาล โดยมีจำนวนนักท่องเที่ยวเดินทางมาท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครชั้นในเป็นจำนวนมากในช่วงปลายปีได้แก่ เดือนตุลาคม เดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคมของทุกปี ดังนั้นวิธีการพยากรณ์แบบ Winters' Method จึงเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าวิธี Moving Average วิธี Double Exponential Smoothing และวิธี Single Exponential Smoothing 24.1% 18.15% และ 16.55% ตามลำดับ ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบแผนการให้บริการด้านที่พัก (Supply Plan) ซึ่งเปรียบเทียบกำลังการให้บริการด้านที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวกับค่าพยากรณ์ในอนาคต 5 ปีของความต้องการที่พักของนักท่องเที่ยวไทยและต่างชาติที่มาเที่ยวกรุงเทพมหานครชั้นใน 9 เขต ในสถานการณ์ที่มีความต้องการท่องเที่ยวมากมีความต้องการที่พัก (Optimistic Demand) มากกว่ากำลังการให้บริการด้านที่พัก (Optimistic Demand over Supply) โดยเฉลี่ย 2,063,697 คน-วัน (Man-days) หรือคิดเป็น 56.52% และในสถานการณ์ที่มีความต้องการท่องเที่ยวน้อยมีความต้องการที่พัก (Pessimistic Demand) มากกว่ากำลังการให้บริการด้านที่พัก (Pessimistic Demand over Supply) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวมาก (High Season) ช่วงเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม โดยมีความต้องการมากกว่ากำลังการให้บริการโดยเฉลี่ย 48,637 คน-วัน (Man-days) หรือคิดเป็น 1.04% ซึ่งผู้ประกอบการด้านโรงแรมและที่พักสำหรับบริการนักท่องเที่ยวโดยส่วนใหญ่จากข้อมูลในหนังสือการสำรวจที่พักแรมของสำนักงานสถิติแห่งชาติ [10] ต้องการการสนับสนุนในด้านการเพิ่มมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจ เช่น การนำค่าใช้จ่ายด้านที่พักและการท่องเที่ยวมาลดหย่อนภาษี โครงการเราเที่ยวด้วยกันและโครงการ ทัวร์เที่ยวไทย เป็นต้น มาตรการให้การส่งเสริมและประชาสัมพันธ์ด้านการท่องเที่ยวประเทศไทย การกำหนดมาตรการลดอัตราภาษีและสนับสนุนแหล่งเงินทุนสำหรับผู้ประกอบการ เป็นต้น เพื่อเพิ่มจำนวนผู้ประกอบการด้านโรงแรมและที่พัก และเพิ่มจำนวนห้องพักสำหรับบริการนักท่องเที่ยว เพื่อรองรับความต้องการด้านที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวในอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. 2560. รายงานสถิติการท่องเที่ยวประเทศไทยประจำปี พ.ศ. 2560. กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, กรุงเทพมหานคร.
- [2] Box, G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C. and Ljung, G.M. 2015. Time Series Analysis : Forecasting and Control. John Wiley & Sons Inc., New York.
- [3] Makridakis, S.G., Wheelwright, S.C. and Hyndman, R.J. 1998. Forecasting : Methods and Applications. John Wiley & Sons Inc., New York.
- [4] มนทิรา สังข์ทอง, ศิริวิทย์ กุลโรจนภัทร และ วิชัย แหวนเพชร. 2563. รูปแบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน. วารสารมหาจุฬาริชาการ. 7(2): 17-35.
- [5] Montgomery, D.C. 2019. Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons Inc., New York.
- [6] Yu, P., Low, M.Y. and Zhou, W. 2018. Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis: A review. Trends in Food Science & Technology. 71: 202-215.
- [7] Dean, A., Voss, D. and Draguljic, D. 2017. Design and Analysis of Experiments. Springer, New York.
- [8] Asilahijani, H., Steiner, S.H. and MacKay, R.J. 2010. Reducing variation in an existing process with robust parameter design. Quality Engineering. 22: 30-45.
- [9] Montgomery, D.C. 2019. Introduction to Statistical Quality Control. John Wiley & Sons Inc., New York.
- [10] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2564. การสำรวจที่พักแรม. กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, กรุงเทพมหานคร.



# ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 ในการจัดการเมืองด้านสาธารณสุข Factors Affecting Public Health Volunteers's Participation in Public Health Center 21 in Public Health Urban Management

เมธวิน มีสุวรรณ<sup>1\*</sup> และ นันทสารี สุขโต<sup>2</sup>

Methawin Meesuwan<sup>1\*</sup> and Nuntasaree Sukato<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> นักศึกษา หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาและจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร

มหาวิทยาลัยนวมินทราชิราช กรุงเทพมหานคร 10300

<sup>2</sup> อาจารย์ สาขาวิชาการพัฒนาและจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราชิราช กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ : 081-906-0232, E-mail : nampun01@gmail.com

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการเมืองด้านสาธารณสุข กรณีศึกษา อาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงสำรวจ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างอาสาสมัครสาธารณสุข ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง จำนวน 135 ราย งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการวิเคราะห์ห้ถดถอย ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยในการมีส่วนร่วม และการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข โดยรวมของทั้งสองมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ผลการเปรียบเทียบระดับการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข เมื่อจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุต่างกันมีระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุขในรายด้านการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (p-value = 0.010) และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล (p-value = 0.044) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาปฏิบัติงานต่างกันมีระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมในรายด้านการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (p-value = 0.003) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เป็นข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ (p-value = 0.024) ปัจจัยแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุขด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (p-value = 0.001) ด้านค่าตอบแทน สิทธิ และสวัสดิการ (p-value = 0.010) และด้านการยอมรับนับถือและความภาคภูมิใจ (p-value = 0.048) มีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุขในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**คำสำคัญ :** แรงจูงใจ; การมีส่วนร่วม; อาสาสมัครสาธารณสุข; การจัดการเมืองด้านสาธารณสุข



## Abstract

The main objective of this research was to study the motivation factors affecting people's participation in urban management in public health: A case study of public health volunteers (Public Health Service Centers) 21 Health Service Centers by using a survey research design. The tool used for data collection is a questionnaire obtained from 135 patients as sample of public health volunteers Public Health Service Center 21, Wat That Thong. This research analyzed the data by distribution of frequency, percentage, mean, standard deviation, one-way ANOVA and regression analysis. The results showed that overall, both involvement factors and participation of public health volunteers are at a very high level. The comparison of the level of participation of the health volunteers, when classified by personal factors, was found that the samples of different ages had the level of opinion of the health volunteers in terms of participation in receiving benefits ( $p$ -value = 0.010). In addition, the participation in the assessment ( $p$ -value = 0.044) at the statistical significance and the samples with different duration of work had the level of participation opinion in the aspect of participation in decision-making. There was a statistically significant difference at the statistical significance ( $p$ -value = 0.003) from the study of factors affecting the participation of the health volunteers. For, the sample group with government /State enterprise occupations ( $p$ -value = 0.024), motivation factor for the participation of volunteers in terms of interpersonal relations ( $p$ -value = 0.001), compensation, rights and wellbeing ( $p$ -value = 0.010), respect and pride ( $p$ -value = 0.048) showed an effect in the same direction as the participation of the public health volunteers, at the statistical significance.

**Keywords :** Motivation; Participation; Public Health Volunteers; Public Health Urban Management

## บทนำ

การมีสุขภาพดีถ้วนหน้าของประชาชน ประเทศไทยได้นำกลวิธีการสาธารณสุขมูลฐานมาเป็นนโยบายหลักในการพัฒนาสาธารณสุข เพื่อบรรลุเป้าหมายการมีสุขภาพดี โดยมีรูปแบบการดำเนินงานบริการสาธารณสุขเบื้องต้น ด้วยการเริ่มให้ประชาชนเป็นผู้ให้บริการประชาชนด้วยกันเองผสมผสานกับบริการสาธารณสุขของรัฐที่มีอยู่เดิม เพื่อให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการค้นหาปัญหา การวางแผนและแก้ปัญหาสุขภาพด้วยตนเอง [1] โดยภาครัฐให้การสนับสนุนทางด้านวิชาการ ข้อมูลข่าวสารและทรัพยากรที่จำเป็น จัดให้มีอาสาสมัครสาธารณสุขเป็นผู้นำหรือเป็นตัวแทนของชุมชน เป็นผู้ใช้อำนาจตัดสินใจโดยตรง สามารถแก้ปัญหาสาธารณสุขและพึ่งตนเองได้ สอดคล้องกับหลักการมีส่วนร่วมของประชาชนตามแนวคิดของ อาร์นสไตน์ (1969) [2] ในปัจจุบันมีอาสาสมัครกระจายอยู่ทุกชุมชนในกรุงเทพมหานคร ทำหน้าที่เป็นแกนนำในการพัฒนางานสาธารณสุขในชุมชน เป็นทั้ง ผู้ให้บริการ ให้คำปรึกษา แนะนำด้านสุขภาพอนามัย ตลอดจนเป็นผู้ประสานงานแจ้งข่าวสารสาธารณสุข โดยศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง เป็นหน่วยงานหนึ่งในสังกัดของสำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร ที่มีการส่งเสริมสนับสนุนให้อาสาสมัครสาธารณสุขเป็นนักพัฒนาและผู้นำการเปลี่ยนแปลงด้านสุขภาพของกรุงเทพมหานคร ที่มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของแต่ละชุมชนมีความสอดคล้องกับสภาวะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม สภาพแวดล้อม ค่านิยม พฤติกรรมของคนในสังคม และปัญหาด้านสาธารณสุข

แรงจูงใจ เป็นสิ่งที่บุคคลคาดหวัง ซึ่งอาจจะเกิดมาจากแรงกระตุ้นต่างๆ และบุคคลมีความต้องการที่จะทำใหสำเร็จตามที่คาดหวังไว้ โดยทำการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่างๆ เพื่อตอบสนองต่อความคาดหวังนั้นๆ [3] หากกล่าวถึงการแรงจูงใจจากการปฏิบัติงานว่าพึงพอใจในงานที่ทำ และความไม่พอใจในงานที่ทำนั้น เกิดจากปัจจัยแรงจูงใจหลายประการ ได้แก่ นโยบาย ลักษณะงานที่ปฏิบัติ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ค่าตอบแทน การได้รับการยอมรับ ซึ่งปัจจัยแรงจูงใจในการปฏิบัติงานเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้อาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) [4-5] การมีส่วนร่วมคือกระบวนการที่ให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานที่รับผิดชอบอันเกิดจากทางด้านจิตใจ และอารมณ์ของบุคคลที่จะตัดสินใจกระทำด้วยความสมัครใจ [6-8] การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการเมืองด้านสาธารณสุข โดยแบ่งระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นบันได 8 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นต่ำ ระดับ 1-2 คือ การมีส่วนร่วมเทียม ประชาชนส่วนใหญ่ไม่มีอำนาจในการตัดสินใจ แต่มีเพียงคนกลุ่มน้อยเข้ามามีบทบาทหลักในการตัดสินใจ 2) ชั้นกลาง ระดับ 3-5 คือ การมีส่วนร่วมบางส่วน ความคิดเห็นของประชาชน ยังไม่มีหลักประกันว่าจะได้รับการตอบสนองจากผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ 3) ชั้นสูง ระดับ 6-8 คือ การเพิ่มระดับการตัดสินใจในการเจรจา การใช้อำนาจผ่านตัวแทน ควบคุมโดยประชาชนผ่านตัวแทน หรือเป็นผู้ใช้อำนาจตัดสินใจโดยตรง [2] ซึ่งระดับเหล่านี้แตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม โครงสร้างของชุมชน การดำเนินงานของภาครัฐบาลและเอกชน ความสัมพันธ์ระหว่างเจ้าหน้าที่กับประชาชน ตลอดจนลักษณะทางสังคม เศรษฐกิจ การเมือง และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ตลอดจน



ปัจจัยอื่น ๆ อีก ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างเจ้าหน้าที่ของรัฐกับประชาชน เจ้าหน้าที่ของรัฐเป็นบุคคลที่ช่วยผลักดันให้เกิดการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา สังคม และวัฒนธรรมของชุมชน รวมถึงแรงจูงใจที่เกิดขึ้นในตัวบุคคลเอง ที่จะแสดงพฤติกรรมออกมาตามต้องการ [3, 9-10] มีผลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนเป็นอันมาก ชุมชนแต่ละชุมชนจะมีปัจจัยเอื้อที่แตกต่างกัน บางชุมชนมีการรวมตัวกันได้ง่าย รู้จักการเสียสละ บางชุมชนต่างคนต่างอยู่ เอารอดเอาเปรียบกัน มุ่งหวังประโยชน์ของตนเองเป็นหลัก และรูปแบบบริหารจัดการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรที่จะพัฒนาลักษณะงาน สัมพันธภาพในชุมชน คุณลักษณะความเป็นอาสาสมัคร ความพึงพอใจในงานและความผูกพันต่อชุมชน เพื่อให้เกิดกลไกที่เอื้อต่อการพัฒนาและส่งเสริมศักยภาพของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน สามารถปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [11]

ปัจจุบัน ปัญหาสภาพแวดล้อม ภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ความรุนแรงของโรคติดต่อ ตลอดจนมลพิษในอากาศที่เกินค่ามาตรฐานที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ทั่วประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในสังคมเมืองอย่างกรุงเทพมหานคร ประชาชนมีวิถีชีวิตแบบคนเมืองที่ต้องใช้ชีวิตแข่งกันกับเวลา มีพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพ เผชิญกับมลภาวะอยู่ทุกวัน กินอาหารที่ไม่เหมาะสม ขาดการออกกำลังกาย อีกทั้ง ปัจจัยทางสังคม ได้แก่ ลักษณะสภาพทางสังคมโครงสร้างประชากรไทยที่มีสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น ความรุนแรงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น เบาหวาน ความดันโลหิต มะเร็ง โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง และปัญหาด้านสุขภาพจิต เช่น ภาวะซึมเศร้า ปัญหาอุบัติเหตุที่นำมาซึ่งภาวะทุพพลภาพ เพิ่มขึ้น ทำให้การพัฒนาจัดการเมืองด้านสาธารณสุขของกรุงเทพมหานคร ต้องอาศัยอาสาสมัครสาธารณสุข เข้ามาเข้ามามีส่วนร่วม ในระดับที่สูงขึ้น และมีคนในชุมชนที่มีศักยภาพ สนใจเข้ามาเป็นอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) มากขึ้น เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของสังคมที่มุ่งเน้นประชาชนดูแลสุขภาพด้วยตนเองพึ่งตนเองได้อย่างยั่งยืน

จากที่กล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ในการมีส่วนร่วมในการจัดการเมืองด้านสาธารณสุข ร่วมกับศูนย์บริการสาธารณสุขในการทำงานแก้ไขและจัดการปัญหาสาธารณสุขให้กับชุมชน เพื่อจะได้สร้างอาสาสมัครสาธารณสุขรุ่นใหม่เข้ามาร่วมพัฒนาและวางกลไกการทำงานด้านสาธารณสุขชุมชน ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับพลเมืองกรุงเทพมหานคร

### วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการเมืองด้านสาธารณสุข กรณีศึกษา อาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21

### อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research Design) โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม จากกลุ่มอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง จำนวน 148 คน ซึ่งกำลังปฏิบัติงานอยู่ในปีงบประมาณ 2565 โดยขนาดตัวอย่างที่คำนวณจากสูตรคำนวณขนาดตัวอย่างของ Yamane (1973) [12] ได้จำนวนตัวอย่างที่จะต้องให้มีจำนวนไม่น้อยกว่า 109 คน เพื่อป้องกันความผิดพลาด 25% ที่อาจเกิดขึ้นตามหลักการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 135 คน แบบสอบถามนี้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการแจกแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละคน จากนั้นจึงใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics 23.0 ในการประมวลผลข้อมูล และจัดทำตารางวิเคราะห์สถิติต่างๆ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติอนุมาน (Inferential Statistics) ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และการวิเคราะห์ถดถอย (Regression analysis)

เกณฑ์การให้คะแนนเพื่อการวิเคราะห์ สำหรับในการแปลความค่าคะแนนเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้แบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

$$\frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} = \frac{5 - 1}{5} = 0.8$$

เกณฑ์การแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) มีระดับความคิดเห็นแบ่งออกเป็น 5 ช่วง โดยให้คะแนนเข้าใกล้ 1 มีความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นน้อยที่สุด และคะแนนเข้าใกล้ 5 มีความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นมากที่สุด

งานวิจัยนี้ได้ผ่าน IOC จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และผ่านการรับรอง EC : COA 011/2564 รหัสโครงการ 64-016-03-015-12

## ผลการทดลองและวิจารณ์

การพิจารณาและตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาด้วยวิธี IOC (Index of item objective congruence) โดยข้อคำถามที่นำมาใช้สอบถามใช้เกณฑ์ค่า IOC มากกว่า 0.6 จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้ค่าคะแนนในแต่ละข้อคำถามไม่ต่ำกว่า 0.67 ทุกข้อ และจากนั้นทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของแต่ละกลุ่มตัวแปรเพื่อให้ทราบว่าเครื่องมือวัดสามารถวัดและสะท้อนถึงผลการทดสอบได้อย่างสม่ำเสมอ โดยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ครอนบาคแอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0.741 - 0.919 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือและสม่ำเสมอที่ตัวของตัวแปร

ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 67.4 ส่วนอายุของกลุ่มตัวอย่างที่พบมากที่สุด คือ อายุ 60 ปี ขึ้นไป ร้อยละ 41.5 รองลงมา คือ ช่วงอายุ 51 - 60 ปี ร้อยละ 39.3 และช่วงอายุ 18 - 30 ปี เป็นอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) เพียงร้อยละ 0.7 สถานภาพสมรส ร้อยละ 63.7 ระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในระดับประถมศึกษา ร้อยละ 45.9 และระดับมัธยมศึกษา หรือเทียบเท่า ร้อยละ 40.7 กลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพรับจ้างมากที่สุด ร้อยละ 44.4 ธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 20 และข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 10.4 น้อยที่สุด รายได้เฉลี่ยที่ต่ำกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 40.7 ส่วนระยะเวลาปฏิบัติงานกลุ่มตัวอย่างอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง ส่วนใหญ่เป็นระยะเวลา 10 - 20 ปี ร้อยละ 41.5

ปัจจัยแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง โดยรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.87) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทุกด้านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยเรียงลำดับคะแนนจากมากไปน้อยได้ ดังนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.11) ได้รับความรู้ด้านการสาธารณสุข (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.02) ค่าตอบแทน สิทธิ และสวัสดิการ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.73) และการยอมรับนับถือและความภาคภูมิใจ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.63)

การมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง โดยรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.76) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทุกด้านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยเรียงลำดับคะแนนจากมากไปน้อยได้ ดังนี้ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.03) การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.70) การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.67) และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.63)

เปรียบเทียบการมีส่วนร่วมในแต่ละด้านของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง จำแนกตามอายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และระยะเวลาปฏิบัติงาน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way Analysis of Variance) ผลการศึกษาพบว่า อาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ที่มีอายุ 60 ขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยของการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ และการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ระดับความคิดเห็น สูงกว่าอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ที่มีอายุน้อยกว่า และการมีส่วนร่วมในการประเมินผลมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในกลุ่มช่วงอายุ 41 - 50 ปี กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุต่างกันมีระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ในรายด้านการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p$ -value = 0.010 และ  $p$ -value = 0.044 ตามลำดับ) และการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) จำแนกตามระยะเวลาปฏิบัติงาน พบว่าอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ที่ปฏิบัติงานมากกว่า 20 ปี มีค่าเฉลี่ยทุกด้านสูงกว่าอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ที่ปฏิบัติงานต่ำกว่า 20 ปี กลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาปฏิบัติงานต่างกันมีระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ในรายด้านการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p$ -value = 0.003) สำหรับสถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่ต่างกัน การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผลมีระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ในรายด้านการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p$ -value = 0.458) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คะแนนรวม ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และช่วงความเชื่อมั่นระดับความคิดเห็นของปัจจัยแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมและการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.)

ตัวแปร	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
<b>ปัจจัยแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของอาสาสมัคร</b>	<b>2092.00</b>	<b>3.87</b>	<b>0.71</b>	<b>มาก</b>
ได้รับความรู้ด้านการสาธารณสุข	542.80	4.02	0.65	มาก
ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล	555.40	4.11	0.59	มาก
ค่าตอบแทน สิทธิ และสวัสดิการ	503.20	3.73	0.76	มาก
การยอมรับนับถือและความภาคภูมิใจ	490.60	3.63	0.82	มาก
<b>การมีส่วนร่วมของอาสาสมัคร</b>	<b>2029.30</b>	<b>3.76</b>	<b>0.79</b>	<b>มาก</b>
การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ	496.00	3.67	0.80	มาก
การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ	499.20	3.70	0.79	มาก
การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์	543.50	4.03	0.74	มาก
การมีส่วนร่วมในการประเมินผล	490.60	3.63	0.82	มาก

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบหลายตัวแปร (Multivariable Analysis) โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบนำตัวแปรเข้าทั้งหมด (Enter Multiple Regression Analysis) เมื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น โดยตรวจสอบการเกิดปัญหา Multicollinearity ในการหาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Variance Inflation Factor: VIF) จากการตรวจสอบแต่ละปัจจัยพบว่าไม่เกิดปัญหา Multicollinearity เนื่องจากมีค่า VIF ตั้งแต่ 1.21 ถึง 4.91 ซึ่งมีค่า VIF น้อยกว่า 10 และการตรวจสอบการเกิด Autocorrelation ใน Residuals โดยการใช้ค่าสถิติ Durbin-Watson ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.175 แสดงว่าไม่เกิดปัญหา Autocorrelation ในข้อมูล (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบนำตัวแปรเข้าทั้งหมด (Enter Multiple Regression Analysis)

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	p-value	95% CI	Collinearity
	B	S.E.	Beta			Statistics
<b>อาชีพ</b>						VIF
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	7.05	3.08	0.16	0.024	0.95 - 13.15	1.58
ธุรกิจส่วนตัว	1.88	2.34	0.06	0.424	-2.75 - 6.50	1.56
รับจ้าง	Referans		1.00			
อื่น ๆ	2.85	2.06	0.09	0.169	-1.23 - 6.94	1.43
<b>ปัจจัยแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของอาสาสมัคร</b>						
ได้รับความรู้ด้านการสาธารณสุข	2.46	2.15	0.12	0.255	-1.80 - 6.72	3.51
ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล	9.35	2.80	0.41	0.001	3.81 - 14.89	4.91
ค่าตอบแทน สิทธิ และสวัสดิการ	3.64	1.38	0.21	0.010	0.91 - 6.38	1.95
การยอมรับนับถือและความภาคภูมิใจ	4.34	2.17	0.20	0.048	0.03 - 8.64	3.07

R = 0.802, R<sup>2</sup> = 0.643, ANOVA : F = 10.889 (p-value < 0.001), Durbin-Watson = 1.175

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลมีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) มากที่สุดในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\text{-value} = 0.001$ ) ปัจจัยแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครด้านค่าตอบแทน สิทธิ และสวัสดิการ ( $p\text{-value} = 0.010$ ) ด้านการยอมรับนับถือและความภาคภูมิใจ ( $p\text{-value} = 0.048$ ) และกลุ่มตัวอย่างที่มีข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ( $p\text{-value} = 0.024$ ) มีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นนี้มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง ร้อยละ 64.3 (ตารางที่ 2)

### สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยในการมีส่วนร่วม และการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข โดยรวมของทั้งสองมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุต่างกันมีระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุขในรายด้านการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ ( $p\text{-value} = 0.010$ ) และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล ( $p\text{-value} = 0.044$ ) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาปฏิบัติงานต่างกันมีระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมในรายด้านการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ( $p\text{-value} = 0.003$ ) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ( $p\text{-value} = 0.024$ ) ปัจจัยแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุขด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ( $p\text{-value} = 0.001$ ) ด้านค่าตอบแทน สิทธิ และสวัสดิการ ( $p\text{-value} = 0.010$ ) และด้านการยอมรับนับถือและความภาคภูมิใจ ( $p\text{-value} = 0.048$ ) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุขในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### อภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบว่า อาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 67.4 มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ร้อยละ 41.5 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวิเชียร มูลจิตร [12] พบว่าสมาชิก อสม. ส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง ส่วนประเด็นเรื่องแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง โดยรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ( $\text{mean}=3.87$ )

เมื่อวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบนำตัวแปรเข้าทั้งหมด ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) พบว่า ปัจจัยแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลมีผลต่อการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) มีทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\text{-value} = 0.001$ ) เมื่อความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เพิ่มขึ้น 1 หน่วย การมีส่วนร่วมของอาสาสมัคร เพิ่มขึ้น 9.35 หน่วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประชาภรณ์ ทัพโพธิ์ [13] ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของบุคลากรในการพัฒนาคุณภาพ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดนครปฐม พบว่า ปัจจัยแรงจูงใจและค่าจูงของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับปานกลาง ประกอบด้วย 12 ด้าน มี 7 ด้านที่ปัจจัยจูงใจและค่าจูงอยู่ในระดับสูงได้แก่ความสำเร็จในการทำงาน ลักษณะของงาน ความรับผิดชอบ ด้านความก้าวหน้าส่วนตัว ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล นโยบายขององค์กร ความมั่นคงในการปฏิบัติงาน 4 ด้านที่มีปัจจัยจูงใจและค่าจูงอยู่ในระดับปานกลางได้แก่ การยกย่องความก้าวหน้าในตำแหน่ง สภาพการปฏิบัติงาน และการบังคับบัญชา และ 1 ด้านที่มีปัจจัยจูงใจและค่าจูงอยู่ในระดับต่ำคือค่าตอบแทน ซึ่งสอดคล้องกับความ คิดเห็นของบุคลากรที่กล่าวว่า “ค่าตอบแทนในการปฏิบัติงานน้อยเมื่อเทียบกับงานในปัจจุบัน” “ขาดขวัญและ กำลังใจจากผู้บังคับ บัญชาเหนือๆขึ้นไป” “ขวัญและกำลังใจให้แก่บุคลากรที่ปฏิบัติงานพัฒนาคุณภาพ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลน้อย”

ปัจจัยแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสส.) ด้านค่าตอบแทน สิทธิ และสวัสดิการ มีทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\text{-value} = 0.010$ ) เมื่อค่าตอบแทน สิทธิ และสวัสดิการ เพิ่มขึ้น 1 หน่วย การมีส่วนร่วมของอาสาสมัคร เพิ่มขึ้น 3.64 หน่วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ จรูญลักษณ์ ป้องเจริญ และคณะ [14] ที่ศึกษาเรื่องแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครสาธารณสุข ประจำหมู่บ้านจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า เมื่อสาธารณสุขจังหวัดและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบล (รพ.สต.) ได้จัดหา สวัสดิการและสิทธิประโยชน์ต่างๆ ให้กับ อสม. ตลอดจนการมีสัมพันธภาพที่ดีระหว่างเจ้าหน้าที่สาธารณสุขกับ อสม. ช่วยให้เกิดแรงจูงใจในการทำงาน จึงทำให้ปัจจัยดังกล่าวมีความสัมพันธ์ทางบวกกับแรงจูงใจในการทำงาน ด้านการยอมรับ

นับถือและความภาคภูมิใจมีทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\text{-value} = 0.048$ ) เมื่อการยอมรับนับถือและความภาคภูมิใจ เพิ่มขึ้น 1 หน่วย การมีส่วนร่วมของอาสาสมัคร เพิ่มขึ้น 4.34 หน่วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภริญา จำปาศรี สมสมัย, รัตนกริษากุล และวรรณรัตน์ ลาวัง [15] ที่ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปฏิบัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกาย ของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ในจังหวัดนครปฐม พบว่า ปัจจัยปัจจัย สามารถร่วมทำนายการปฏิบัติการฟื้นฟู สมรรถภาพคนพิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกายได้ เป็นลำดับรองลงมา ( $\beta = .362$ ) แสดงให้เห็นว่าหาก อสม. มีแรงจูงใจสูงจะส่งผลให้มีการปฏิบัติการฟื้นฟูสมรรถภาพ คนพิการมาก ซึ่งปัจจัยปัจจัยนี้ประกอบไปด้วยความสำเร็จของการปฏิบัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการที่เห็นเด่นชัด ลักษณะของงานการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการเป็นงานที่ทำ ทายความสามารถทำแล้วมีประโยชน์ ทำแล้วจะได้รับการยอมรับนับถือ และความรับผิดชอบของ อสม. ที่มีต่อการปฏิบัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการมาก ทำให้มีผลการปฏิบัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการฯ ของ อสม. เพิ่มมากขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณ อาสาสมัครสาธารณสุข ของศูนย์บริการสาธารณสุข 21 วัดธาตุทอง ที่ได้มีส่วนร่วมในการจัดการเมืองในด้านสาธารณสุขอย่างเข้มแข็ง ร่วมกับ แพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่สาธารณสุข และผู้นำชุมชน ในพื้นที่เขตวัฒนา

### เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงสาธารณสุข. 2535. แนวทางการพัฒนาสาธารณสุขเพื่อบรรลุสุขภาพดีถ้วนหน้า. ม.ป.ท.
- [2] Arnstein, R. S. 1969. A ladder of citizen participation. Journal of the American Planning Association, 35(4), 216-224.
- [3] Maslow, Abraham M. 1954. Motivation and Personality. New York : Harper and Row.
- [4] Herzberg, F. 1959. The Motivation to Work. New York: John Wiley and Sons.
- [5] จิราภรณ์ สีดาพล. 2557. แรงจูงใจที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ตำบลนาทองอำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขมหาบัณฑิต.
- [6] Keith, D. D. 1972. Human behavior at work- human relations and organization behavior. New Planner, 35, 216-224.
- [7] Erwin, W. 1976. Participation Management : Concept Theory and Implement. Atlanta Ga : Georgia State University.
- [8] ประสาร แสงเพชร. 2548. การมีส่วนร่วมของครูในการดำเนินการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
- [9] Hodgetts, R.M. 1999. Modern human relations at work (7th ed.). New York: Harcourt Brace College.
- [10] Anna Freud. 1936. The ego and the mechanisms of defense, which include her account of defense mechanisms.
- [12] สุวัฒน์ บำรุงศรี และ ทศพร ชูศักดิ์. 2560. แบบจำลองสมการโครงสร้างปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) จังหวัดนครสวรรค์. วารสาร สมาคมนักวิจัย ปีที่ 22 ฉบับที่ 1.
- [11] Taro Yamane. 1973. Statistics: an introductory analysis. New York: New York: Harper & Row.
- [12] วิเชียร มูลจิตร. 2564. ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ ของอาสาสมัครสาธารณสุข ประจำหมู่บ้านอำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารศาสตร์สาธารณสุขและนวัตกรรม.
- [13] ประชาภรณ์ ทัพโพธิ์. 2557. ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของบุคลากรในการพัฒนาคุณภาพ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดนครปฐม\*. ฉบับมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ วารสารวิชาการ Veridian E-Journal.
- [14] จรูญลักษณ์ ป้องเจริญ และ ยุคนธ์ เมืองช้าง. 2561. แรงจูงใจในการปฏิบัติงานของอาสาสมัครสาธารณสุข ประจำหมู่บ้านจังหวัดสุพรรณบุรี. วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุพรรณบุรี.
- [15] ภริญา จำปาศรี สมสมัย รัตนกริษากุล และ วรรณรัตน์ ลาวัง. 2560. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปฏิบัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการทางการเคลื่อนไหว หรือทางร่างกาย ของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ในจังหวัดนครปฐม. วารสารคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.



ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์กร  
ของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช  
Factors Affecting the Effectiveness of Corporate  
Communication of the Faculty of Medicine Vajira  
Hospital Navamindhadhiraj University

โอรสาร สืบสาย<sup>1</sup> และ นันทสารี สุขโต<sup>2</sup>

Aolan Seubsai<sup>1</sup> and Nanthasaree Sukto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>นิสิตบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาพัฒนาและจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร

มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพมหานคร 10300

<sup>2</sup>วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ : 0926309955, E-mail : aolan@nmu.ac.th

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการสื่อสารในองค์กร ของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล เปรียบเทียบโดยกลุ่ม ตัวอย่าง คือ บุคลากรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล จำนวน 359 คน เครื่องมือการวิจัยคือ แบบสอบถาม สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไคสแควร์ ค่าทีแบบอิสระ และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One way ANOVA) สำหรับข้อมูลตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป

จากการศึกษา ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์กร ของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ข้อสังเกตและประเด็นที่น่าสนใจ คือ ประสบการณ์ของผู้รับสารมีผลต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์กรมากที่สุด ซึ่งหากจะต้องการสื่อสารกับผู้รับสารนั้นจะต้องเลือกเนื้อหาให้ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย ตามทฤษฎีการเลือกรับสาร การที่องค์กรจะสื่อสารระหว่างผู้บริหารและผู้ปฏิบัตินั้นจะต้องสร้างความสัมพันธ์อันดีต่อกันเพื่อให้ผู้รับสารนั้นมีความเต็มใจที่จะรับสารนั้น ๆ และก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการรับสารต่าง ๆ ที่ต้องการสื่อสารภายในองค์กร แต่ทั้งนี้ในปัจจุบันช่องทางการสื่อสาร และปัจจัยด้านสื่อสังคมออนไลน์ ก็มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาลเนื่องจากการเข้าถึงสารต่าง ๆ นั้นมีช่องที่มากขึ้นทำให้การเข้าถึงสารนั้นง่ายขึ้นเช่นเดียวกัน แต่ประสิทธิภาพการสื่อสารนั้นก็ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้รับสารที่จะเลือกรับสารเช่นกันซึ่งการทำให้ผู้รับสารเลือกรับสารนั้นควรจะต้องพัฒนาบุคลากรด้านการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง โดยการกำหนดหลักสูตรต่าง ๆ เช่น หลักสูตรการใช้สื่อ Social Media, หลักสูตร การเขียนข่าว การสร้าง Content ที่ดี เป็นต้น

**คำสำคัญ :** ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการสื่อสาร; สื่อสารองค์กร; วชิรพยาบาล; มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช



## Abstract

This research aims to study the factors affecting the efficiency of communication in the corporate of the Faculty of Medicine Vajira Hospital, comparing factors affecting the efficiency of communication in the corporate. The sample group consisted of 359 staff members of the Faculty of Vajira Hospital. The data are mean, standard deviation, chi-square, independent t-value. and analysis of variance (One way ANOVA) for 2 or more groups of data.

In case study of factors affecting organizational communication efficiency. of the Faculty of Medicine, Vajira Hospital, Navamindradhiraj University An interesting observation and point is that the experience of the audience has the greatest effect on the efficiency of corporate communication. If you want to communicate with the audience, you must choose the content that matches the target audience. according to the theory of selective exposure in order for the organization to communicate between executives and practitioners, it is necessary to establish a good relationship with each other so that the recipients are willing to receive those messages and thereby increase the efficiency of receiving the various messages that need to be communicated internally. organization However, at present, the communication channel and social media factors It is also related to the efficiency of communication within the organization of the Faculty of Medicine Vajira Hospital because the accessibility of substances has more channels, making it easier to access the substance as well. But communication efficiency also depends on the experience of the recipient who chooses to receive the message as well. Making the recipient choose to receive the message should need to continuously develop the communication personnel.

**Keywords :** factors affecting the efficiency of communication; corporate communications;  
Faculty of Medicine Vajira Hospital; Navamindradhiraj University

## บทนำ

องค์กรเป็นหน่วยงานทางสังคมที่มีคนเป็นจำนวนมากมาทำงานร่วมกัน เพื่อจุดมุ่งหมายเดียวกันและมีการสื่อสารเป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างบุคคลทุกระดับชั้นในองค์กรโดยให้บุคลากรสามารถสื่อสารกันอย่างเสรีนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ทำให้งานถูกพัฒนาจนเป็นที่ยอมรับ ดังนั้น ผู้บริหารต้องนำกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพมาใช้และนั่นก็คือ การสื่อสาร เพราะเป็นเครื่องมือที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ รับรู้ที่ตรงกันของบุคลากรทุกคนในองค์กรการสื่อสารในองค์กรเป็นการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ระหว่างบุคลากรหรือหน่วยงานต่าง ๆ ภายในองค์กรผ่านรูปแบบวิธีการสื่อสารต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการรับรู้และเข้าใจตรงกันในการทำงานทำให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการปฏิบัติงาน เพื่อให้งานดำเนินต่อไปได้สำเร็จตามเป้าหมายขององค์กรที่ตั้งไว้และเป็นวิธีที่จะทำให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีระหว่างผู้ร่วมงานในแต่ละระดับก่อให้เกิดการทำงานเป็นทีม ซึ่งการที่ผู้ร่วมงานจะสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และคล่องตัวก็ต้องใช้การติดต่อสื่อสารเป็นหัวใจสำคัญ และมีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานขององค์กรในทุก ๆ ด้าน ทั้งการประสานงานและการแลกเปลี่ยนข่าวสารการถ่ายทอดความรู้และการสร้างความสัมพันธ์กับบุคลากรในองค์กร ดังนั้นความสัมพันธ์ของบุคลากรในองค์กร ทั้งผู้บริหารและผูปฏิบัติงานต่างมีบทบาทหน้าที่ที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และต้องมีการไหลเวียนของข่าวสารอย่างอิสระเพื่อก่อให้เกิดความร่วมมือกัน

วชิรพยาบาลได้ริเริ่มก่อตั้งโรงเรียนแพทย์ขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2528 ด้วยความร่วมมือจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทร-วิโรฒ ซึ่งร่วมกันตั้งคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาลขึ้นภายในวชิรพยาบาล เป็นโรงเรียนแพทย์ที่ก่อตั้งขึ้นแห่งที่ 8 ของประเทศไทย ในวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ทางวิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาล ร่วมกับ วิทยาลัยพยาบาล เกื้อการุณย์ ซึ่งเป็นโรงเรียนพยาบาลในสังกัด สำนักการแพทย์ กรุงเทพมหานคร ได้ร่วมกันก่อตั้งมหาวิทยาลัยแห่งใหม่ขึ้นมา ในนามมหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานครทำให้วิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาลมีสถานะเป็นคณะแพทยศาสตร์ ในมหาวิทยาลัย โดยใช้ชื่อคณะเป็น "คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร" ได้มีการประกาศอย่างเป็นทางการลงราชกิจจานุเบกษา และมีผลบังคับใช้ใน วันเสาร์ที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ต่อมาเมื่อวันที่



3 มิถุนายนพ.ศ. 2554 พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อมหาวิทยาลัยว่า “มหาวิทยาลัยนวมินทราชินราชมงคลธัญบุรี” เนื่องจากการเติบโตอย่างต่อเนื่องของคณะแพทยศาสตร์ วชิรพยาบาลจึงทำให้มีบุคลากรเพิ่มมากขึ้นการสื่อสารภายในองค์กรจึงอาจจะไม่ทั่วถึง รวมไปถึงระดับของบุคลากรภายในองค์กรมีหลากหลายประเภททำให้การสื่อสารเข้าถึงลำบากซึ่งทำให้ขาดประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์กร

ทฤษฎีเกี่ยวกับการสื่อสารภายในองค์กร

การสื่อสารภายในองค์กร หมายถึงการแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างสมาชิกภายในองค์กรซึ่งเป็นวิธีการมอบหมายงาน การประสานงานทำกิจกรรมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายองค์กร การสื่อสารภายในองค์กร

ยังช่วยพัฒนาแนวความคิดที่ดี ปลุกฝังความภูมิใจและทำให้พนักงานมีความทุ่มเท เพื่อองค์กรมากขึ้นด้วยเนื่องจากการสื่อสารภายในองค์กรคือการที่ข่าวสารข้อมูลมีการไหลเวียนไปมาจึงช่วยให้ผู้บริหารสามารถที่จะทราบถึงปัญหาและหาทางแก้ไขได้อย่างทันที่ตรงที่ตรงนั้นเพื่อที่จะให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้บริหารจะต้องมั่นใจว่าการสื่อสารภายในองค์กรมีการไหลเวียนของข่าวสารอย่างอิสระทั้งผ่านช่องทางการสื่อสารที่เป็นทางการ(Formal channels) ขึ้นลงตามโครงสร้างองค์กรทั้งแนวดิ่ง (Vertical) และการสื่อสารทั้งภายในหน่วยงานเดียวกัน และระหว่างหน่วยงานตามแนวนอน (Horizontal) รวมถึงการสื่อสารผ่านช่องทางแบบไม่เป็นทางการ(Informal channels) [1-3]

ประเภทของการติดต่อสื่อสาร (Type of communication)

การติดต่อสื่อสารในองค์กรมีวิธีหลากหลายที่แตกต่างกันออกไปมีลักษณะวิธีการติดต่อสื่อสารขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละประเภทของการติดต่อสื่อสาร ผู้บริหารองค์กรจะต้องรู้จักใช้ประเภทของการติดต่อสื่อสารที่เหมาะสม และต้องมีประโยชน์ต่อองค์กรให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ นักวิชาการหลาย ๆ ท่าน จึงแบ่งประเภทของการติดต่อสื่อสารออกเป็นหลายประเภทแตกต่างกันออกไปซึ่งอาจจะแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1. การติดต่อสื่อสารตามลักษณะทิศทางของการติดต่อ (Direction) แบ่งการติดต่อสื่อสาร

ออกเป็น 4 วิธีได้แก่

1.1 การติดต่อสื่อสารจากบนลงล่าง (Downward communication) เป็นการติดต่อสื่อสารจากระดับสูงกว่าลงมาในระดับที่ต่ำกว่า ในองค์กร

1.2 การติดต่อสื่อสารจากระดับล่างขึ้นไปสู่บน (Upward communication) เป็นการติดต่อสื่อสารจากระดับต่ำกว่าขึ้นไปสู่ระดับที่สูงกว่าในองค์กร

1.3 การติดต่อสื่อสารตามแนวนอน (Horizontal communication) เป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลในระดับเดียวกันตามแนวนอนของสายการบังคับบัญชาตามลำดับขั้นหรือระดับที่ใกล้เคียงกัน

1.4 การติดต่อสื่อสารตามแนวทแยงมุม (Diagonal communication) เป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลที่อยู่ต่างหน่วยงาน หรือข้ามแผนกกัน และอยู่ต่างระดับกัน จุดมุ่งหมายของการติดต่อสื่อสารในรูปแบบนี้ คือเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพรวดเร็ว [4-6]

ทฤษฎีเกี่ยวกับการเปิดรับข่าวสาร

การที่คนเราจะเปิดรับสื่อใดก็ตามต่างก็มีความคาดหวังว่า จะได้รับผลตอบแทนเป็นที่ น่าพึงพอใจ และเมื่อมันในสื่อใดแล้ว ก็จะสามารถเปิดรับข่าวสารจากสื่ออื่น ๆ ต่อ ๆ ไป ข่าวสาร เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของคนเรา มนุษย์เป็นสัตว์สังคม ที่ต้องอาศัยการแลกเปลี่ยนข่าวสาร ความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ข่าวสารจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ใช้ประกอบในการตัดสินใจของบุคคล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อคนเราเกิดความไม่แน่ใจ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมากเท่าใด ความต้องการข่าวสารก็จะยิ่งมากขึ้นมากขึ้นเท่านั้น นอกจากผู้รับสาร จะมีความคาดหวังจากที่สื่อที่เขารับแล้ว ผู้รับสารยังคงต้องเลือกรับสารที่เขาคิดว่าจะเป็นประโยชน์ และมีคุณค่ากับพวกเขามากที่สุด [7-9]

การวิจัยเรื่องสัมฤทธิ์ผลของรูปแบบการสื่อสารภายในองค์กรของบริษัทเพน พับลิชชิ่ง จำกัดผลการศึกษาพบว่า มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างองค์กรคือเพิ่มฝ่ายโปรโมชันแต่งตั้งผู้จัดการฝ่ายโฆษณาและการตลาดเพิ่ม 1 ตำแหน่ง และให้บรรณาธิการบริหารเป็นผู้รับผิดชอบและตัดสินใจในงานที่เกี่ยวข้องกับ ฝ่ายจัดจำหน่ายและสมาชิกอย่างเต็มที่รูปแบบการสื่อสารในองค์กรมีลักษณะของการสื่อสารแบบผสมผสานทั้งการติดต่อสื่อสารจากบนสู่ล่าง การติดต่อสื่อสารจากล่างสู่บน การติดต่อสื่อสารตามแนวนอน และการติดต่อสื่อสารข้ามสายงาน และการติดต่อสื่อสารในแต่ละรูปแบบนี้นั้นยังใช้รูปแบบการติดต่อสื่อสารอย่างเป็นทางการ และการติดต่อสื่อสารที่ไม่เป็นทางการผสมผสานกันอีกด้วยซึ่งเป็นการสื่อสารที่จะทำให้เกิดสัมฤทธิ์ผลทั้งการสื่อสารและการปฏิบัติงานมากที่สุด กระบวนการสั่งงานของผู้บริหารองค์กรนั้นจะสั่งงานกับ หัวหน้า ฝ่าย และให้หัวหน้าแจ้งให้กับ

พนักงานของตนทราบ แต่ในบางครั้งก็สั่งการกับผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงยังเปิดโอกาสให้ทุกฝ่ายร่วมแสดงความคิดเห็น เรื่องงานได้อย่างเต็มที่เมื่อมีการสื่อสารในแต่ละครั้ง ส่วนใหญ่ผู้รับสารสามารถเข้าใจได้ในทันทีเมื่อมีการมอบหมายงานส่วนใหญ่ ผู้รับสารสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องครบถ้วนตรงตามวัตถุประสงค์การสื่อสารและส่งงานตามระยะเวลาที่กำหนดได้ จุดแข็งที่เด่นชัดขององค์กรคือมีการสื่อสารแบบผสมผสานและมีขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่ซับซ้อน จุดอ่อนที่เด่นชัดขององค์กร คือมีรูปแบบการสื่อสารที่ไม่เป็นทางการมากเกินไป อุปกรณ์สำนักงานไม่มีประสิทธิภาพและมีไม่เพียงพอโอกาสที่เด่นชัดขององค์กรคือการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ เพื่อความเจริญก้าวหน้าขององค์กร อุปสรรคที่เด่นชัดขององค์กรคือบุคลากรมีอายุตำแหน่งงาน และการศึกษาที่ต่างกันทำให้ตีความสารต่างกัน และเกิดความเข้าใจต่างกัน แนวทางในการแก้ไขปัญหาการสื่อสารภายในองค์กรคือเพิ่มการติดต่อสื่อสารอย่างเป็นทางการให้มากขึ้น เพิ่มเทคโนโลยีในการสื่อสารและการปฏิบัติงานให้ทันสมัยมากขึ้น [10-12]

## อุปกรณ์และวิธีการ

ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงปริมาณซึ่งเป็นการวิจัยที่เก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม และนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหาด้วยวิธี IOC (Index of item objective congruence) ด้วยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 คน โดยมีกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามคือบุคลากรคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช โดยการตอบด้วยตนเอง และจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดคือ 359 คน โดยใช้สูตรการหากลุ่มตัวอย่างจากตารางของ Taro Yamane [13] ซึ่งหลังจากได้ผลจากแบบสอบถามแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์กร โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำดำเนินการเก็บข้อมูลโดยยึดหลักการให้ความเคารพในบุคคล (respect for person) คือ เคารพในการขอความยินยอมโดยให้ข้อมูลอย่างครบถ้วนและให้อาสาสมัครตัดสินใจอย่างอิสระ ปราศจากการข่มขู่ บังคับ หรือให้สินจ้างรางวัล และเคารพในการเก็บรักษาความลับของข้อมูลส่วนตัวของอาสาสมัคร

## ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างบุคลากรที่ปฏิบัติงานคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 64.07 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 36 – 40 ปี ร้อยละ 43.45 รองลงมา คือ อายุ 31 – 35 ปี ร้อยละ 19.50 และอายุ 51 ปีขึ้นไป เป็นอายุของกลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุด ร้อยละ 5.57 ระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างจะศึกษาอยู่ที่ระดับปริญญาตรี ร้อยละ 79.67 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือน 25,000 - 30,000 บาท ร้อยละ 53.77 รองลงมา คือ 15,000 - 25,000 บาท ร้อยละ 29.53 ต่ำกว่า 15,000 บาท ร้อยละ 13.94 และ 55,001 บาทขึ้นไป ร้อยละ 2.76 ตามลำดับ และประสบการณ์ในการปฏิบัติงานของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ที่ 6 - 10 ปี ร้อยละ 58.22 รองลงมา คือ 1 - 5 ปี ร้อยละ 27.86 และ 25 - 30 ปี ร้อยละ 2.78 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n = 359)

คุณลักษณะ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	129	35.93
หญิง	230	64.07
อายุ		
20 - 25 ปี	35	9.75
26 - 30 ปี	38	10.58
31 - 35 ปี	70	19.50
36 - 40 ปี	156	43.45
41 - 45 ปี	16	4.46
46 - 50 ปี	24	6.69
51 ปีขึ้นไป	20	5.57

**ตารางที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n = 359) (ต่อ)

คุณลักษณะ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	73	20.33
ปริญญาตรี	286	79.67
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
ต่ำกว่า 15,000 บาท	50	13.94
15,000 - 25,000 บาท	106	29.53
25,0001 - 30,000 บาท	193	53.77
55,001 บาทขึ้นไป	10	2.76
ประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน		
1 - 5 ปี	100	27.86
6 - 10 ปี	209	58.22
11 - 15 ปี	20	5.57
16 - 20 ปี	20	5.57
25 - 30 ปี	10	2.78

## ส่วนที่ 2 การศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการสื่อสารภายในองค์กร

การศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการสื่อสารภายในองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 45 ข้อ ใช้การวัดแบบ Likert Scale โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1.ด้านประสบการณ์ การสื่อสาร ประกอบด้วย 1) รูปแบบการสื่อสารแนวดิ่ง 2) รูปแบบการสื่อสารแนวนอน 3) ผู้ส่งสาร 4) ผู้รับสาร 5) ข้อมูลข่าวสาร และ 6) ช่องทางการสื่อสาร 2.ปัจจัยด้านสื่อสังคมออนไลน์ และ 3.ประสิทธิภาพในการสื่อสารภายในองค์กร ผลการศึกษา พบว่า บุคลากรที่ปฏิบัติงานในคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มีความคิดเห็นด้านประสบการณ์การสื่อสารของรูปแบบการสื่อสารแนวดิ่งและรูปแบบการสื่อสารแนวนอน มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเท่ากับ 4.29 ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าด้านประสบการณ์การสื่อสารของรูปแบบการสื่อสารแนวดิ่งและรูปแบบการสื่อสารแนวนอนอยู่ในเกณฑ์เห็นด้วยอย่างยิ่ง ส่วนผู้ส่งสาร ผู้รับสาร ข้อมูลข่าวสาร ช่องทางการสื่อสาร ปัจจัยด้านสื่อสังคมออนไลน์ และประสิทธิภาพในการสื่อสารภายในองค์กรมีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์เห็นด้วย และเมื่อพิจารณาเป็นภาพรวมในทุก ๆ ด้านพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นโดยรวมเกี่ยวกับการสื่อสารภายในองค์กรอยู่ในเกณฑ์เห็นด้วย โดยการกำหนดคะแนนคำตอบที่ได้จากแบบสอบถามในการวัดค่าตัวแปร ในส่วนของความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์กร ของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราชโดยผู้วิจัยมีการให้ค่าน้ำหนักคะแนนดังนี้

5	คะแนน	หมายถึง	ความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นมากที่สุด
4	คะแนน	หมายถึง	ความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นมาก
3	คะแนน	หมายถึง	ความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นปานกลาง
2	คะแนน	หมายถึง	ความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นน้อย
1	คะแนน	หมายถึง	ความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นน้อยที่สุด

เมื่อจัดเก็บรวบรวมข้อมูลและแจกแจงความถี่แล้ว สำหรับการแปลความค่าคะแนนเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้แบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้ (คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด)/จำนวนชั้น=(5-1)/5=0.8 เกณฑ์การแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์กร ของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราชโดยระดับความคิดเห็นแบ่งออกเป็น 5 ช่วงตามเกณฑ์ในการแบ่งดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.80	หมายถึง	ความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นน้อยที่สุด
ค่าคะแนนเฉลี่ย	1.81 – 2.60	หมายถึง	ความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นน้อย
ค่าคะแนนเฉลี่ย	2.61 – 3.40	หมายถึง	ความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นปานกลาง
ค่าคะแนนเฉลี่ย	3.41 – 4.20	หมายถึง	ความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นมาก

ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ความคิดเห็นตรงกับข้อคำถามนั้นมากที่สุด  
(ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** ค่าคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

การสื่อสารภายในองค์กร	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
1.ด้านประสบการณ์การสื่อสาร			
รูปแบบการสื่อสารแนวตั้ง	4.29	0.48	เห็นด้วยด้วยอย่างยิ่ง
รูปแบบการสื่อสารแนวนอน	4.48	0.44	เห็นด้วยด้วยอย่างยิ่ง
ผู้ส่งสาร	4.18	0.46	เห็นด้วย
ผู้รับสาร	4.13	0.56	เห็นด้วย
ข้อมูลข่าวสาร	3.99	0.59	เห็นด้วย
ช่องทางการสื่อสาร	3.65	0.72	เห็นด้วย
2.ปัจจัยด้านสื่อสังคมออนไลน์			
สื่อสังคมออนไลน์	3.68	0.55	เห็นด้วย
3.ประสิทธิภาพในการสื่อสารภายในองค์กร	3.86	0.44	เห็นด้วย
<b>รวม</b>	<b>4.03</b>	<b>0.53</b>	<b>เห็นด้วย</b>

**ส่วนที่ 3** การเปรียบเทียบความคิดเห็นที่มีต่อการสื่อสารภายในองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช โดยของในแต่ละด้าน จำแนกตามประสบการณ์ในการปฏิบัติงานที่มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

**ตารางที่ 3** การเปรียบเทียบความคิดเห็นที่มีต่อการสื่อสารภายในองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One - way ANOVA) เนื่องจากประสบการณ์ในการปฏิบัติงานมีการจำแนกมากกว่า 2 กลุ่ม

การสื่อสารภายในองค์กร	ประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน (หน่วย : ปี)					p-value
	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	25 - 30	
ด้านประสบการณ์การสื่อสาร						
รูปแบบการสื่อสารแนวตั้ง	4.40	3.83	4.13	4.44	4.42	0.191
รูปแบบการสื่อสารแนวนอน	4.54	4.45	4.38	4.50	4.25	0.873
ผู้ส่งสาร	4.17	4.20	4.00	4.25	4.25	0.982
ผู้รับสาร	4.06	4.30	4.00	4.50	4.17	0.798
ข้อมูลข่าวสาร	3.91	4.00	4.33	4.50	3.89	0.654
ช่องทางการสื่อสาร	3.82	3.07	4.08	3.75	3.22	0.188
ปัจจัยด้านสื่อสังคมออนไลน์						
สื่อสังคมออนไลน์	3.70	3.87	3.56	3.22	3.67	0.751

#### ส่วนที่ 4 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีต่อประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีต่อประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis) โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบนำตัวแปรเข้าทั้งหมด (Enter Multiple Regression Analysis) การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น โดยตรวจสอบการเกิดปัญหา Multicollinearity ในการหาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรด้วยการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Variance Inflation Factor: VIF) จากการตรวจสอบแต่ละปัจจัยพบว่าไม่เกิดปัญหา Multicollinearity เนื่องจากมีค่า VIF ตั้งแต่ 1.23 ถึง 3.04 ซึ่งมีค่า VIF น้อยกว่า 10 และการตรวจสอบการเกิด Autocorrelation ใน Residuals โดยการใช้ค่าสถิติ Durbin-Watson ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.014 พบ Negative autocorrelation แต่เนื่องจาก Durbin-Watson มีค่าอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 ถือว่ายอมรับได้ แสดงว่าไม่เกิดปัญหา Autocorrelation ในข้อมูล (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบหลายตัวแปร (Enter Multiple Regression Analysis) โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบนำตัวแปรเข้าทั้งหมด (Enter multiple Regression Analysis) ของด้านประสบการณ์การสื่อสาร และปัจจัยด้านสื่อสังคมออนไลน์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	p-value	Collinearity Statistics
	B	S.E.	Beta		VIF
ด้านประสบการณ์การสื่อสาร					
รูปแบบการสื่อสารแนวตั้ง	0.372	0.152	0.468	0.022	2.402
รูปแบบการสื่อสารแนวนอน	-0.812	0.338	-0.458	0.025	2.405
ผู้ส่งสาร	-0.789	0.363	-0.466	0.040	3.035
ผู้รับสาร	0.965	0.27	0.696	0.002	2.498
ช่องทางการสื่อสาร	0.348	0.113	0.489	0.005	1.655
ปัจจัยด้านสื่อสังคมออนไลน์					
สื่อสังคมออนไลน์	0.188	0.085	0.303	0.037	1.233

$R = 0.810$ ,  $R^2 = 0.657$ , ANOVA :  $F = 6.013$  (p-value = 0.001)

Durbin-Watson = 2.014

เมื่อทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีต่อประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ผลการศึกษาพบว่า ด้านประสบการณ์การสื่อสารของผู้รับสารมีต่อประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรมากที่สุดในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.002) ต่อมาด้านประสบการณ์การสื่อสารของรูปแบบการสื่อสารแนวตั้ง ช่องทางการสื่อสาร และสื่อสังคมออนไลน์มีต่อประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.022, 0.005 และ 0.037 ตามลำดับ) ด้านประสบการณ์การสื่อสารของรูปแบบการสื่อสารแนวนอน และผู้ส่งสารมีต่อประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.025 และ 0.040) (ตารางที่ 4)

ด้านประสบการณ์การสื่อสารของรูปแบบการสื่อสารแนวตั้ง รูปแบบการสื่อสารแนวนอน ผู้ส่งสาร ผู้รับสาร ช่องทางการสื่อสาร และปัจจัยด้านสื่อสังคมออนไลน์ มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ร้อยละ 65.7 (ตารางที่ 4)



## สรุป

จากการศึกษา ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์กร ของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ข้อสังเกตที่น่าสนใจ คือ ประสิทธิภาพของผู้รับสารมีผลต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์กรมากที่สุด ซึ่งหากจะต้องการสื่อสารกับผู้รับสารนั้นจะต้องเลือกเนื้อหาให้ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย ตามทฤษฎีการเลือกรับสาร การที่องค์กรจะสื่อสารระหว่างผู้บริหารและผู้ปฏิบัตินั้นจะต้องสร้างความสัมพันธ์อันดีต่อกันเพื่อให้ผู้รับสารนั้นมีความเต็มใจที่จะรับสารนั้น ๆ และก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการรับสารต่าง ๆ ที่ต้องการสื่อสารภายในองค์กร แต่ทั้งนี้ในปัจจุบันช่องทางการสื่อสาร และปัจจัยด้านสื่อสังคมออนไลน์ ก็มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาลเนื่องจากการเข้าถึงสารต่าง ๆ นั้นมีช่องที่มากขึ้นทำให้การเข้าถึงสารนั้นง่ายขึ้นเช่นเดียวกัน แต่ประสิทธิภาพการสื่อสารนั้นก็ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของผู้รับสารที่จะเลือกรับสารเช่นกันซึ่งการทำให้ผู้รับสารเลือกรับสารนั้นควรจะต้องพัฒนาบุคลากรด้านการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง โดยการกำหนดหลักสูตรต่าง ๆ เช่น หลักสูตรการใช้สื่อ Social Media, หลักสูตร การเขียนข่าว การสร้าง Content ที่ดี เป็นต้น

## กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีขอขอบคุณ วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช และผู้ให้ข้อมูล ผู้ตอบแบบสอบถาม บุคลากรคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ทั้งที่ได้กล่าวและไม่ได้กล่าวไว้ทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] วิภาส ทองสุทธิ. (2552) พฤติกรรมองค์การ Organizational behavior. กรุงเทพฯ: อินทภาษา
- [2] ณัฐรัฐชูดา วิจิตรจามรี. (2554). การสื่อสารในองค์การ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [3] สมยศ นาวิการ. (2546). การบริหารและพฤติกรรมองค์การ (Management and organizational behavior). กรุงเทพฯ: บรรณกิจ
- [4] วิเชียร วิทยอดม. (2556). พฤติกรรมองค์การ (Organizational Behaviors), กรุงเทพฯ: บริษัท ธนธัชการพิมพ์ จำกัด
- [5] พัทธนี เขยจรรรยา. (2541). แนวคิดหลักนิเทศศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร: เยลโล่การพิมพ์
- [6] เสนาะ ดีเยาว์. 2541. การสื่อสารในองค์กร. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- [7] อรุณรัตน์ ชินวรรณ. (2553). สื่อประชาสัมพันธ์ Public Relations Media, กรุงเทพฯ: บริษัท ที. พรินท์ (1991) จำกัด
- [8] ช่อทิพย์ บรมธนรัตน์. (2557). การสื่อสารในองค์กรสาธารณสุข. ใน วารสารวิชาการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- [9] กาญจนา หาญศรีวรวงศ์. (2551). ผลกระทบของประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กรที่มีต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของสำนักงานสรรพากรพื้นที่สาขาในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาการบัญชี. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- [10] ชญานิชรุ์ สุขเกษม. (2551). สัมฤทธิ์ผลของรูปแบบการสื่อสารภายในองค์กรของบริษัท เพน พับลิชชิ่ง จำกัด. วิทยานิพนธ์วารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชนมหาบัณฑิต สาขาวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- [11] ศิระ ศรีโยธิน. (2562). บทบาทการสื่อสารภายในองค์กร (Internal Communication) เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน (Competitive Advantage) ของศูนย์ปฏิบัติการภัตตาหารและโรงแรมในสถาบันการศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร
- [12] รัฐนันท์ หนองใหญ่. (2558). ปัจจัยการสื่อสารภายในองค์กรที่ส่งผลต่อการเปิดรับข่าวสารของพนักงาน: กรณีศึกษา โรงแรมเดอะชาयน์ แอนด์ วิลล่า. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา
- [13] ชูศรี วงศ์รัตน์. (2541). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (การใช้สถิติเพื่อการวิจัย). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประเมินความต้องการจำเป็นในการตอบโต้สารเคมี  
และวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง  
กรณีศึกษา สำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรุงเทพมหานคร  
Need Assessment in response to Chemicals & Hazardous  
Substances of Firefighters :

A case Study of Bangkok Fire and Rescue Department

พรหมมินทร์ กงมนต์<sup>1</sup> และ เจษฎานันท์ เวียงนนท์<sup>2\*</sup>

Phommin Kongmon<sup>1</sup> and Jessadanan Wiangnon<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษ วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาและจัดการเมือง  
วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพฯ 10300

<sup>2\*</sup>อาจารย์ วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพฯ 10300

\*โทรศัพท์ : 08-1369-7904, E-mail : jessadanan@nmu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่อง “การประเมินความต้องการจำเป็นในการตอบโต้สารเคมีและวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิงกรณีศึกษา สำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรุงเทพมหานคร” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพที่ควรจะเป็น และสภาพที่เป็นจริงในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง กรุงเทพมหานคร ประเมินและจัดลำดับความต้องการจำเป็นในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง กรุงเทพมหานคร การศึกษาใช้แนวทางการศึกษาเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ (Mixed Method) ด้วยแบบสอบถาม 3 ตอน ตอนที่1 ข้อมูลทั่วไปจำนวน 7 ข้อ ตอนที่ 2 เป็นการประเมินระดับสภาพที่ควรจะเป็นกับระดับสภาพที่เป็นจริง 23 ข้อ ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ผู้ให้ข้อมูลหลัก คือ เจ้าหน้าที่ดับเพลิงของสำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรุงเทพมหานคร ที่ปฏิบัติงาน ในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ผลการศึกษา พบว่า ด้านมาตรการป้องกันอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายขณะปฏิบัติงาน อยู่ในระดับต่ำ การจัดลำดับความต้องการจำเป็นในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตราย มีระดับความต้องการความจำเป็นมากที่สุด (ความต้องการด้านมาตรการป้องกันอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายขณะปฏิบัติงาน) รองลงมาคือ การจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเผชิญเหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตราย การเตรียมความพร้อมทีมปฏิบัติการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตราย และการจัดทำแผนป้องกันและตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตราย ตามลำดับ ผลการศึกษาสภาพที่ควรจะเป็นและสภาพที่เป็นจริงในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายของ เจ้าหน้าที่ดับเพลิง กรุงเทพมหานคร โดยรวมแล้ว สภาพที่ควรจะเป็นด้านมาตรการป้องกันอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายขณะปฏิบัติงาน อยู่ในระดับสูง และสภาพที่เป็นจริง อยู่ในระดับต่ำ

คำสำคัญ : เจ้าหน้าที่ดับเพลิง; ความต้องการจำเป็น; สารเคมีและวัตถุอันตราย

## Abstract

The study of "Need Assessment in response to Chemicals and Hazardous Substances of Firefighters A case Study of Bangkok Fire and Rescue Department." has the objective to study the supposed and realistic conditions in response to chemical and hazardous substance emergencies of the fireman Bangkok and to assess and prioritize the need for firefighters to respond to firefighters' chemical and hazardous material emergencies. Bangkok The study used a quantitative approach. and qualitatively (Mixed Method). with a 3 part questionnaire. Part 1, 7 items of general information. Part 2 is an assessment of the condition level that should be compared to the 23 items. Part 3 Additional recommendations. The main information providers are firefighters of Bangkok Fire and Rescue Department. Bangkok in the year 2020, which is a sample group used in research. The results of the study found that the measures to prevent danger from emergency chemicals and hazardous materials while working is low Prioritization is necessary to respond to chemical and hazardous material emergencies. It has the highest level of need and necessity. (The need for preventive measures from chemical and hazardous material emergencies) followed by the preparation of equipment used to deal with chemical and hazardous material emergencies. Preparing the Emergency Response Team from Chemical and Hazardous Substances and the preparation of emergency prevention and response plans from chemicals and hazardous materials of According to the results of the study of the supposed condition and the actual situation in the chemical and hazardous substance emergency response of the fireman Bangkok Overall, the condition should be in terms of preventive measures from emergency chemicals and hazardous materials while working was high level and the actual condition while working was low level

**Keywords :** firefighters; Need Assessment; Chemicals and Hazardous Substances

## บทนำ

สถานการณ์สาธารณสุขภัยของประเทศไทยและกรุงเทพมหานครในปัจจุบันมีภัยพิบัติที่เป็นสาธารณสุขภัยเกิดขึ้นมากมายและทวีความรุนแรงมากขึ้นอันเนื่องมาจากปัจจัยและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เป็นผลมาจากการเกิดภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงจากสังคมชนบทสู่สังคมเมือง การนำวิทยาการและเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนา รวมทั้งสารเคมีและวัตถุอันตรายที่มีการนำมาใช้ในกิจกรรมด้านต่าง ๆ ทั้งในภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม การศึกษาวิจัย รวมถึงกิจกรรมอื่นๆอีกเป็นจำนวนมาก [1] ผลของการนำสารเคมีต่างๆ และวัตถุอันตรายมาใช้ โดยขาดความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนขาดความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยไม่ว่าจะเป็นการผลิต การเก็บรักษา การบรรจุ และการขนส่ง อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุและสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ทั้งยังสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมได้ จึงมีความจำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันและมีการเตรียมความพร้อมในการแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุจากสารเคมีและวัตถุอันตราย ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน กรุงเทพมหานครมีประชากรจำนวนเพิ่มขึ้นมากจากในอดีต มีการขยายตัวของพื้นที่เมืองอย่างต่อเนื่อง เป็นศูนย์กลางความเจริญในทุกด้าน มีความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้างและที่อยู่อาศัยประเภทต่างๆ หากมีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เมื่อมีสาธารณสุขภัยเกิดขึ้นและไม่สามารถแก้ไขได้ทันต่อสถานการณ์แล้ว มักก่อให้เกิดความเสียหายและเกิดการสูญเสียในระดับรุนแรง อาจส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจทั้งในระยะสั้นและระยะยาว และอาจสร้างความเสียหายต่อสังคมอย่างประเมินค่ามิได้ โดยเฉพาะทางด้านจิตใจ ซึ่งยากจะเยียวยาได้ในระยะเวลาอันสั้น การขาดความเชื่อมั่นเรื่องความปลอดภัยในการดำเนินชีวิตของประชาชนอาจส่งผลกระทบต่อเรื่องสุขภาพในระยะยาว โดยอุบัติเหตุจากสารเคมีและวัตถุอันตรายเป็นภัยที่มีความอันตรายสูงจากคุณสมบัติของสารเคมีที่มีอันตรายหลายประเภท เช่น จากการระเบิด ไฟไหม้ เป็นพิษ กัดกร่อน ซึ่งสามารถทำให้ผู้ที่ปฏิบัติงานและประชาชนได้รับบาดเจ็บและเสียชีวิตในเหตุการณ์ได้ ดังนั้นต้องใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านของเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานต่างๆในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ได้แก่ สำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สำนักอนามัย กรมควบคุมมลพิษ [2] และกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย [3] ในการปฏิบัติการตอบโต้สารเคมีและวัตถุอันตราย มีความจำเป็นต้องจัดทำมาตรการ

เตรียมความพร้อมเพื่อให้เจ้าหน้าที่จากหน่วยงาน สามารถรองรับปฏิบัติการอุบัติเหตุจากสารเคมีและวัตถุอันตรายได้ทันต่อสถานการณ์ โดยการเตรียมแผนปฏิบัติการฉุกเฉินที่มีแนวปฏิบัติที่ชัดเจน การเสริมสร้างศักยภาพของเจ้าหน้าที่ด้านการสั่งการตามระบบบัญชาการ ณ ที่เกิดเหตุ (Incident Command System) และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉินในด้านเทคนิคการระงับภัยจากสารเคมี [4] รวมถึงการจัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ตอบโต้เหตุฉุกเฉินที่เหมาะสม เพื่อให้การจัดการภัยฉุกเฉินจากสารเคมีเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่ และลดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรอบ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสภาพที่ควรจะเป็นและสภาพที่เป็นจริงในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตราย เพื่อประเมินและจัดลำดับความต้องการจำเป็นในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษากจะเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญเพื่อนำไปประกอบการพิจารณาและประยุกต์ข้อมูลในการจัดเตรียมแผนปฏิบัติการฉุกเฉินที่พัฒนาสู่แนวปฏิบัติที่ชัดเจน เป็นรูปธรรม สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบผสมผสานเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ โดยมีรายละเอียดการศึกษา ดังนี้

1. การศึกษาเชิงคุณภาพ รวบรวมข้อมูลเอกสารต่าง ๆ ทั้งที่เป็นทฤษฎีและแนวคิด เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เอกสารทางราชการ เพื่อประกอบการศึกษาวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นในการตอบโต้สารเคมีและวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง กรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

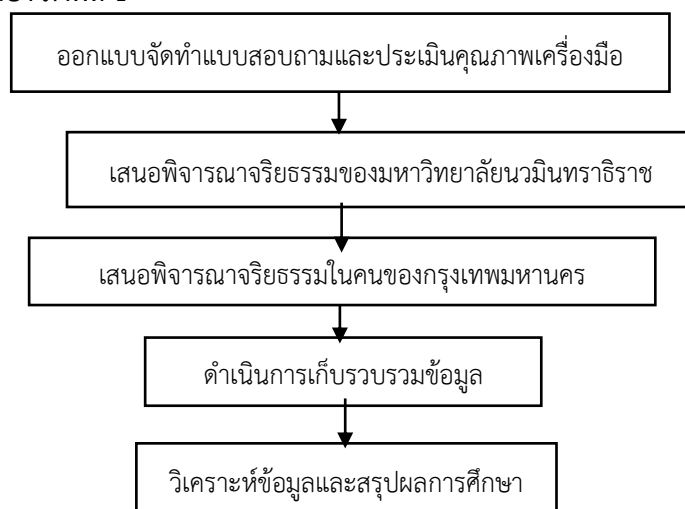
2. การการศึกษาเชิงปริมาณ ทำการศึกษาสำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรุงเทพมหานคร เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสร้างแบบสอบถามตามตัวแปรที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เจ้าหน้าที่ดับเพลิงของสำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรุงเทพมหานคร โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจากสถานี่ดับเพลิง 40 สถานี สถานีละ 10 คน จำนวน 400 คน โดยใช้การระบุผู้ให้ข้อมูลการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และความเต็มใจในการให้ข้อมูล หลังจากเก็บข้อมูลแล้ววิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทดลองทางสถิติ SPSS สถิติที่ใช้ทดสอบข้อมูลการศึกษา [5] ได้แก่ คือ สถิติเชิงพรรณนา สถิติร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ย ค่าดัชนีด้วยวิธีการวิเคราะห์ Priority Needs Index แบบปรับปรุง ที่เป็นวิธีการหาค่าของผลต่างของสภาพที่ควรจะเป็น (I) กับสภาพที่เป็นจริง (D) แล้วหารด้วยสภาพที่เป็นจริง (D) เพื่อควบคุมขนาดของความต้อการจำเป็นให้อยู่ในพิสัยที่ไม่มีช่องกว้างมากเกินไป และให้ความหมายเชิงเปรียบเทียบ

$$(PNI_{\text{modified}} = (I - D) / D)$$

I (Important) หมายถึง สภาพที่ควรจะเป็น

D (Degree of success) หมายถึง สภาพที่เป็นจริง

## แผนภาพ ขั้นตอนการศึกษา ภาพที่ 1



แผนภาพ : ขั้นตอนการศึกษา

### ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการศึกษาข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง กรุงเทพมหานคร ข้อมูลทั่วไป(ตารางที่ 1) ประชากร ผู้ตอบแบบสอบถามเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 97.75 และมากกว่าเพศหญิง ที่คิดเป็นร้อยละ 2.25 อายุ 36 – 45 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 54.50 วุฒิการศึกษาจบการศึกษาระดับปริญญาตรี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.75 มีประสบการณ์ทำงานในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ดับเพลิงของกรุงเทพมหานคร มากกว่า 9 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 54.75 สังกัดกองปฏิบัติการดับเพลิงและกู้ภัย กองปฏิบัติการดับเพลิงและกู้ภัย 1 มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 27.25 ประสบการณ์การฝึกอบรมด้านสารเคมีและวัตถุอันตราย (ตารางที่ 2) ประสบการณ์การฝึกอบรมด้านสารเคมีและวัตถุอันตราย มีประสบการณ์การฝึกอบรม 1-3 หลักสูตร มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 53.25 สังกัดกองปฏิบัติการดับเพลิงและกู้ภัย กองปฏิบัติการดับเพลิงและกู้ภัย 1 มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 27.25

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูล	ชาย		หญิง		รวม	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
อายุ						
น้อยกว่า 25 ปี	7	1.75	1	0.25	8	2.00
25 – 35 ปี	86	21.50	5	1.25	91	22.75
36 – 45 ปี	215	53.75	3	0.75	218	54.50
มากกว่า 45 ปี	83	20.75	0	0	83	20.75
รวม	391	97.75	9	2.25	400	100
วุฒิการศึกษาสูงสุดที่ได้รับ						
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	40	10.00	2	0.50	42	10.50
ประกาศนียบัตรชั้นสูง (ปวส.)	111	27.75	2	0.50	113	28.25
ปริญญาตรี	187	46.75	4	1.00	191	47.75
ปริญญาโท	49	12.25	1	0.25	50	12.50
อื่น ๆ (มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า)	4	1.00	0	0	4	1.00
รวม	391	97.75	9	2.25	400	100
ประสบการณ์ทำงาน ตำแหน่งปัจจุบัน						
น้อยกว่า 1 ปี	10	2.50	1	0.25	11	2.75
1-3 ปี	58	14.50	4	1.00	62	15.50
4-6 ปี	58	14.50	3	0.75	61	15.25
7-9 ปี	47	11.75	0	0	47	11.75
มากกว่า 9 ปี	218	54.50	1	0.25	219	54.75
รวม	391	97.75	9	2.25	400	100

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการฝึกอบรมด้านสารเคมีและวัตถุอันตราย

อายุ	ชาย		หญิง		รวม	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
ประสบการณ์การฝึกอบรม						
ไม่เคยมีประสบการณ์การฝึกอบรม	148	37.00	8	2.00	156	39.00
มีประสบการณ์การฝึกอบรม 1-3 หลักสูตร	212	53.00	1	0.25	213	53.25
มีประสบการณ์การฝึกอบรมมากกว่า 3 หลักสูตร	31	7.75	0	0	31	7.75
รวม	391	97.75	9	2.25	400	100
สังกัดกองปฏิบัติการดับเพลิงและกู้ภัย						
กองปฏิบัติการดับเพลิงและกู้ภัย 1	108	27.00	1	0.25	109	27.25
กองปฏิบัติการดับเพลิงและกู้ภัย 2	82	20.50	5	1.25	87	21.75
กองปฏิบัติการดับเพลิงและกู้ภัย 3	48	12.00	0	0	48	12.00
กองปฏิบัติการดับเพลิงและกู้ภัย 4	29	7.25	0	0	29	7.25
กองปฏิบัติการดับเพลิงและกู้ภัย 5	101	25.25	2	0.50	103	25.75
กองปฏิบัติการดับเพลิงและกู้ภัย 6	23	5.75	1	0.25	24	6.00
รวม	391	97.75	9	2.25	400	100

ตารางที่ 3 สภาพที่ควรจะเป็น สภาพที่เป็นจริง และความต้องการจำเป็น ในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี และวัตถุอันตราย

รายการ	สภาพที่ควรจะเป็น (I)		สภาพที่เป็นจริง (D)		ค่า PNI <sub>modified</sub>	ลำดับ ความ สำคัญ
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
1. มาตรการป้องกันอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายขณะปฏิบัติงาน						
1.1 มีการฝึกอบรมการควบคุม จัดการ หรือการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตรายให้แก่เจ้าหน้าที่ดับเพลิง	3.87	1.14	2.22	1.06	0.75	1
1.2 มีการประเมินระดับความเสี่ยงภัยจากสารเคมีและวัตถุอันตรายของสถานประกอบการในพื้นที่รับผิดชอบ	3.84	1.14	2.40	0.93	0.63	3
1.3 มีการสำรวจจัดเก็บข้อมูล ชนิดและปริมาณการเก็บหรือใช้สารเคมี ของสถานประกอบการในพื้นที่รับผิดชอบ	3.94	1.14	2.49	1.14	0.58	4
1.4 ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้เอกสารความปลอดภัย เช่น ป้ายสัญลักษณ์สารเคมี คู่มือ MSDS เพื่อปฏิบัติการตอบโต้อุบัติเหตุสารเคมีและวัตถุอันตรายได้อย่างถูกต้อง	3.98	1.16	2.34	1.17	0.70	2
1.5 ผู้ปฏิบัติงานสวมใส่ชุดและอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล ในขณะที่ปฏิบัติงานทุกครั้งได้อย่างถูกต้อง	4.09	1.09	2.76	1.25	0.48	5
เฉลี่ยรวม	3.94	1.13	2.44	1.11	0.63	



ตารางที่ 3 สภาพที่ควรจะเป็น สภาพที่เป็นจริง และความต้องการจำเป็น ในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี และวัตถุอันตราย

รายการ	สภาพที่ควรจะเป็น (I)		สภาพที่เป็นจริง (D)		ค่า PNI <sub>modified</sub>	ลำดับความสำคัญ
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
2. การจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเผชิญเหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตรายของสถานีดับเพลิงและกู้ภัย						
2.1 มีชุดป้องกันสารเคมี Level A หรือ B หรือ C	4.07	1.12	2.16	1.17	0.88	2
2.2 มีอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล (PPE) เช่น หน้ากาก ถุงมือ รองเท้า	4.10	1.16	2.17	1.17	0.89	1
2.3 มีวัสดุและเครื่องมือในการตอบโต้เมื่อเกิดเหตุอุบัติภัยจากสารเคมีและวัตถุอันตรายหกรั่วไหล เช่น เครื่องมือตรวจวัดแก๊ส วัสดุดูดซับสารเคมี ทราาย พลับ ภาชนะบรรจุสารเคมี เป็นต้น	4.12	1.10	2.89	1.30	0.43	7
2.4 มีอุปกรณ์ควบคุมพื้นที่ปลอดภัย เช่น สายเทปกั้นระยะ กรวยยาง ป้ายเตือนอันตราย เป็นต้น	4.02	1.10	2.56	1.23	0.57	6
2.5 มีอุปกรณ์สื่อสารส่วนบุคคล	4.09	1.12	2.93	1.36	0.40	8
2.6 มีอุปกรณ์ปฐมพยาบาล	4.10	1.16	2.25	1.23	0.83	3
2.7 มีอุปกรณ์ขยายเสียงเพื่อใช้แจ้งเตือนภัยแก่เจ้าหน้าที่และประชาชนในบริเวณใกล้เคียง	3.93	1.16	2.45	1.18	0.60	5
2.8 มีเครื่องมือตรวจวัดสาร เช่น เครื่องตรวจวัดอากาศ เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ เป็นต้น	3.98	1.17	2.30	1.07	0.73	4
เฉลี่ยรวม	4.04	1.13	2.57	1.22	0.59	
3. การเตรียมความพร้อมทีมปฏิบัติการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตรายของสถานีดับเพลิงและกู้ภัย						
3.1 มีการจัดเตรียมหน่วยปฏิบัติการฉุกเฉินของสถานีดับเพลิง	3.91	1.16	3.91	2.27	0.72	3
3.2 มีการซ้อมแผน การทบทวนแผนและแก้ไขแผน เพื่อใช้ในการระงับเหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตราย	3.92	1.15	3.92	2.25	0.75	2
3.3 มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ในการปฏิบัติการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายตามแผนที่กำหนด	3.95	1.14	3.95	2.22	0.78	1
3.4 มีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ ที่ใช้ในการเผชิญเหตุอุบัติภัยจากสารเคมีและวัตถุอันตราย	3.97	1.16	2.37	1.08	0.68	4
3.5 มีการประสานงานเพื่อร่วมกันปฏิบัติการระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและภายนอก	4.02	1.14	2.41	1.11	0.67	5
เฉลี่ยรวม	3.95	1.15	2.30	1.06	0.72	
4. การจัดทำแผนป้องกันและตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตรายของของสถานีดับเพลิงและกู้ภัย						
4.1 มีการประสานการควบคุม และจัดการพื้นที่ เพื่อทำการอพยพ และช่วยเหลือผู้บาดเจ็บ	4.01	1.17	2.39	1.11	0.68	3
4.2 มีแผนการปฏิบัติการตอบโต้อุบัติภัยจากสารเคมีและวัตถุอันตราย	3.99	1.19	2.36	1.16	0.69	2
4.3 มีแผนปฏิบัติการชำระล้างสิ่งปนเปื้อนสารเคมีให้กับผู้ปฏิบัติงานและผู้ประสบภัย	4.02	1.16	2.33	1.10	0.73	1
4.4 มีแผนการประสานกับหน่วยงานหรือบริษัทเพื่อการกำจัดของเสีย หรือการชำระล้างทำความสะอาดพื้นที่เกิดเหตุ	4.04	1.14	3.18	1.29	0.27	5
4.5 มีแผนการตรวจสอบและการบูรณะฟื้นฟูสภาพแวดล้อมในพื้นที่เกิดเหตุเพื่อให้กลับสู่สภาพปกติดังเดิม	4.06	1.11	3.12	1.28	0.30	4
เฉลี่ยรวม	4.02	1.15	2.68	1.19	0.53	

(หมายเหตุ : ค่า I คือ สภาพที่ควรจะเป็นในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี และวัตถุอันตราย

ค่า D คือ สภาพที่เป็นจริงในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี และวัตถุอันตราย )

## สรุป

การศึกษานี้ ได้สอดคล้องกับ วงจรการจัดการอุบัติเหตุฉุกเฉินจากสารเคมี ของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งได้กำหนดวงจรปฏิบัติ [6] คือ ด้านมาตรการป้องกัน ด้านการจัดทำแผน ด้านการจัดเตรียมความพร้อม ด้านการตอบโต้เหตุ เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เป็นการศึกษาความต้องการจำเป็นในการตอบโต้สารเคมีและวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิงกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์ ศึกษาสภาพที่ควรจะเป็นและสภาพที่เป็นจริงในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายเพื่อประเมินและจัดลำดับความต้องการจำเป็นในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง กรุงเทพมหานคร ซึ่งพบว่า สภาพที่ควรจะเป็นในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง กรุงเทพมหานคร โดยรวมอยู่ในระดับสูง สภาพที่เป็นจริงในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายอยู่ในระดับต่ำ และลำดับความต้องการจำเป็นในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง กรุงเทพมหานคร (1)ด้านมาตรการป้องกันอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายขณะปฏิบัติงาน มีความจำเป็นที่ผู้ปฏิบัติงานสวมใส่ชุดและอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลในขณะที่ปฏิบัติงานทุกครั้งได้อย่างถูกต้อง มากที่สุด (PNI<sub>modified</sub> = 0.75) (2)ด้านการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเผชิญเหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตราย มีความต้องการจำเป็นมีอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล (PPE) เช่น หน้ากาก ถุงมือ รองเท้า มากที่สุด (PNI<sub>modified</sub> = 0.89) (3)ด้านการเตรียมความพร้อมทีมปฏิบัติการตอบโต้เหตุฉุกเฉิน มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ในการปฏิบัติการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายตามแผนที่กำหนด มากที่สุด (PNI<sub>modified</sub> = 0.78) (4)ด้านการจัดทำแผนป้องกันและตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตราย มีแผนปฏิบัติการชำระล้างสิ่งปนเปื้อนสารเคมีให้กับผู้ปฏิบัติงานและผู้ประสพภัย มากที่สุด (PNI<sub>modified</sub> = 0.73)

จากการศึกษานี้สะท้อน สภาพความเป็นจริง สภาพที่ควรจะเป็นและความต้องการจำเป็นในการตอบโต้สารเคมีและวัตถุอันตรายของหน่วยงานที่มีบทบาทความสำคัญและจากผู้ปฏิบัติงานในเหตุการณ์จริง ซึ่งได้ผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้น จึงมีข้อเสนอแนะ ควรนำผลการศึกษาเสนอต่อผู้บริหารและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ให้ความสำคัญพร้อมมีนโยบายพัฒนาความต้องการจำเป็นในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและวัตถุอันตรายของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง กรุงเทพมหานคร โดยนำไปประกอบการพิจารณาและประยุกต์ข้อมูลในการจัดเตรียมแผนปฏิบัติการฉุกเฉินการตอบโต้สารเคมีและวัตถุอันตรายให้เกิดผลเป็นรูปธรรม เพื่อลดการบาดเจ็บ สูญเสียในชีวิตและทรัพย์สินทั้งของภาคประชาชนและภาครัฐ ตลอดจนรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน ต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. 2561. สถิติการเกิดเหตุสาธารณภัยในพื้นที่กรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2561. กรุงเทพฯ : สำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย.
- [2] สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย). 2562. สัญลักษณ์ที่ติดบนภาชนะบรรจุสารเคมีวัตถุอันตราย. สืบค้นเมื่อ 6 มีนาคม 2562 จากเว็บไซต์ [http://www.shawpat.or.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=201:-hazardous-material&catid=47:-m---m-s&Itemid=201](http://www.shawpat.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=201:-hazardous-material&catid=47:-m---m-s&Itemid=201). (20 มกราคม 2562).
- [3] กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. 2562. พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562. แขวงดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร.
- [4] สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย). 2562. สัญลักษณ์ที่ติดบนภาชนะบรรจุสารเคมีวัตถุอันตราย. สืบค้นเมื่อ 6 มีนาคม 2562 จาก เว็บไซต์ [http://www.shawpat.or.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=201:-hazardous-material&catid=47:-m---m-s&Itemid=201](http://www.shawpat.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=201:-hazardous-material&catid=47:-m---m-s&Itemid=201). (20 มกราคม 2562).
- [5] สุวิมล ว่องวานิช. 2558. การวิจัยการประเมินความต้องการจำเป็น. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [6] กรมควบคุมมลพิษ. 2562. วงจรการจัดการอุบัติเหตุฉุกเฉินจากสารเคมี. สืบค้นจาก [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/haz\\_response.htm](http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_response.htm). (20 มกราคม 2562).

## กลไกการสร้างความเข้มแข็งของชุมชน

กรณีศึกษา : ชุมชนแฟลตสิริสาสน์ เคหะศรียาน กรุงเทพมหานคร

### The Mechanisms for the strengthening community : A case study of Sirisas flats, Kheha Sri Yan community, Bangkok

ภรณ์จิตา จิรประภาชัยเลิศ<sup>1</sup> และ แสน กীরตินวันนท์<sup>2\*</sup>

Pornpita Jiraprapachailert<sup>1</sup> and Saen Keeratinawanun<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษ าสถิติศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาและจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร

มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพมหานคร 10300

<sup>2\*</sup>อาจารย์ วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ : 081-866-5688, E-mail : saen@nmu.ac.th

#### บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องกลไกการสร้างความเข้มแข็งของชุมชน กรณีศึกษา: ชุมชนแฟลตสิริสาสน์ เคหะศรียาน มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษากลไกการสร้างความเข้มแข็งของชุมชนแฟลตสิริสาสน์ เคหะศรียาน แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ประธานชุมชน คณะกรรมการชุมชน และสมาชิกในชุมชน ตลอดจนสังเกตการณ์ (Observation) ผลการศึกษา พบว่า กลไกที่ทำให้ชุมชนแฟลตสิริสาสน์ เคหะศรียาน มีความเข้มแข็งนั้นเริ่มต้นจากการมีประธานชุมชน และคณะกรรมการชุมชนที่มีความเข้มแข็ง โดยลักษณะของผู้นำชุมชนแฟลตสิริสาสน์ คือ มีความรู้ ความสามารถ โอบอ้อมอารี เป็นที่ยอมรับของคนในชุมชน อุทิศตน และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี กลไกต่อมา คือ เครือข่ายภายในชุมชน เพราะเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงให้คนในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับชุมชนแฟลตสิริสาสน์ เครือข่ายความสัมพันธ์ที่เด่นชัดได้แก่ อาสาสมัครสาธารณสุขกรุงเทพมหานคร (อสส.) ซึ่งเกิดจากการที่กรุงเทพมหานครให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาคุณภาพชีวิต ด้านสุขภาพอนามัย โดยนำกลวิธีสาธารณสุขมูลฐานมาใช้เป็นกลวิธีหลักในการพัฒนาสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชน ซึ่งประธานชุมชน และสมาชิกชุมชนบางรายของแฟลตสิริสาสน์ เคหะศรียาน ได้ร่วมเป็นอาสาสมัครดังกล่าว จึงทำให้มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินการทางด้านสาธารณสุขในชุมชน นอกจากนี้ยังเป็นอาสาสมัครป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน (อปพร.) มีหน้าที่ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในเขตพื้นที่ ทำให้สามารถสร้างเครือข่ายความสัมพันธ์ภายในชุมชนได้เป็นอย่างดี เพราะทำให้คนในชุมชนรู้สึกปลอดภัย และมั่นคง และญาติพี่น้องภายในชุมชน ได้แก่ ญาติพี่น้องทางสายเลือด และไม่ใช้ญาติพี่น้องทางสายเลือด ต่างช่วยเหลือซึ่งกันและกันจนเกิดความผูกพันกันภายในชุมชน กลไกต่อมา คือ เครือข่ายความสัมพันธ์ภายนอกชุมชน ได้แก่ เครือข่ายภาครัฐ เช่น สำนักงานเขตดุสิต ที่ได้เข้ามาดูแลชุมชนฯ อยู่เสมอ อาทิเช่น การเข้าตรวจเยี่ยมและพูดคุยให้กำลังใจแก่ผู้ป่วยติดเตียงพร้อมมอบผ้าอ้อมให้แก่ผู้ป่วยได้นำไปใช้ประโยชน์ การสนับสนุนโครงการ To be Number one โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ ให้การสนับสนุนโครงการกองทุนพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมพระนครเหนือ โดยการจัดซื้ออุปกรณ์ ตู้ โต๊ะ เก้าอี้ เครื่องเสียง รวมถึงการซ่อมแซมหลังคาที่ทำการชุมชนแฟลตสิริสาสน์ เคหะศรียาน สำหรับเครือข่ายความสัมพันธ์ทางการศึกษา เช่น มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ได้เข้ามาดูแลทางด้านสาธารณสุข และการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในชุมชนเป็นส่วนใหญ่ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เข้ามาให้ความรู้ทางด้านการสร้างอาชีพ อาทิเช่น โครงการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่รายได้เสริม เพิ่มรายได้หลักให้ครัวเรือนและคนในชุมชนท้องถิ่น และมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ก็เข้ามาให้ความรู้ทางด้านอาชีพเช่นเดียวกัน อาทิเช่น การให้ความรู้การทำพวงมาลัยด้วยกระดาษทิชชู ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชนได้นอกจากนี้ยังมีเครือข่ายภาคเอกชน อาทิเช่น สมาคมนักข่าววิทยุและโทรทัศน์ไทย ที่ได้เข้ามาช่วยเหลือชุมชนในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 อาทิเช่น โครงการปันอิม และโรงพยาบาลวิชัยยุทธ เคยเข้ามาจัดกิจกรรมภายในชุมชน อาทิเช่น การให้ความรู้ทางด้านสุขภาพ การสร้างโรงขยะชุมชน ตลอดจนการส่งเสริมทางด้านสิ่งแวดล้อม และกลไกสุดท้าย คือ เทศกาลสำคัญในชุมชน เพราะในแต่ละเทศกาลนั้นจะประกอบด้วยกิจกรรมมากมายที่ต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจของคนหลายคน



ทำให้ความสัมพันธ์ในชุมชนมีความแน่นแฟ้นและเข้มแข็ง กล่าวได้ว่า ทั้ง 4 กลไกดังกล่าวนี้สามารถสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนได้อย่างดีเยี่ยม อันจะเป็นประโยชน์ต่อสังคม เศรษฐกิจ และประเทศชาติต่อไป

**คำสำคัญ :** กลไก; ชุมชนเข้มแข็ง; ผู้นำชุมชน; เครือข่ายความสัมพันธ์

## Abstract

The mechanisms for the strengthening, a case study: Sirisas flats Kheha Sri Yan community. The objective of this study is for study the mechanism for the strengthening the community of Sirisas flats Keha Sri Yan, Thanon Nakhon Chaisi Subdistrict, Dusit District, Bangkok, by in-depth interview with the chairman of the community. The results of the study found that the mechanism for the strengthening the community of Sirisas flat Kheha Sri Yan community began with the chairman of the community and strong community committees. The characteristics of the leaders of the Sirisas flat community are knowledge, abilities, generosity, acceptance of the people in the community, dedication, and good human relations. The next mechanism is the network within the community because it is what connects people in the community to participate in various activities for the Sirisas flat community by the most prominent relationship network was the Bangkok Public Health Volunteer (Public Organization) which was caused by the Bangkok Metropolitan Administration's emphasis on promoting people's participation in improving the quality of life, health by applying basic public health strategies as a main strategy for improving people's health in the community which the chairman of the community and some community members of Sirisas flat Kheha Sriyan joined as such volunteers. Therefore, it plays a very important role in the implementation of public health in the community. In addition, Civil Defense Volunteer (DAP), responsible for disaster prevention and mitigation in the area. This makes it possible to build a network of relationships within the community as well because it makes people in the community feel safe and secure, and relatives in the community are blood relatives and not blood relatives. They help each other until they form a bond within the community. The next mechanism is the network of relationships outside the community, namely the government network such as the Dusit District Office that have always come to take care of the community, such as visiting and talking to encourage patients who are bedridden and giving diapers to patients to use Support for the To be Number one project, North Bangkok Power Plant to support the North Bangkok Combined Cycle Power Plant Development Fund Project by purchasing equipment, cabinets, tables, chairs, audio equipment, as well as repairing the roof of the Sirisas flat Kheha Sriyan community office for educational relationship networks such as Navamindradhiraj University have taken care of the public health and environmental management within the community for the most part Suan Sunandha Rajabhat University to provide knowledge on career building, such as a project to improve the quality of life in which additional income Increase the main income for households and people in the local community and Suan Dusit University also came to provide professional knowledge as well, such as educating the making of garlands with tissue paper which can generate income for people in the community. There are also private networks such as the Thai Radio and Television Journalists Association who have come to help the community during the epidemic situation of Covid-19, such as the Pan Im project and Wichaiyut Hospital Have been involved in activities within the community, such as educating health building a community waste plant as well as environmental promotion and the last mechanism is important festivals in the community because each festival will consist of many activities that require the cooperation of many people. This makes the relationship in the community close and strong.

**Keywords :** mechanism; strong community; community leaders; relationship network

## บทนำ

จากวิกฤติเศรษฐกิจของประเทศเริ่มขึ้นในปลายปี พ.ศ.2539 ซึ่งเป็นปีแรกของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ได้ก่อให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจและสังคมต่าง ๆ อันส่งผลกระทบต่อประชาชนและทุกภาคส่วนของสังคม ด้วยเหตุนี้ ประเด็นเรื่อง ชุมชนเข้มแข็ง จึงได้รับการหยิบยกขึ้นมากล่าวถึงอย่างกว้างขวาง ในฐานะที่เป็นทางเลือกที่สำคัญของการพัฒนา เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนต้องเข้ามาแก้ไขปัญหาร่วมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจำเป็นต้องให้ความสำคัญต่อกระบวนการพัฒนาที่เน้นคนเป็นศูนย์กลางตามหลักปรัชญาของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 โดยการเพิ่มศักยภาพของ คนและชุมชนให้เข้มแข็ง มีความพร้อมในการเข้าไปมีส่วนร่วมในการพัฒนา เศรษฐกิจ สังคม การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน ด้วยเหตุนี้ความเข้มแข็งของชุมชนจึงเป็นฐานสำคัญในการลดผลกระทบทางเศรษฐกิจ และสังคม รวมถึงการสร้างกระบวนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่ยั่งยืนในอนาคต ทั้งนี้ แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 ได้ให้แนวคิดและ ความหมายของชุมชน และความเข้มแข็งของชุมชน เพื่อเป็นแนวทางและการนำไปสู่การปฏิบัติตามยุทธศาสตร์และแนวทางการ พัฒนา ดังนี้ ชุมชนหมายถึงกลุ่มคนที่มีวิถีชีวิตเกี่ยวพัน และมีการติดต่อสื่อสารเกี่ยวข้องกันอย่างเป็นปกติต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากการอยู่ในพื้นที่ร่วมกันหรือมีอาชีพร่วมกันหรือการประกอบกิจการซึ่งมีวัตถุประสงค์ร่วมกัน หรือการมีวัฒนธรรม ความเชื่อ หรือความสนใจร่วมกัน มีการติดต่อสื่อสารหรือการรวมกลุ่มกัน มีความเอื้ออาทรต่อกัน มีการเรียนรู้ร่วมกัน ในการ กระทำ มีการจัดการเพื่อให้เกิดความสำเร็จ จากความหมายดังกล่าว ชุมชนจึงมีความหมายมากกว่าการที่คนแต่ละคนมาอาศัยอยู่ ร่วมกัน แต่ยังสามารถสร้างความสัมพันธ์กัน โดยมีหลักการ เงื่อนไข กติกา ซึ่งรวมเรียกว่า “ระเบียบ หรือ บรรทัดฐานของการอยู่ ร่วมกัน” ชุมชนจึงมีลักษณะเป็นองค์กรทางสังคมที่สามารถตอบสนองความต้องการในชีวิตประจำวันของสมาชิก และสามารถช่วย ให้สมาชิกสามารถจัดการกับปัญหาต่าง ๆ ที่มีอยู่ร่วมกันได้ ดังนั้น ความเข้มแข็งของชุมชนจึงหมายถึง การที่ประชาชนในชุมชน ต่าง ๆ ของเมืองหรือชนบทรวมตัวกันเป็น “องค์กรชุมชน” โดยมีการเรียนรู้ การจัดการและการแก้ไขปัญหาร่วมกันของชุมชนแล้ว ถึงได้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือการพัฒนาทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมภายในชุมชน รวมถึงการเกิดผลกระทบต่อ ภายนอกชุมชนที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งการเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนนั้นอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยแต่ละชุมชนจะมีการพัฒนาไปสู่ความเข้มแข็งของชุมชนในมิติต่าง ๆ เช่น มิติทางด้านเศรษฐกิจ มิติทางด้านทรัพยากรธรรมชาติ มิติทางด้านสังคม และมิติทางด้านวัฒนธรรม ซึ่งการสร้างเสริมความเข้มแข็งนั้นอาจพัฒนาความเข้มแข็งได้บางเงื่อนไขเท่านั้น เนื่องจาก เงื่อนไขและกระบวนการที่นำไปสู่ความเข้มแข็งในแต่ละมิติของแต่ละชุมชนมีความแตกต่างกัน [1] จากแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 จึง เป็นแนวทางให้แผนพัฒนาฯ ฉบับถัดมา จนกระทั่งถึงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ได้ให้ ความสำคัญกับการสร้างชุมชนเข้มแข็ง โดยเฉพาะการพัฒนาพื้นที่ในเขตเมืองเพื่อเชื่อมโยงเชิงกายภาพสู่การพัฒนาพื้นที่เศรษฐกิจ และชุมชนตามแนวระเบียงเศรษฐกิจต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและการกระจายความเจริญใน การพัฒนาชุมชน จังหวัดและเมืองตามแนวระเบียงเศรษฐกิจ รวมถึงพื้นที่จังหวัดที่กำลังเติบโตเป็นเมืองซึ่งเชื่อมโยงกับจังหวัดอื่น ภายในประเทศ [2] และตามยุทธศาสตร์ที่ 9 การพัฒนาภาคเมืองและพื้นที่เศรษฐกิจ โดยการขับเคลื่อนทุกภาคส่วนในระดับพื้นที่ ท้องถิ่น และชุมชน เพื่อรองรับการขยายตัวของประชากร โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ไปสู่การพัฒนาเมืองให้ เป็นเมืองน่าอยู่และมีศักยภาพรองรับการค้าการลงทุน การพัฒนาเมืองให้เป็นเมืองที่น่าอยู่ได้ โดยการดำเนินการของภาครัฐนั้นอาจ ไม่เพียงพอ ต้องอาศัยความเข้มแข็งของชุมชนเป็นฐานสำคัญในการลดผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม และสร้าง กระบวนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่ยั่งยืนต่อไปในอนาคต โดยต้องใช้ทุนทางสังคมที่มีอยู่ในทุกภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “ชุมชน” ซึ่งเป็นทุนทางสังคมที่จะพัฒนาให้เกิดความเข้มแข็งของเมืองให้น่าอยู่ได้อย่างยั่งยืน [3] อย่างไรก็ตาม ภายใต้สภาวะการณ์ ดังกล่าว ยังมีบางชุมชนที่สามารถยืดหยัดและฝ่าฟันวิกฤตมาได้ด้วยเพราะความเข้มแข็งของชุมชนที่สามารถรวมกลุ่มกันร่วมคิดร่วม ทำ ร่วมรับผิดชอบ และร่วมรักษาผลประโยชน์ของชุมชนด้วยตนเอง รวมถึงให้ความสำคัญกับการปรับวิถีคิด และวิธีการทำงานของ บุคลากรภาครัฐจากการเป็นผู้สั่งการเป็นผู้สนับสนุนในการจัดการและแก้ไขปัญหาของชุมชนเอง ด้วยการสร้างประชาคม ภายในชุมชนและการสร้างเครือข่ายของชุมชน อันเป็นการสะท้อนให้เห็นว่าชุมชนดังกล่าวมีกลไกในการสร้างความความเข้มแข็ง ซึ่งชุมชนที่มีความเข้มแข็งแต่ละชุมชนอาจมีกลไกที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทของชุมชนนั้น ๆ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษา กลไกการสร้างเสริมความเข้มแข็งของชุมชน โดยได้เลือกชุมชนแพลตสิริสาสน์ เคหะศรียาน ซึ่งตั้งอยู่ที่แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร มาเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเป็นชุมชนนี้เป็นตัวอย่างของชุมชนเข้มแข็ง ซึ่งเห็นได้จากผลงานต่าง ๆ ที่ผ่านมา อาทิเช่น สมาชิกชมรม TO BE NUMBER ONE ชุมชนแพลตสิริสาสน์ได้รับรางวัลในการแข่งขันกีฬาชุมชน เชื่อมความสามัคคีฯ จากสำนักงานเขตดุสิต ในปีพ.ศ.2560 หรือได้รับรางวัลชุมชนดีเด่น ตลอดจนมีกิจกรรมสร้างอาชีพมากมายที่เป็นที่ขึ้นชื่อ อาทิเช่น การทำพวงมาลัยจากกระดาษทิชชู หรือของดีชุมชน ได้แก่ ก๋วยเตี๋ยว ก๋วยเตี๋ยวลอด เหล่านี้จึงเป็นสิ่งยืนยันประการหนึ่งว่าชุมชน



แพลตฟอร์มอาสาสมัคร มีความเข้มแข็ง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่าชุมชนแพลตฟอร์มอาสาสมัคร มีกลไกประการใดบ้างที่สามารถสร้างความเข้มแข็งภายในชุมชน และสามารถนำมาได้อย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นแนวทางให้กับชุมชนอื่นนำไปพัฒนาหรือต่อยอดต่อไป

การศึกษานี้ได้ใช้แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ ๆ ได้แก่ 1) แนวคิดความเข้มแข็งของชุมชน เช่น การมีส่วนร่วมของประชาชน โดย “ชุมชนเข้มแข็ง” หมายถึงการที่ประชาชนในชุมชนมีการรวมตัวกัน เป็นองค์กรชุมชน โดยมีการเรียนรู้การจัดการและการแก้ไขปัญหาของชุมชนซึ่งทำให้ชุมชนมีการเปลี่ยนแปลงหรือเกิดการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมภายในชุมชน ตลอดจนมีผลกระทบต่อภายนอกชุมชน สำหรับกระบวนการเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน จะต้องเป็นการดำเนินงานแบบร่วมคิดร่วมทำและมีการเรียนรู้เพื่อช่วยเหลือซึ่งกันและกัน อันจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนในระยะยาว [4] นพดล เหล่ากอ (2555) กล่าวว่า ชุมชนเข้มแข็ง หมายถึง การที่ประชาชนในชุมชนต่าง ๆ ของเมืองหรือชนบทรวมตัวกันเป็นองค์กรชุมชน โดยมีการเรียนรู้การจัดการและการแก้ไขปัญหาของชุมชนแล้วถึงได้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือการพัฒนาทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม โดยภายในชุมชนตลอดจนมีผลกระทบต่อภายนอกชุมชนที่ดีขึ้นตามลำดับ โดยจะเรียกชุมชนนี้ว่า กลุ่ม สหกรณ์ บริษัท องค์กรชาวบ้าน เครือข่ายหรืออื่น ๆ ที่มีความหมายแสดงถึงการร่วมมือช่วยเหลือกันและกันเพื่อผลประโยชน์ร่วมกัน และด้วยความเอื้ออาทรต่อชุมชนอื่น ๆ ในสังคมด้วย และ 2) แนวคิดการพัฒนาชุมชนเข้มแข็ง ซึ่งการพัฒนาชุมชน คือ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง ที่ตั้งใจกระทำให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงคุณภาพชีวิตของประชาชน ปรับปรุงสภาพการดำรงชีวิตโดยทั่วไปของประชาชน ส่งเสริมให้ประชาชนสามารถพึ่งพาตนเองได้ ปรับปรุงจัดตั้ง ควบคุมทรัพยากรและสภาพแวดล้อม ในการมีอำนาจต่อรองทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองกับชุมชนภายนอก และมีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งเป้าหมายของการพัฒนาชุมชน คือ เพื่อส่งเสริมให้ชาวบ้านสามารถพึ่งพาตนเองได้ ควบคุมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ มีอำนาจต่อรองทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง กับชุมชนภายนอก การเพิ่มระดับความเป็นประชาธิปไตยเป็นการลดอำนาจการควบคุมจากศูนย์กลางและเพิ่มอำนาจการปกครองตนเองให้แก่ท้องถิ่น สำหรับหลักการพัฒนาชุมชน คือ การมีส่วนร่วมของประชาชนในการหาสาเหตุของปัญหา ริเริ่มกิจกรรม การตัดสินใจ วางแผนดำเนินการ ปฏิบัติการดำเนินงาน ติดตามประเมินผล และยึดหลักการพึ่งพาตนเอง ซึ่งแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544) ได้กำหนดยุทธศาสตร์การสร้างชุมชนเข้มแข็งในชุมชน โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนให้เข้มแข็งด้วยชุมชนเอง ซึ่งชุมชนจะพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนให้เข้มแข็งได้มีองค์ประกอบสำคัญ คือ ชุมชนต้องมีความพร้อมในเบื้องต้น และมีภาคเอกชน องค์กรพัฒนาเอกชนเข้ามาช่วยสนับสนุนเพื่อให้เติบโตอย่างมั่นคง และเป็นฐานสำหรับการพัฒนาไปสู่ด้านอื่น ๆ ต่อไป ขณะเดียวกันภาครัฐจะมีส่วนสนับสนุนในการเตรียมความพร้อมของชุมชนและองค์กรชุมชน การสนับสนุนเงินทุนแก่ชุมชน รวมถึงสร้างบรรยากาศและการจูงใจให้ภาคธุรกิจ เอกชน และองค์กรพัฒนาเอกชน รวมทั้งสถาบันการเงินที่จะเข้ามาหนุนเสริมด้านอื่น ๆ อาทิ การพัฒนาทักษะ [5] ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น แส่น กิรตินวนันท์ และสิริยา รัตนช่วย (2561) [6] ได้ศึกษาเรื่อง กลไกการสร้างชุมชนเข้มแข็งของสวัสดิการชุมชนเมือง กรณีศึกษาชุมชนชาวไทยเกาะกลาง ชุมชนชาวจีนโบบี้ ชุมชนคริสต์ภูเก็วจีนและชุมชนมุสลิมมัสยิดกมลาไสย กรุงเทพมหานคร พบว่ากลไกสำคัญของชุมชนเมืองที่เป็นกรณีศึกษา 4 ชุมชน ได้นำมาใช้และถือเป็นกลไกหลักร่วมกันมี 5 กลไก ได้แก่ หลักศาสนาและความเชื่อสำคัญของแต่ละศาสนา ประเพณีและวันสำคัญของชุมชน ระบบเครือข่าย ศูนย์รวมจิตใจ และระบบเครือข่ายความสัมพันธ์หรือการศึกษาของ ลัดดาวัลย์ สำราญ (2554) [7] ที่ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มแข็งของชุมชน กรณีศึกษา อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มแข็งของชุมชนประกอบด้วย 1) ผู้นำชุมชนมีความรู้ความสามารถ 2) การมีส่วนร่วมในกิจกรรมของประชาชน 3) การบริหารจัดการชุมชน 4) การเรียนรู้ร่วมกันของชุมชน 5) ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวัฒนธรรมชุมชน และ 6) การสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐและองค์กรเอกชน

## วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพ โดยผู้ศึกษาจะใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ประธานชุมชน คณะกรรมการ และสมาชิกชุมชนแพลตฟอร์มอาสาสมัคร เคหะศรียาน โดยการกำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) และการสังเกตการณ์ (Observation) นำมาวิเคราะห์เพื่ออธิบายเป็นลักษณะเชิงพรรณนา โดยการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 แบบได้แก่ 1) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ได้แก่ การลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลสัมภาษณ์ประธานชุมชน คณะกรรมการชุมชน และสมาชิกชุมชน มีจำนวนสมาชิกทั้งสิ้น 575 คน ซึ่งเป็นชุมชนขนาดกลาง และ 2) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้แก่ การทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งแนวคิดและทฤษฎี โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัย คือ บทสัมภาษณ์ เครื่องบันทึกเสียง ปากกาและสมุดโน้ต เพื่อจดบันทึกระหว่างการสัมภาษณ์ประธาน



ชุมชนและคณะกรรมการชุมชน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ศึกษาจะวิเคราะห์จากการสัมภาษณ์เชิงลึกว่ากลไกการสร้าง ความเข้มแข็งของชุมชนพลตีสริสาสน์ เคหะศรียาน เป็นอย่างไร

### สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตการณ์ และผลงานเชิงประจักษ์ อาทิเช่น รางวัลที่ได้รับ การได้รับการจัดสรร งบประมาณจากหน่วยงานเพื่อนำมาดำเนินการพัฒนาชุมชนในรูปแบบของโครงการหรือกิจกรรม ทำให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์และ สรุปกลไกการสร้างเสริมความเข้มแข็งของชุมชนพลตีสริสาสน์ เคหะศรียาน ออกเป็น 4 กลไก ดังนี้

กลไกที่ 1 คือ ผู้นำชุมชน และคณะกรรมการชุมชน ถือเป็นกลไกสำคัญในลำดับต้น ๆ ของการสร้างเสริมความเข้มแข็งให้กับ คนในชุมชน เพราะผู้นำที่มีภาระหน้าที่ และความรับผิดชอบโดยตรงจะต้องดำเนินการวางแผน สั่งการดูแล และควบคุมให้สมาชิก ดำเนินการต่าง ๆ อย่างมีระเบียบแบบแผน ด้วยเหตุนี้ผู้นำชุมชนจึงจำเป็นต้องมีภาวะความเป็นผู้นำ (Leadership) เพื่อให้ ชุมชนพร้อมรับกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ตลอดจนต้องสามารถจูงใจให้ประชาชนเกิดความรักและหวงแหนชุมชน [8] ทั้งนี้ สอดคล้องกับการให้สัมภาษณ์ของประธานชุมชนพลตีสริสาสน์ฯ ความว่า

“ตอนแรกทุกคนไม่คิดมากกับเรา ก็เลยบอกว่า ที่ที่บ้านเกิดเรา ถ้าเราไม่ทำ แล้วใครจะทำ เราก็เป็นตัวช่วยให้เขา ถามว่า ชอบมั๊ย ก็ไม่ชอบ เพราะไม่มีอะไรให้ เราก็ได้แต่ให้ความรักแก่ทุกคน สมัยก่อนมีแต่คนแก่ที่มาเก็บขยะที่ทุกคนทิ้งลงมา ถามว่าเยอะ มั๊ย ก็เยอะ พวกเราก็กินใส่ถุงมือ เขาพูดคำนี้ว่า ตกลงนี่ฉันมีหน้าที่อะไร เราก็บอก ลุงคำ เราอยู่ที่นี้เราช่วยกัน เห็นกระดาดสีขาว ชอบมั๊ยล่ะ ก็ไม่ชอบ เราพูดว่าบุญกุศลที่เราช่วยกันทำเป็นบุญกุศลที่เทวดาคู่มครองเรา เราจะรอดพ้นจากอุปสรรคต่าง ๆ ซึ่งผ่านมา 20 ปี ทุกคนก็ทำได้ เลยเข้มแข็ง แต่ว่าคำว่าไม่ ยังเป็นคำพูดของคน ไม่แต่ก็กลับมาทำ” (พิจันท์, สัมภาษณ์ 19 กรกฎาคม 2564)

จากคำสัมภาษณ์ของประธานชุมชนพลตีสริสาสน์ฯ สะท้อนให้เห็นว่าประธานชุมชนเป็นผู้นำที่มีความเข้มแข็ง มุ่งในการ ทำงานสูง สามารถประสานต่อรอง ตลอดจนโน้มน้าวใจให้กรรมการชุมชนมีกำลังใจที่จะพัฒนาชุมชนต่อไป รวมถึงสมาชิกในชุมชน ให้ร่วมมือร่วมใจกันในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งจากการสังเกตน้ำเสียง และแววตา ในระหว่างสัมภาษณ์ สามารถสัมผัสได้ว่า ประธานชุมชนพลตีสริสาสน์มีความเป็นผู้นำ และมุ่งมั่น ตั้งใจที่จะอุทิศตนในการพัฒนาชุมชนเป็นอย่างมาก

กลไกที่ 2 คือ เครือข่ายความสัมพันธ์ภายในชุมชน โดยเครือข่ายความสัมพันธ์ภายในชุมชน ถือเป็นกลไกสำคัญหนึ่ง ที่ สร้างความเข้มแข็งให้ชุมชน เพราะเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงให้คนในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับชุมชนพลตีสริสาสน์นั้นได้มีการสร้างเครือข่ายความสัมพันธ์ภายในชุมชนไว้มากมาย เช่น การตั้งกลุ่มทำพวงมาลัยด้วยกระดาดสีชู ตั้งกลุ่มทำ นมสดสตอเบอรี่ การตั้งกลุ่มการปลูกผักสวนครัว การตั้งกลุ่มทำปุ๋ยหมัก เป็นต้น ซึ่งการดำเนินการจัดตั้งกลุ่มในลักษณะดังกล่าวนี้ ถือเป็นการสร้างเสริมความสัมพันธ์ภายในชุมชนอย่างแนบแน่น เนื่องจากทำให้สมาชิกในชุมชนได้ใช้เวลาในการ ทำกิจกรรมร่วมกัน รวมถึงยังเป็นการส่งเสริมอาชีพให้กับคนในชุมชนได้อีกทางหนึ่งด้วย นอกจากนี้ความสัมพันธ์ภายในชุมชนในลักษณะดังกล่าวแล้ว ชุมชนพลตีสริสาสน์ ศรียาน ยังได้สร้างความสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายผ่านการเป็นอาสาสมัคร ได้แก่ อาสาสมัครสาธารณสุข กรุงเทพมหานคร (อสส.) อาสาสมัครป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน (อปพร.) ทั้งนี้ ประธานชุมชน และสมาชิกชุมชนได้ร่วมเป็น อสส. และ อปพร. จึงทำให้เกิดเครือข่ายความสัมพันธ์ภายในชุมชน ตลอดจนยังสามารถนำโครงการ/กิจกรรมมาพัฒนาชุมชนได้ ตลอดจนการสร้างเสริมความสัมพันธ์ในลักษณะเครือข่าย ได้แก่ความสัมพันธ์ทางสายเลือด เช่น ลูก หลาน ลุง ป้า น้า อา และไม่ใช่ ความสัมพันธ์ทางสายเลือด แต่ผูกพันกันเนื่องจากอาศัยอยู่ในชุมชนเดียวกัน มีการช่วยเหลือเกื้อกูลกันอยู่เสมอ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้หยิบ ยกคำให้สัมภาษณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการสร้างเสริมความสัมพันธ์ภายในชุมชนเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนมากขึ้น ดังนี้

“โครงการที่ได้มา เราจะโทรมาถามขอเข้ามาดูงานในชุมชนบ้างคะ ตัวคณะกรรมการส่วนหนึ่งเป็น อสส. อปพร. ตำรวจ บ้าน มันก็เลยกระจายไป เวลาเขาประชุมอะไร ไปหาหรืออะไรกัน เราจะได้รู้ว่าชุมชนของคุณมีอะไรบ้าง เสนอจุดอ่อน จุดแข็ง แล้ว เขาจะขอมาดูชุมชน แล้วก็จะได้เงินสนับสนุน แม้ว่าจะไม่ได้ 100% แต่ก็ดีกว่าที่อื่นนิดนึง เขาก็จะสนับสนุนนูน นี้นั้น โดยพิจันท์ จะได้เดือนละ 1,000 บาท ซึ่งก็นำไปซื้อนม นม เนย แจกให้กับคนในชุมชน” (พิจันท์, สัมภาษณ์ 19 กรกฎาคม 2564)

กลไกที่ 3 คือ เครือข่ายความสัมพันธ์ภายนอกชุมชน สำหรับเครือข่ายความสัมพันธ์ภายนอกชุมชนพลตีสริสาสน์นั้นแบ่ง ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ ภาครัฐ ประกอบด้วยสำนักงานเขตดุสิต ซึ่งชุมชนพลตีสริสาสน์ อยู่ในแขวงถนนนครไชยศรี ก็จะได้รับ การดูแลจากสำนักงานเขตดุสิตอยู่เสมอ อาทิเช่น การเข้าตรวจเยี่ยมและพูดคุยให้กำลังใจแก่ผู้ป่วยติดเตียง พร้อมมอบผ้าอ้อมผู้ ให้แก่ผู้ป่วยได้ใช้ประโยชน์ หรือการเข้าเยี่ยมชมผักสวนครัวในชุมชนพลตีสริสาสน์ [9] ขณะที่โรงไฟฟ้าพระนครเหนือได้สนับสนุน กองทุนพัฒนาไฟฟ้าโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมพระนครเหนืออยู่เสมอ เครือข่ายการศึกษา ได้แก่ มหาวิทยาลัยนวัตกรรมราชนาถ ได้ส่งนักศึกษาและบุคลากรมาศึกษาดูงาน มาทำกิจกรรม รวมถึงมาช่วยเหลือชุมชนอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดูแล

เรื่องสุขภาพอนามัยของคนในชุมชน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชุมชนในลักษณะเช่นเดียวกับ มหาวิทยาลัยสวนดุสิตในการมาให้ความรู้ทางด้านการสร้างอาชีพ อาทิเช่น โครงการพัฒนาคุณภาพชีวิตเพื่อเสริมรายได้ให้ครัวเรือน และคนในชุมชนท้องถิ่น และมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ที่ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชุมชนในลักษณะการมาให้ความรู้ด้านอาชีพ อาทิเช่น การให้ความรู้การทำพวงมาลัยด้วยกระดาษทิชชู ทำให้คนในชุมชนสามารถหารายได้จากการทำพวงมาลัยดอกมะลิที่ทำจากกระดาษทิชชูได้ และภาคเอกชน ได้แก่ สมาคมนักข่าววิทยุและโทรทัศน์ไทย หรือโรงพยาบาลวิชัยยุทธ กล่าวได้ว่า เครือข่ายความสัมพันธ์ภายนอกชุมชน เป็นกลไกสำคัญหนึ่งที่ทำให้ชุมชนเข้มแข็ง ซึ่งการสร้างเครือข่ายความสัมพันธ์ภายในชุมชนดังกล่าว นำมาซึ่งการสร้างเสริมความเข้มแข็งภายในชุมชนได้อย่างดียิ่ง เพราะนอกจากจะเป็นการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างชุมชนกับหน่วยงานในทางความรู้สึกแล้ว ยังเป็นการสร้างรายได้ให้กับชุมชนได้อีกทางหนึ่งด้วย เพราะเมื่อคนในชุมชนได้รับความรู้ และเทคนิควิธีการต่าง ๆ แล้ว ก็สามารถนำไปต่อยอด/พัฒนาต่อไปได้อย่างยั่งยืน จนอาจขยายเป็นอาชีพหลักของชุมชนเลยทีเดียวได้ หรือจากคนที่ตกงาน อาจมีงานทำโดยการสร้างอาชีพที่ได้รับความรู้จากหน่วยงานต่าง ๆ ส่งผลให้คนในชุมชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น เพราะมีอาชีพ มีรายได้ มีความมั่นคง ในขณะที่เดียวกัน ยังเป็นการฝึกความชำนาญให้กับนักศึกษา หรือเจ้าหน้าที่ที่ลงมาให้ความรู้แก่ชุมชนอีกด้วย เรียกได้ว่า การสร้างเครือข่ายความสัมพันธ์ภายนอกชุมชนนั้นล้วนมีประโยชน์ทั้งต่อผู้ให้และผู้รับ ดังนั้น เครือข่ายความสัมพันธ์ภายนอกชุมชน จึงเป็นกลไกที่สำคัญมากในการสร้างความเข้มแข็งในชุมชน

กลไกที่ 4 คือ เทศกาลสำคัญในชุมชน โดยหนึ่งในการสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน คือ การให้คนในชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมกันทำกิจกรรมต่าง ๆ ในเทศกาลสำคัญ เพราะในแต่ละเทศกาลนั้นจะประกอบด้วยกิจกรรมมากมายที่ต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจของคนหลายคน เพื่อให้เกิดการสร้างกระบวนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในชุมชน [10] สำหรับชุมชนพลตสิริสาสน์ ก็ใช้เทศกาล และวันสำคัญต่าง ๆ เป็นสิ่งเชื่อมความสัมพันธ์กันระหว่างคนในชุมชน และสร้างการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน อาทิเช่น วันขึ้นปีใหม่ วันสงกรานต์ วันผู้สูงอายุ วันพ่อ วันแม่ วันครบรอบชุมชน วันลอยกระทง โดยกิจกรรมส่วนใหญ่ที่ทำนั้น จะเน้นการให้ทุกคนได้เข้ามามีส่วนร่วม เริ่มต้นตั้งแต่การระดมแรงกายแรงใจกันจัดงาน ชื่อของ ทำอาหาร ทำการแสดง อย่างนี้เป็นต้น ซึ่งนอกจากเทศกาลสำคัญที่ทำให้เกิดการรวมกลุ่มของคนในชุมชนแล้ว ยังมีการเลี้ยงวันเกิด เลี้ยงขอบคุณคณะกรรมการชุมชนอีกด้วย ซึ่งกิจกรรมหรือเทศกาลเหล่านี้ล้วนแล้วแต่ทำให้เกิดสายสัมพันธ์อันดีกับคนในชุมชน อันนำไปสู่การเสริมสร้างความเข้มแข็งภายในชุมชนอย่างยั่งยืน เพราะจุดประสงค์หลักของการดำเนินการกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ คือ เพื่อให้คนในชุมชนได้มีโอกาสพบปะสังสรรค์ ทำกิจกรรมระหว่างกันจนเกิดความสนิทสนม รวมถึงยังเป็นการรื้อฟื้นความสัมพันธ์ระหว่างกันได้อีกทางหนึ่งด้วย นับได้ว่าการจัดกิจกรรมตามเทศกาลต่าง ๆ ถือเป็นกลไกหนึ่งในการสร้างความเข้มแข็งในชุมชน

กิจกรรมการศึกษาโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กิจกรรมการสัมภาษณ์เชิงลึก

## สรุป

จากผลการศึกษา สรุปได้ว่า กลไกการสร้างความเข้มแข็งของชุมชนแพลตฟอร์ม เคหะศรียาน เริ่มต้นจากประธานชุมชน และคณะกรรมการชุมชนมีความเข้มแข็งก่อน โดยลักษณะของประธานชุมชนแพลตฟอร์ม เคหะศรียาน คือ เป็นผู้มีความรู้ความสามารถ โอ้อ้อมอารี เป็นที่ยอมรับของคนในชุมชน อุตศตนและมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีทั้งกับคนในชุมชน และนอกชุมชน ตลอดจนผู้นำมีวิสัยทัศน์นำชุมชนเข้ารับการจดทะเบียนกับกรุงเทพมหานครตั้งแต่ปีพ.ศ.2535 ทำให้ชุมชนสามารถอยู่เย็นหัดได้จนถึงทุกวันนี้ และถือเป็นชุมชนหนึ่งที่มีความเข้มแข็งเป็นอย่างมาก เมื่อผู้นำชุมชนเข้มแข็งแล้ว กลไกที่ 2 คือ เครือข่ายภายในชุมชน เพราะเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงให้คนในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับชุมชนแพลตฟอร์ม เคหะศรียาน เครือข่ายความสัมพันธ์ภายในชุมชนที่เห็นเด่นชัด ได้แก่ การร่วมเป็นอาสาสมัครสาธารณสุขกรุงเทพมหานคร (อสส.) อาสาสมัครป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน (อปพร.) จึงทำให้คนในชุมชนรู้สึกปลอดภัย มั่นคง และเชื่อใจผู้นำชุมชน รวมถึงยังทำให้ชุมชนได้รับการจัดสรรงบประมาณในการมาทำโครงการ/กิจกรรมอยู่เสมอ และญาติพี่น้องภายในชุมชน ซึ่งไม่ว่าจะเป็นญาติพี่น้องทางสายเลือด หรือไม่ใช่ญาติพี่น้องทางสายเลือดก็ตาม ต่างมีความรักใคร่กลมเกลียว และช่วยเหลือซึ่งกันและกันเสมอมา เช่น เมื่อคนในชุมชนเจ็บป่วยก็จะมีคนในชุมชนด้วยกันช่วยกันดูแล แจ้งประธานชุมชน และพาไปโรงพยาบาล ดูแลจนกว่าจะหายดี หรือการช่วยกันสอดส่องดูแลชุมชนจากภัยอันตรายต่าง ๆ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ความสัมพันธ์มีความแน่นแฟ้นมากขึ้น กลไกที่ 3 คือ เครือข่ายความสัมพันธ์ภายนอกชุมชน ได้แก่ เครือข่ายภาครัฐ เช่น สำนักงานเขตดุสิต ที่เข้ามาดูแลชุมชนอยู่เสมอ ทั้งการมาขอของ หรือการสนับสนุนงบประมาณในการทำกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับ โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ ได้เข้ามาช่วยเหลือชุมชนภายใต้โครงการกองทุนพัฒนาไฟฟ้าโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมพระนครเหนือ เช่น การซ่อมแซมอาคารที่ทำการชุมชนแพลตฟอร์ม เคหะศรียาน ต่อมาคือ เครือข่ายการศึกษา เช่น มหาวิทยาลัยนวมินทราชินราช ที่มาช่วยเหลือทางด้านกายภาพ การพยาบาล และการดูแลรักษาสุขภาพแวดล้อมภายในชุมชนเป็นหลัก มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เข้ามาสร้างความสัมพันธ์กับชุมชนในลักษณะการให้ความรู้ทางด้านอาชีพ อาทิเช่น การทำพวงมาลัยด้วยกระดาษทิชชู ทำให้คนในชุมชนสามารถหารายได้จากการทำพวงมาลัยดอกมะลิที่ทำจากกระดาษทิชชูได้ อันเป็นการส่งเสริมอาชีพอย่างยั่งยืนให้กับคนในชุมชน เพราะสามารถส่งต่อความรู้ไปยังรุ่นลูก รุ่นหลานได้ หรือมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่มาสร้างความสัมพันธ์กับชุมชนในลักษณะเช่นเดียวกับมหาวิทยาลัยสวนดุสิตในการมาให้ความรู้ทางด้านอาชีพ อาทิเช่น โครงการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่มีรายได้เสริมเพิ่มรายได้หลักให้ครัวเรือนและคนในชุมชนท้องถิ่น ซึ่งเป็นการให้พี่พินิจ และการให้ความรู้ในการปลูกพืชผักสวนครัว จนทำให้ขณะนี้ชุมชนแพลตฟอร์ม เคหะศรียาน มีพืชผักสวนครัวนานาชนิด นอกจากนี้ยังมีเครือข่ายภาคเอกชน อาทิเช่น สมาคมนักข่าววิทยุและโทรทัศน์ไทย และโรงพยาบาลวิชัยยุทธ ที่ได้เข้ามาช่วยเหลือ ทั้งการแจกสิ่งของ หรือการเข้ามาพัฒนาปรับปรุงการก่อสร้างโรงขยะ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการแยกขยะ ตลอดจนปลูกฝังให้คนในชุมชนรักษาสิ่งแวดล้อม เมื่อชุมชนแพลตฟอร์ม เคหะศรียานได้รับความรู้มาแล้ว ก็นำความรู้นั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์สามารถสร้างอาชีพได้ นั่นสะท้อนได้ว่า สิ่งที่หน่วยงานให้กับชุมชนนั้นไม่สูญเปล่า สามารถนำไปต่อยอดเพื่อทำประโยชน์แก่สังคมอย่างยั่งยืน เช่น การนำพืชผักสวนครัว หรือสมุนไพรไปแจกจ่ายให้กับชุมชนรอบข้างด้วยความเต็มใจ ซึ่งเป็นการแสดงถึงความมีน้ำใจ และรู้จักแบ่งปันจากสิ่งที่ชุมชนแพลตฟอร์ม เคหะศรียานเคยได้รับมาส่งต่อให้กับชุมชนอื่นที่ยังไม่มี และกลไกที่ 4 คือ เทศกาลสำคัญในชุมชน เพราะในแต่ละเทศกาลนั้นจะประกอบด้วยกิจกรรมมากมายที่ต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจของคนหลายคน อาทิเช่น วันขึ้นปีใหม่ วันเด็ก วันสงกรานต์ วันพ่อ วันแม่ วันลอยกระทง โดยคนในชุมชนมักจะทำอาหารมาเลี้ยงกันเอง โดยการเรียไรเงินช่วยกันสร้างกิจกรรมในวันสำคัญต่าง ๆ ทั้งนี้ ไม่ว่าจะเทศกาลใดต่างก็สามารถเชื่อมความสัมพันธ์อันดีระหว่างคนในชุมชนได้

ดังนั้น จากกลไกทั้ง 4 กลไกดังกล่าว จึงสามารถสรุปได้ว่ากลไกการสร้างความเข้มแข็งของชุมชนแพลตฟอร์ม เคหะศรียาน ประกอบด้วย ผู้นำชุมชนเข้มแข็ง เครือข่ายภายในชุมชน เครือข่ายภายนอกชุมชน และเทศกาลสำคัญ ซึ่งทั้ง 4 กลไกต่างเชื่อมโยงประสานกันทำให้คนในชุมชนได้มีส่วนร่วมในการผลักดันให้ชุมชนเกิดการพัฒนายั่งยืน กล่าวได้ว่า หากชุมชนใดอยากให้ชุมชนเข้มแข็ง จึงจำเป็นต้องอาศัยกลไกเหล่านี้เป็นสิ่งผลักดัน ซึ่งแต่ละชุมชนอาจมีรายละเอียดในกลไกการผลักดันที่แตกต่างกันไป แต่ท้ายที่สุดแล้วผลลัพธ์ที่ได้ย่อมมีคุณค่าเหมือนกัน เพราะเมื่อชุมชนเข้มแข็ง ก็จะนำพาสังคม เศรษฐกิจ และประเทศชาติให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป



## เอกสารอ้างอิง

- [1] นพดล เหล่ากอ. (2555). ชุมชนเข้มแข็ง. เข้าถึงได้จาก <https://www.gotoknow.org/posts/32079>
- [2] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12*. กรุงเทพฯ.
- [3] วชิรวัชร งามละม่อม. (ม.ป.ป). *แนวคิดการมีส่วนร่วมในการพัฒนาในชุมชน*. กรุงเทพฯ: สถาบัน TDRM.
- [4] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2544). *กระบวนการเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน*. กรุงเทพฯ.
- [5] โกวิทย์ พวงงาม. (2553). *การจัดการตนเองของชุมชนและท้องถิ่น*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- [6] แสน กิรินวนันท์ และสิริยา รัตนช่วย. (2561). กลไกการสร้างเสริมความเข้มแข็งของสวัสดิการชุมชนเมือง กรณีศึกษาชุมชนชาวไทยเกาะกลาง ชุมชนชาวจีนโอบี๊ ชุมชนคริสต์กุฎีจีนและชุมชนมุสลิมมัสยิดกมาลุอิสลาม กรุงเทพมหานคร. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 7(5).
- [7] ลัดดาวลัย สำราญ. (2554). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มแข็งของชุมชน กรณีศึกษา อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี. *ในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1*.
- [8] จักรี ศีจารุเมธีญาณ และพระถนัด วทฒโน. (2561). ภาวะผู้นำกับการพัฒนาชุมชน. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, ฉบับพิเศษ.
- [9] สำนักงานเขตดุสิต. (2559). เข้าถึงได้จาก สำนักงานเขตดุสิต (Dusit Distric Office): <http://www.bangkok.go.th/dusit/page/sub/686/3/1/info/51900/12->
- [10] พัชนี ตูเลียะ. (2561). ปัจจัยที่ส่งเสริมและพัฒนาความเข้มแข็งของชุมชนในจังหวัดนราธิวาส. *Veridian E-Journal Silapakorn University*, 11(2).

# การประเมินประสิทธิภาพของหน้ากากผ้า เพื่อป้องกันการสัมผัส ละอองฝอย

## Evaluation of cloth face masks for protection against exposure to droplets

โอฟาร อนันตพุงศ์<sup>1\*</sup> และ มณีรัตน์ องค์กรณดี<sup>2</sup>

Olan Anantanupong<sup>1\*</sup> and Maneerat Ongwandee<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> นักศึกษา หลักสูตรการพัฒนาและจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพฯ 10300

<sup>2</sup> รองศาสตราจารย์ ภาควิชาบริหารและจัดการเมือง วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพฯ 10300

โทรศัพท์ : 063 793 2463, E-mail : Olan@nmu.ac.th

### บทคัดย่อ

ด้วยสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด-19) ทำให้ความต้องการใช้หน้ากากอนามัยทางการแพทย์เพิ่มสูงขึ้นเป็นทวีคูณจึงเกิดวิกฤตขาดแคลนหน้ากากอนามัย ดังนั้นกระทรวงสาธารณสุขจึงแนะนำให้ประชาชนทั่วไปใช้หน้ากากผ้าป้องกันการติดเชื้อทางละอองฝอย วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อหาประสิทธิภาพในการกรองละอองฝอยของหน้ากากผ้าที่ขายในท้องตลาด จำนวน 12 ตัวอย่างโดยใช้ประสิทธิภาพของหน้ากากอนามัยทางการแพทย์เป็นเบนช์มาร์ค โดยจำลองการสวมหน้ากากผ้ากับใบหน้าของหุ่นฝึกทางการแพทย์ ใช้เครื่องดูดเสมหะดูดอากาศด้วยอัตรา 15 ลิตรต่อนาทีผ่านหน้ากากที่ทดสอบ สร้างละอองฝอยจากน้ำดื่มบรรจุขวดภายในกล่องอะคริลิกที่ครอบคลุมศีรษะของหุ่นฝึกขนาด 0.9x0.9x0.9 ลบ.ม. และวัดจำนวนละอองฝอยขนาด 3 ไมครอนในกล่องทดลองด้วยเครื่องวัดอนุภาค หน้ากากผ้าแต่ละตัวอย่างทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุผ้าในการกรองโดยปิดขอบหน้ากากกับใบหน้าหุ่นพบว่า หน้ากากผ้ามีผลมีประสิทธิภาพการกรองสูงสุดร้อยละ 62 แต่ยังคงต่ำกว่าหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ซึ่งมีประสิทธิภาพร้อยละ 82 ราคาขายและการซักไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 การสวมหน้ากากผ้าทับหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ที่สวมกับหุ่นโดยไม่ปิดขอบสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกรองจากร้อยละ 49 เป็นร้อยละ 62-65 เนื่องจากลดการรั่วของอากาศตามขอบหน้ากากที่สัมผัสกับใบหน้า

**คำสำคัญ :** หน้ากากผ้า; หน้ากากอนามัยทางการแพทย์; ประสิทธิภาพการกรอง; ละอองฝอย

### Abstract

With an epidemic situation of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), a necessity of surgical masks has been dramatically increasing, resulting in a shortage. Thus, the Ministration of Public Health advises people to use cloth face masks for protection against exposure to droplets. The objective of this study was to determine aerosol filtration efficiency of market-sold cloth masks. Twelve mask samples were tested in comparison with surgical mask efficiency as a benchmark. Measurement was conducted using a medical manikin wearing a test face mask and drawing the ambient air through the mask by a suction unit with a flowrate of 15 liter per minute. Aerosols were generated from bottle-drinking water in a 0.9x0.9x0.9 m<sup>3</sup> acrylic chamber covering the manikin head part. A particle counter was used to measure a number of 3 micron aerosols. Each mask sample was repeatedly tested for three times. The aerosol filtration efficiency of the cloth materials were tested by firmly attachment to the manikin face. Results show that the muslin masks had the highest efficiency of 62%, but they were still lower than that of the surgical mask of 82%. Mask sale





price and washing did not affect the filtration efficiency at the 0.05 level of the significance. Wearing the manikin face with a cloth mask over an unsealed-side surgical mask helped to increase the efficiency from 49% to 62-65% due to the reduction of air leakage at the sides.

**Keywords :** cloth mask; surgical mask; filtration efficiency; droplets

## บทนำ

จากสถานการณ์ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย ในตอนนี้ กำลังเผชิญกับปัญหาการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (Coronavirus disease 2019, COVID-19) เกิดจากเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ SARS-CoV-2 [1] สามารถติดต่อผ่านระบบทางเดินหายใจ จากการจับสัมผัสเชื้อมาจากละอองฝอยที่ลอยอยู่ในอากาศและติดตามพื้นผิวต่าง ๆ วิธีการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อ COVID-19 คือ การสวมหน้ากากอนามัย การล้างมือโดยใช้สบู่ หรือเจลแอลกอฮอล์ การรักษาระยะห่างที่ปลอดภัยจากผู้ที่เป็นไอหรือจาม ไม่สัมผัสตา จมูก หรือปาก เป็นต้น โดยการสวมหน้ากากอนามัยเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการลดการกระจายของโรค COVID-19 [2] หน้ากากประเภทหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ (Surgical mask) ชนิดใช้ครั้งเดียวสามารถป้องกันสารคัดหลั่งได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง [3]

เนื่องจากในช่วงประเทศไทยเผชิญปัญหาวิกฤตการระบาดของโรคโควิด-19 (COVID-19) ทำให้หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ (Surgical mask) ขาดแคลน [4] เพื่อการป้องกันตนเองของประชาชน หน้ากากผ้าเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการสวมใส่ในช่วงการระบาดของโรคโควิด-19 โดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยแนะนำผ้าที่เหมาะสมใช้ทำหน้ากาก 2 ชั้น ป้องกันละอองน้ำลาย ได้แก่ ผ้าฝ้ายมัสลิน ผ้านาโน ผ้าฝ้ายดิบ ผ้ายัด และผ้าสาหลู [5] ทำให้มีการผลิตหน้ากากผ้าจำหน่ายตามท้องตลาดอย่างหลากหลาย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการหาประสิทธิภาพของหน้ากากผ้าในการกรองละอองฝอยขนาดใหญ่กว่า 3 ไมครอนในชั้นบรรยากาศ โดยทดสอบหน้ากากผ้าที่ขายในท้องตลาดและห้างร้านที่ประชาชนนิยมใช้ เปรียบเทียบกับหน้ากากประเภทหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ (Surgical mask) ชนิดใช้ครั้งเดียว ด้วยการจำลองการหายใจของมนุษย์กับหุ่นทางการแพทย์และเครื่องดูดเสมหะ แล้ววัดความเข้มข้นของละอองฝอยในอากาศที่ดูดผ่านหน้ากาก

## อุปกรณ์และวิธีการ

### วัสดุและอุปกรณ์

**หน้ากากที่ใช้ในการทดสอบ** หาซื้อได้ทั่วไปในท้องตลาดทั้งแบบที่มีเยื่อและแบบที่ไม่มีเยื่อ โดยพิจารณาคัดเลือกหน้ากากในการทดสอบตามข้อแนะนำคุณลักษณะหน้ากากอนามัยแบบผ้าของประกาศกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นหน้ากากผ้าชนิด 2 ชั้น ได้แก่ หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ หน้ากากผ้าฝ้ายดิบ หน้ากากผ้าฝ้าย หน้ากากผ้ายัด หน้ากากผ้าไหม หน้ากากผ้าลูกไม้ หน้ากากผ้ามัสลิน และหน้ากากผ้าที่จำหน่ายในห้าง

**หุ่นฝึกปฏิบัติทางการแพทย์** เป็นหุ่นฝึกปฏิบัติทางด้านกายวิภาคศาสตร์ที่มีขนาดและลักษณะภายนอกคล้ายกับมนุษย์จริง ขนาดครึ่งตัวไม่มีแขน ลักษณะถูกต้องทางกายวิภาค มีอวัยวะที่ใบหน้าคล้ายมนุษย์จริง ทั้งจมูก ปาก เป็นต้น และจำลองแบบระบบทางเดินหายใจส่วนบนไว้เปรียบเสมือนของจริง

**กล่องทดสอบ** เป็นกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 90x90x90 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำมาจากแผ่นอะคริลิคแบบใส โดยปิดจำนวน 5 ด้าน สำหรับด้านล่างของกล่องเว้นว่างเพื่อสำหรับการวางครอบหุ่นทดลองทางการแพทย์ อีกด้านหนึ่งเจาะรูเพื่อใส่พัดลมขนาดเล็กใช้สำหรับหมุนเวียนระบายอากาศภายในกล่องทดลอง และอีกด้านมีการเจาะรูเพื่อเป็นที่ใส่ส่วนหัวของหุ่นทดลองทางการแพทย์

**เครื่องวัดจำนวนละอองฝอย** (เครื่องฟิตเทสต์ หรือ Mask fitting tester รุ่น MT-05U) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำการทดสอบการเลือกหน้ากากที่เหมาะสมในการใช้เข้ากับใบหน้าแต่ละคนเพื่อความแนบชิดที่เหมาะสมพอดี และเครื่องรุ่น MT-05U สามารถทำการทดสอบความพอดีในเชิงปริมาณได้

**เครื่องผลิตละอองฝอย** ชื่อ Travel humidifier ultrasonic รุ่น U7146 ของบริษัท Boneco เป็นเครื่องที่ใช้ในการผลิตละอองฝอย ในงานวิจัยใช้น้ำดื่มจากขวดบรรจุภัณฑ์มาผลิตละอองฝอยในการทดลอง มีการควบคุมความเข้มข้นของละอองฝอยขนาดในกล่องการทดสอบที่ 3,000-5,000 อนุภาค



เครื่องดูดเสมหะทางการแพทย์ (Suction unit) ยี่ห้อ Kataspir เพื่อจำลองการหายใจของผู้สวมใส่หน้ากาก โดยตั้งค่าอัตราการดูดอากาศด้วยแรงดูดคงที่ 6 เซนติเมตรของปรอท หรือเทียบเท่าอัตราการหายใจ 15 ลิตรต่อนาที

พัสดุลมขนาดเล็ก จำนวน 2 เครื่อง ใช้ในการทดลองเพื่อทำให้อากาศภายในกล่องทดลองเกิดความหมุนเวียนและคงที่ เกิดการไหลเวียนของอากาศในการทดลอง

เทปกาวทางการแพทย์ (Micropore 3M) ใช้ติดยึดขอบหน้ากากที่ใช้ในการทดลองเข้ากับใบหน้าของหุ่นทดลองทางการแพทย์ให้แนบชิดติดกัน ป้องกันการรั่วไหลของอากาศระหว่างขอบหน้ากากกับพื้นผิวใบหน้าของหุ่นทดลองทางการแพทย์

#### ขั้นตอนการทดลอง

1) จัดเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดสอบ และความพร้อมของสถานที่และสิ่งแวดล้อมในการทดลอง โดยหน้ากากผ้าในการทดสอบจัดหาจากร้านค้าตามท้องตลาดทั่วไป และห้างร้านขนาดใหญ่

2) ครอบหน้ากากที่ต้องการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันการสัมผัสละอองฝอยเข้าสู่ที่บริเวณจมูกและปากของหุ่นฝึกตามลักษณะการสวมใส่ของคน ใช้เทปกาวกระดาษปิดขอบหน้ากากที่สัมผัสกับใบหน้าของหุ่นให้แนบสนิท เพื่อป้องกันอากาศรั่วไหล และปิดช่องเปิดที่เชื่อมต่อช่องจมูกและปากของหุ่นทุกช่องด้วยเทปกาวกระดาษ ยกเว้นท่อจากช่องคอหุ่นที่หนึ่งถูกเชื่อมต่อกับสายยางเข้าเครื่องดูดเสมหะเพื่อจำลองการหายใจของผู้สวมใส่หน้ากาก

3) จำลองการหายใจของผู้สวมใส่หน้ากากเปรียบเสมือนจริง โดยใช้เครื่องดูดเสมหะทางการแพทย์ ตั้งอัตราการดูดอากาศด้วยความดันคงที่ 6 เซนติเมตรปรอท หรือเทียบเท่าอัตราการหายใจ 15 ลิตรต่อนาที ทำการเชื่อมต่อสายยางจากเครื่องดูดเสมหะเข้ากับท่อจำลองระบบทางเดินหายใจของหุ่นทดลองทางการแพทย์ เริ่มการทำงานของเครื่องหลังจากที่ทำการทดลองครั้งที่ 1 ของหน้ากากแต่ละชนิด

4) ครอบศีรษะของหุ่นด้วยกล่องทดลองที่มีเครื่องผลิตละอองฝอยอยู่ในกล่อง โดยในการผลิตละอองฝอยใช้เป็นน้ำดื่ม ทำการปรับการผลิตละอองฝอยออกมาอย่างสม่ำเสมอและคงที่ตามที่กำหนดใช้ในการทดลอง

5) ใช้เครื่องวัดปริมาณละอองฝอย วัดปริมาณละอองฝอยที่ 2 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งภายนอกหน้ากาก เพื่อวัดปริมาณของละอองฝอยที่อยู่ภายนอกหน้ากากที่ทำการทดลอง และตำแหน่งภายในหน้ากากที่ทดลอง เพื่อวัดปริมาณของละอองฝอยที่ผ่านหน้ากากมาด้านใน

6) เริ่มทำการผลิตละอองฝอยที่มีขนาด 3 ไมครอน โดยปรับค่าปริมาณความเข้มข้นของละอองฝอยภายในกล่องที่อยู่นอกหน้ากากการทดลองอยู่ที่ 3,000-5,000 อนุภาค โดยมีการควบคุมการหมุนเวียนอากาศภายในกล่องทดลองด้วยการเปิดพัดลมจำนวน 2 ตำแหน่ง เมื่อได้ค่าปริมาณละอองฝอยตามที่ต้องการ เริ่มทำการทดสอบหน้ากาก

7) ทำการทดสอบหน้ากากทีละชนิด วัดจำนวนละอองฝอยภายนอกและภายในหน้ากาก ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

8) คำนวณประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย แล้วหาค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง



ภาพที่ 1 การทดลอง

#### การศึกษาผลของระยะเวลาการใช้หน้ากากต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย

จุดประสงค์เพื่อหาว่าระยะเวลาการใช้หน้ากากมีผลต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยหรือไม่ โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ทำการทดลองตามขั้นตอน ข้อ 1 - ข้อ 9
2. ระยะเวลาในการทดลองใช้เวลา 2 ชั่วโมง



3.บันทึกค่าจำนวนละอองฝอยภายนอกและภายในหน้ากากทุก 10 นาที ตั้งแต่เริ่มการทดลอง จนถึงสิ้นสุด 2 ชั่วโมง  
คำนวณประสิทธิภาพการกรอง

4.ทำการทดลองกับหน้ากาก 3 ประเภท ดังนี้ แบบที่ 1 หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ แบบที่ 2 หน้ากากผ้ามีสลิอัน  
ใหม่ และแบบที่ 3 หน้ากากผ้ามีสลิอันที่ผ่านการซักมาจำนวน 20 ครั้ง

การศึกษาผลของชนิดของหน้ากากต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย

จุดประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของหน้ากากที่ทำจากวัสดุแต่ละชนิด โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1.ทำการทดลองตามขั้นตอน โดยทำการทดสอบหน้ากากตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง

2.บันทึกค่าจำนวนละอองฝอยภายนอกและภายในหน้ากากทุก 5 นาที เป็นเวลา 15 นาที เพื่อหาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ  
การกรองของหน้ากากชนิดนั้น ๆ

การศึกษาผลของการซักต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย

จุดประสงค์เพื่อหาว่าการซักทำความสะอาดมีผลต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของหน้ากากผ้าหรือไม่ โดยมี  
ขั้นตอนการทดลองดังนี้

1.ทำการทดลองตามขั้นตอนข้อ 1 - ข้อ 9 โดยเป็นหน้ากากผ้าแต่ละชนิดที่ผ่านการซักตามหลักประกาศกรมวิทยาศาสตร์  
บริการ เรื่อง ชื้อแนะนำคุณลักษณะหน้ากากอนามัยแบบผ้า (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2563) ดังนี้

1.1 ทำการซักด้วยมือ โดยแช่ตัวอย่างในสารละลายผงซักฟอกมาตรฐานความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10  
นาที ที่อุณหภูมิห้อง

1.2 ทำการซักด้วยการขยี้เบาๆ ประมาณ 30 วินาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นจำนวน 3 ครั้ง บีบน้ำออกให้หมด แล้ว  
ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ

1.3 ทำการซักแบบเดียวกันจนครบการซักจำนวน 20 ครั้ง แล้วทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

2.ทำการทดสอบหน้ากาก ยกเว้นหน้ากากอนามัยทางการแพทย์

3.บันทึกค่าจำนวนละอองฝอยภายนอกและภายในหน้ากากทุก 5 นาที เป็นเวลา 15 นาที เพื่อหาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ  
การกรองของหน้ากากชนิดนั้น ๆ

4.นำผลมาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพหน้ากากก่อนซักและหลักซักด้วยโปรแกรมสถิติ

การศึกษาผลของลักษณะการสวมใส่หน้ากากต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย

จุดประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยในสภาวะจำลองการสวมใส่ในรูปแบบจริงเทียบกับการสวมใส่ที่  
หน้ากากแนบกับใบหน้าไม่มีช่องรั่ว และการใช้หน้ากากผ้าสวมทับหน้ากากอนามัย โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1.ทำการทดลองตามขั้นตอน ข้อ 1 - ข้อ 9

2.ทำการทดลองหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ ที่มีการสวมใส่หน้ากากเปรียบเสมือนจริง โดยการการใส่ที่เป็นแบบ  
ปกติไม่มีการปิดขอบด้วยเทปกาว

3.นำผลของการทดลอง 2 แบบ คือ แบบมีการปิดขอบด้วยเทปกาว กับแบบไม่มีการปิดขอบด้วยเทปกาวมาเปรียบเทียบ  
ค่าอัตราการกรองในแต่ละแบบ

4.การทดลองโดยการสวมใส่หน้ากากจำนวน 2 ชั้น คือ หน้ากากอนามัยทางการแพทย์เป็นชั้นใน และทับด้วยหน้ากากผ้า  
ที่มีขนาดใหญ่กว่าหน้ากากอนามัยทางการแพทย์เป็นชั้นนอกที่ไม่มีการปิดขอบด้วยเทปกาว เป็นการสวมใส่แบบปกติ โดยทดลอง 3  
แบบดังนี้

1) หน้ากากผ้ามีสลิอัน ทับ หน้ากากอนามัยทางการแพทย์

2) หน้ากากผ้าฝ้าย ทับ หน้ากากอนามัยทางการแพทย์

3) หน้ากากผ้ายัด ทับ หน้ากากอนามัยทางการแพทย์

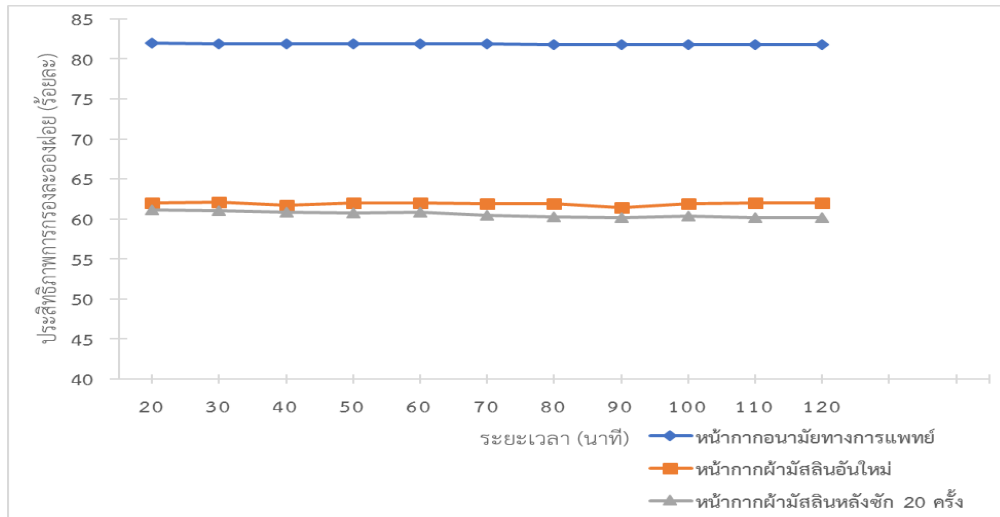
5.บันทึกค่าจำนวนละอองฝอยภายนอกและภายในหน้ากากทุก 5 นาที เป็นเวลา 15 นาที เพื่อหาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ  
การกรองของหน้ากากชนิดนั้น ๆ

6.ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกรองโดยการแยกตามลักษณะการสวมใส่หน้ากากที่แตกต่างกัน

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. ผลของระยะเวลาการใช้หน้ากากต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย

ทำการทดสอบหน้ากากจำนวน 3 แบบ คือ 1.หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ 2.หน้ากากผ้ามีสลิ้น (อันใหม่) และ 3.หน้ากากผ้ามีสลิ้นที่ผ่านการซักจำนวน 20 ครั้ง ในการกรองละอองฝอยเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ประสิทธิภาพการกรองแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของหน้ากากเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ประสิทธิภาพการกรองเฉลี่ยในเวลา 2 ชั่วโมงของหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ เท่ากับร้อยละ 81.91 หน้ากากผ้ามีสลิ้นแบบอันใหม่ เท่ากับร้อยละ 61.95 และหน้ากากผ้ามีสลิ้นแบบหลังจากผ่านการซักจำนวน 20 ครั้ง เท่ากับร้อยละ 60.65

### 2. ประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของชนิดหน้ากากที่ศึกษา

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของหน้ากากใหม่ที่ไม่ได้ซักแสดงดังตารางที่ 1 ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบจำนวน 3 ครั้งต่อหน้ากาก 1 ชิ้น โดยระยะเวลาห่างกันครั้งละ 5 นาที ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของหน้ากากที่ศึกษา

ลำดับ	ชนิด	ประสิทธิภาพการกรองเฉลี่ย (ร้อยละ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ร้อยละ)
1	หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ 1 ชิ้น	82.30	0.59
2	หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ซ้อน 2 ชิ้น	86.18	0.80
2	หน้ากากผ้าฝ้ายดิบ	58.65	0.88
3	หน้ากากผ้ายัด	56.14	1.4
4	หน้ากากผ้าไหม	58.29	0.41
5	หน้ากากผ้าลูกไม้	33.33	2.12
6	หน้ากากผ้าฝ้าย-1	58.45	0.48
7	หน้ากากผ้าฝ้าย-2	58.18	0.23
8	หน้ากากผ้ามีสลิ้น 2 ชิ้น -1	61.22	0.21
9	หน้ากากผ้ามีสลิ้น 2 ชิ้น -2	61.94	0.08
10	หน้ากากผ้ามีสลิ้น 2 ชิ้น -3	62.06	0.11
11	หน้ากากผ้ามีสลิ้น 2 ชิ้น แบรินด์-1	62.15	0.27
12	หน้ากากผ้ามีสลิ้น 2 ชิ้น แบรินด์-2	63.33	0.18
13	หน้ากากผ้ามีสลิ้น 2 ชิ้น แบรินด์-3	62.51	0.33
14	หน้ากากผ้ามีสลิ้น 2 ชิ้น แบรินด์-4	62.91	0.19

หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ จำนวน 1 ชั้น มีประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยร้อยละ 82.3 ซึ่งใช้เป็นค่าเบนช์มาร์ค (benchmark) สำหรับพิจารณาความสามารถของหน้ากากผ้าชนิดอื่น ๆ ในการกรองละอองฝอย หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ผลิตจากวัสดุเส้นใยพอลิโพรไพลีนด้วยกรรมวิธีที่ผ่านมาตรฐานการรับรองคุณภาพ จึงทำให้มีประสิทธิภาพสูงในการกรองฝอยเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างหน้ากากผ้าที่ไม่มีเยื่อหุ้มทางการแพทย์ ราคาขายอยู่ในช่วง 20 – 50 บาท ทำจากผ้าฝ้ายลินิน ให้พบว่าหน้ากากที่การกรองละอองฝอยสูงกว่าหน้ากากที่ทำจากผ้าประสิทธิภาพฝ้าย ผ้ายัด ผ้าลูกไม้ ผ้าไหม งานวิจัยของ พานิช อินต๊ะ (2564) ทดสอบประสิทธิภาพหน้ากากที่อนุภาค 0.3 ไมครอน พบว่า หน้ากาก N95 มีประสิทธิภาพการกรองที่อนุภาค 0.3 ไมครอน ได้ 95% มีลักษณะแนบกระชับกับใบหน้า สามารถป้องกันอนุภาคเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจากทุกทิศทาง ไม่มีกรร้าวของอากาศภายในหน้ากาก หน้ากากอนามัยแบบ 3 ชั้น มีประสิทธิภาพการกรองที่อนุภาค 0.3 ไมครอน ได้ 50% - 70% สามารถป้องกันของเหลว หรือสารคัดหลั่ง โดยใช้วัสดุสังเคราะห์ เคลือบสารป้องกันการดูดซับของเหลว อากาศสามารถร่วผ่านทางด้านขอบของหน้ากากได้ หน้ากากผ้าที่ตัดเย็บผ้าซ้อนกันอย่างน้อย 2 ชั้น มีประสิทธิภาพการกรองที่อนุภาค 0.3 ไมครอน ได้ 18% - 35% สามารถป้องกันของเหลว หรือสารคัดหลั่ง อากาศสามารถร่วผ่านทางด้านขอบของหน้ากากได้ ซึ่งการสวมหน้ากากป้องกันขึ้นอยู่กับลักษณะงานหรือกิจกรรมของผู้สวมใส่ เพื่อใช้ในการป้องกันและลดความเสี่ยง และพบว่าหน้ากากผ้าราคาต่ำกว่า 50 บาท มีประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยไม่แตกต่างจากหน้ากากผ้าที่มีราคาสูงกว่า 100 บาท ดังนั้นราคาขายจึงไม่ได้สะท้อนถึงประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย แต่ราคาอาจเป็นปัจจัยต้นทุนของการผลิตหน้ากากที่มีรูปลักษณะภายนอกที่ให้เกิดความสวยงาม

### 3. ผลของการซักต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของหน้ากากใหม่ที่ไม่ได้ซักและหน้ากากผ้าที่ผ่านการซักมาจำนวน 20 ครั้ง ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบจำนวน 3 ครั้งต่อหน้ากาก 1 ชั้น โดยระยะเวลาห่างกันครั้งละ 5 นาที ตารางที่ 2 ผลของการซักต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย

ชนิดหน้ากาก	ประสิทธิภาพการกรองเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	ก่อนซัก	หลังซัก 20 ครั้ง
หน้ากากผ้าฝ้ายดิบ	58.65	50.48
หน้ากากผ้ายัด	56.14	49.71
หน้ากากผ้าไหม	58.29	57.03
หน้ากากผ้าลูกไม้	33.33	29.84
หน้ากากผ้าฝ้าย-1	58.45	58.09
หน้ากากผ้าฝ้าย-2	58.18	58.18
หน้ากากผ้าฝ้ายลินิน 2 ชั้น -1	61.22	61.02
หน้ากากผ้าฝ้ายลินิน 2 ชั้น -2	61.94	61.94
หน้ากากผ้าฝ้ายลินิน 2 ชั้น -3	62.06	61.93
หน้ากากผ้าฝ้ายลินิน 2 ชั้น แบรินด์-1	62.15	61.95
หน้ากากผ้าฝ้ายลินิน 2 ชั้น แบรินด์-2	63.33	62.96
หน้ากากผ้าฝ้ายลินิน 2 ชั้น แบรินด์-3	62.51	62.41
หน้ากากผ้าฝ้ายลินิน 2 ชั้น แบรินด์-4	62.91	62.74

ผู้วิจัยตั้งสมมติฐาน H1 หน้ากากผ้าที่ไม่ผ่านการซักมีประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยแตกต่างจากหน้ากากผ้าที่ผ่านการซักทดสอบด้วย Paired-sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ได้ผลการทดสอบสมมติฐานแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมมติฐานผลของการซักต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย

	n	M	SD	t	df	p
ประสิทธิภาพการกรองก่อนซัก	13	58.39	7.86	2.16	12	.051
ประสิทธิภาพการกรองหลังซัก	13	56.77	9.22			

หมายเหตุ n=จำนวนตัวอย่าง, M=ค่ากลางเฉลี่ย, SD=ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, t=ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว, df=จำนวนค่าอิสระ, p= P-value หรือค่า Sig

ผลการทดสอบสมมติฐาน ปฏิเสธ H1 คือ หน้ากากผ้าที่ไม่ผ่านการซักมีประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยที่ไม่แตกต่างจากหน้ากากผ้าที่ผ่านการซัก ดังนั้นการซักจึงไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกรอง หมายเหตุ สภาวะการซักเป็นไปตามขั้นตอนการซักของประกาศกรมวิทยาศาสตร์บริการ เรื่อง ชื้อแนะนำคุณลักษณะหน้ากากอนามัยแบบผ้า กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2563) แต่ถ้ามีการเกิดการทำลายเส้นใยผ้าให้มีช่องว่าง หรือการฉีกขาดจากการซักขยี้ที่แรงก็ส่งผลต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของหน้ากากนั้น ๆ ได้

**4. หน้ากากต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยผลของลักษณะการสวมใส่**

ผลการทดสอบลักษณะการสวมใส่หน้ากากอนามัยต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย ทำการทดลองลักษณะการสวมใส่ออกเป็น 5 แบบ แสดงดังตารางที่ 4 ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ตารางที่ 4 ผลของลักษณะการสวมใส่หน้ากากต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย

การสวมใส่	ประสิทธิภาพการกรองเฉลี่ย (ร้อยละ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ปิดขอบด้วยเทป	82.3	0.59
หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ไม่ปิดขอบ	45.9	0.70
หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ปิดทับด้วยหน้ากากผ้ามีสลิต	64.9	0.30
หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ปิดทับด้วยหน้ากากผ้าฝ้าย	63.3	0.45
หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ปิดทับด้วยหน้ากากผ้ายัด	62.1	0.45

หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ที่สวมใส่โดยไม่มีการปิดขอบรอบข้าง ประสิทธิภาพอัตราการกรอง ร้อยละ 45.9 หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ปิดทับด้วยหน้ากากผ้ามีสลิต ประสิทธิภาพอัตราการกรอง ร้อยละ 64.9 หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ปิดทับด้วยหน้ากากผ้าฝ้าย ประสิทธิภาพอัตราการกรอง ร้อยละ 63.3 และหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ปิดทับด้วยหน้ากากผ้ายัด ประสิทธิภาพอัตราการกรอง ร้อยละ 62.1 แสดงว่า ลักษณะการสวมใส่หน้ากากส่งผลต่ออัตราประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยจากการทดลองพบว่า การสวมใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ที่ทับด้วยหน้ากากที่ใหญ่กว่า มีประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยได้ดีกว่าการสวมใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ที่ไม่มีการปิดขอบเพียงอย่างเดียว เพราะมีการรั่วบริเวณรอยขอบของหน้ากากที่สัมผัสกับผิวใบหน้าของผู้สวมใส่ เนื่องจากเกิดช่องว่างตามขอบ โดยในการทดลองการสวมใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ที่ปิดทับด้วยหน้ากากผ้ามีสลิตที่มีขนาดใหญ่กว่า มีประสิทธิภาพในการกรองละอองฝอยได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การสวมใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ที่ปิดทับด้วยหน้ากากผ้าฝ้าย

**สรุปผล**

- 1. ประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของชนิดหน้ากากที่ศึกษา** หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ จำนวน 1 ชั้น มีประสิทธิภาพการกรอง ร้อยละ 82.3 จำนวน 2 ชั้น มีประสิทธิภาพการกรองร้อยละ 86.18 โดยใช้ค่าประสิทธิภาพการกรองของหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ จำนวน 1 ชั้น เป็นค่าเบนซ์มาร์ค จากการทดลองประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของหน้ากากผ้าที่ผลิตมาจากผ้าแต่ละชนิด พบว่า หน้ากากที่ทำจากผ้ามีสลิต ให้ประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยสูงกว่าหน้ากากที่ทำจากผ้าฝ้าย ผ้ายัด ผ้าลูกไม้ และผ้าไหม
- 2. ผลของระยะเวลาการใช้หน้ากากต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย** จากการทดสอบประสิทธิภาพการกรองเฉลี่ยในเวลา 2 ชั่วโมงของของหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ หน้ากากผ้ามีสลิตอันใหม่ และหน้ากากผ้ามีสลิตหลังซัก พบว่า ประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของหน้ากากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงกล่าวได้ว่าระยะเวลาใช้งานหน้ากาก 2 ชั่วโมงไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย
- 3. ผลของการซักต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย** ผลการทดสอบประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยของหน้ากากใหม่ที่ไม่ได้ซักและหน้ากากผ้าที่ผ่านการซักมาจำนวน 20 ครั้ง พบว่า หน้ากากผ้าที่ไม่ผ่านการซักมีประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยที่ไม่แตกต่างจากหน้ากากผ้าที่ผ่านการซัก ดังนั้นการซักจึงไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกรอง
- 4. ผลของลักษณะการสวมใส่หน้ากากต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย** ผลการทดสอบลักษณะการสวมใส่หน้ากากอนามัยต่อประสิทธิภาพการกรองละอองฝอย ทำการทดลองลักษณะการสวมใส่ออกเป็น 4 แบบ พบว่า การสวมใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ที่ทับด้วยหน้ากากที่ใหญ่กว่า มีประสิทธิภาพการกรองละอองฝอยได้ดีกว่าการสวมใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ที่ไม่มีการปิดขอบเพียงอย่างเดียว (สภาวะการใส่ของคนทั่วไป)



## เอกสารอ้างอิง

- [1] WHO. (2020). Protect yourself and others from the spread COVID-19. Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public. [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2563]  
จาก: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>.
- [2] แพทย์หญิง ละออ ชมพุกตร์. (2560). หลักการเกิดโรคติดเชื้อ : Principle of infection. [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2563] จาก: <http://www.med.nu.ac.th/pathology/405313/book54/principle-word.pdf>.
- [3] กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. ประสิทธิภาพหน้ากากอนามัย เพื่อป้องกันสุขภาพ 6 ประเภท.[อินเทอร์เน็ต]. [ม.ป.ท.]. [ม.ป.พ.]; 2563. [สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2563] จาก:<http://www.officemate.co.th/blog/รวมหน้ากากป้องกันต่าง>.
- [4] กระทรวงสาธารณสุข. (2563). คลังความรู้สุขภาพ: ทำหน้ากากอนามัยแบบใช้เอง.[อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2563] จาก:[http://healthydee.moph.go.th/view\\_article.php?id=687](http://healthydee.moph.go.th/view_article.php?id=687).
- [5] กรมวิทยาศาสตร์บริการ (วศ.) กระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.). (2563). คุณลักษณะการเลือกหน้ากากอนามัยแบบผ้า ตามความเหมาะสมการใช้งาน.[อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2563] จาก: <https://www.hfocus.org/topics>.
- [6] มณีรัตน์ องค์กรธนดี และ พงศธร ชมดี. (2563). การประเมินประสิทธิภาพของวัสดุทำหน้ากากสำหรับกรองฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Evaluation of face mask materials for trapping particulate matter less than 2.5 micron). วารสารสิ่งแวดล้อม. ปีที่ 24 (ฉบับที่3)
- [7] WHO. (2020). Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it. [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2563] จาก: [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/the-chical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(COVID-19\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/the-chical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(COVID-19)-and-the-virus-that-causes-it).
- [8] กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2563). ประกาศกรมวิทยาศาสตร์บริการ เรื่อง ช้อแนะนำคุณลักษณะหน้ากากอนามัยแบบผ้า.
- [9] รศ.ดร. พานิช อินต๊ะ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. (2563). ทดสอบประสิทธิภาพหน้ากากที่อนุภาค 0.3 ไมครอน.



# การประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร กรณีศึกษาห้องสมุด วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล Assessment of Indoor Air Quality Case Study Library Room International College Mahidol University

พัชรินทร์ ไพโรกุล<sup>1</sup> และ ปธานิน แสงอรุณ<sup>2\*</sup>

Patcharin Phraikun<sup>1</sup> and Pathanin Sangaroon<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>นักอาชีวอนามัย ศูนย์บริหารความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (COSHEM) มหาวิทยาลัยมหิดล

<sup>2\*</sup>อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

โทรศัพท์ : 0866699963, โทรสาร : -, E-mail : talktopathanin@hotmail.com

## บทคัดย่อ

คุณภาพอากาศภายในอาคารเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของผู้ที่อาศัยหรือปฏิบัติงานประจำภายในอาคาร และมีพารามิเตอร์หลายตัวที่สามารถใช้ศึกษาเพื่อประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารได้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพอากาศภายในห้องสมุด วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยตรวจวัดอุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, คาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอนมอนอกไซด์บันทึกข้อมูลทั้ง 4 พารามิเตอร์ทุก 15 นาทีพร้อมกันตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมง (เวลาเปิดให้บริการของห้องสมุด) ซึ่งทำการเก็บข้อมูล 2 พื้นที่ คือ 1) พื้นที่ให้บริการนั่งอ่านหนังสือชั้น 3 และ 2) พื้นที่ให้บริการนั่งอ่านหนังสือชั้น 4 ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ให้บริการอ่านหนังสือชั้น 3 อุณหภูมิอยู่ในช่วง  $24.8 \pm 0.5$  °C, ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง  $51.0 \pm 3.6\%$ , คาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเฉลี่ย  $631.1 \pm 94.8$  ppm ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด และคาร์บอนมอนอกไซด์ ตรวจไม่พบ และพื้นที่ให้บริการนั่งอ่านหนังสือชั้น 4 อุณหภูมิอยู่ในช่วง  $23.0 \pm 0.3$  °C, ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง  $53.3 \pm 1.4\%$ , คาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเฉลี่ย  $1,123.5 \pm 274.5$  ppm ซึ่งเกินค่ามาตรฐานกำหนด และคาร์บอนมอนอกไซด์ ตรวจไม่พบ

**คำสำคัญ :** คุณภาพอากาศภายในอาคาร; ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์; ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

## Abstract

Indoor air quality (IAQ) is one of the key factors affecting the health and wellbeing of people living or performing routine tasks indoor and there are several parameters that can be used for study to assess IAQ. This study aims to assess the air quality within the library at International College in Mahidol University by measuring temperature, relative humidity, carbon dioxide and carbon monoxide recorded all four parameters in every 15 minutes simultaneously over a period of 8 hours (the opening time of service at library) which collected data in two areas were reading service area on the 3<sup>rd</sup> floor and reading service area on the 4<sup>th</sup> floor. The results of the reading service area on the 3<sup>rd</sup> floor found that the temperature was in a range of  $24.8 \pm 0.5$  °C, relative humidity was found in a range of  $51.0 \pm 3.6\%$ , carbon dioxide concentration was average  $631.1 \pm 94.8$  ppm and undetected of carbon monoxide. The results of the reading area on the 4<sup>th</sup> floor, the temperatures was in a range of  $23.0 \pm 0.3$  °C, relative humidity was found in a range of  $53.3 \pm 1.4\%$ , carbon

dioxide concentration was average  $1,123.5 \pm 274.5$  ppm and undetected of carbon monoxide. When compared with acceptable standard level, the average carbon dioxide concentrations on the 4<sup>th</sup> floor exceeds the specified standard.

**Keywords :** Indoor air quality; Carbon dioxide; Carbon monoxide

## บทนำ

ในปัจจุบันอาคารส่วนใหญ่ถูกออกแบบให้เป็นระบบปิดและใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ช่วยควบคุมสภาพอากาศภายในอาคาร เช่น การใช้เครื่องปรับอากาศ ไม่ว่าจะเป็นอาคารที่พักอาศัย โรงแรม สำนักงาน ห้างสรรพสินค้า สถาบันการศึกษา ห้องสมุด โรงพยาบาลและสถานที่ออกกำลังกาย เป็นต้น การออกแบบอาคารในลักษณะนี้สามารถควบคุมสภาพอากาศภายในอาคารได้เป็นอย่างดี และสามารถป้องกันความร้อน ตลอดจนมลพิษทางอากาศจากภายนอกอาคารได้ ซึ่งคนส่วนใหญ่ในแต่ละวันอาศัยอยู่ภายในอาคารมากถึงร้อยละ 90 ของเวลาทั้งหมด ดังนั้น คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality: IAQ) จึงเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของผู้ที่อาศัยหรือปฏิบัติงานประจำภายในอาคารเหล่านั้น [1, 2] องค์การอนามัยโลกหรือ WHO (World Health Organization) เปิดเผยว่าร้อยละ 30 ของอาคารทั่วโลกประสบปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งมีมลพิษสูงกว่าภายนอกอาคารถึง 100 เท่า [2] มลพิษทางอากาศภายในอาคารที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์มีหลากหลายชนิด เช่น ฝุ่นละอองหรืออนุภาคของแข็ง หรือของเหลวที่อยู่ในอากาศ (Particulate matter: PM) โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก, คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide: CO), ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide: SO<sub>2</sub>), โอโซน (Ozone: O<sub>3</sub>) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds: VOCs) [3] ผลกระทบที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกันไปตามชนิดและปริมาณของสารมลพิษทางอากาศที่ได้รับสัมผัส ตลอดจนลักษณะทางสุขภาพของผู้ที่ได้รับสัมผัสอีกด้วย อาการและผลกระทบทางสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นประกอบด้วย อาการเวียนหัว คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ คอแห้ง และอาจรุนแรงถึงขั้นก่อให้เกิดโรคมะเร็งหรือเสียชีวิตเฉียบพลันได้ บางครั้งอาจแสดงอาการไม่เด่นชัด อาการป่วยบางครั้งอาจไม่สามารถหาสาเหตุได้ อาการดังกล่าวมีผู้ที่ได้รับรู้ว่าเป็นอาการป่วยจากอาคาร (Sick-Building Syndromes, SBS) โดยปัญหาดังกล่าวมักพบได้ในห้องที่มีอากาศถ่ายเทน้อย หรือไม่มีการระบายอากาศเลย [2] ในการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารจำเป็นต้องตรวจวัดพารามิเตอร์ทางคุณภาพอากาศภายในอาคาร (IAQ parameter) ดังแสดงในตารางที่ 1 พารามิเตอร์ที่ใช้ศึกษาและประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร [2,4,5,6,7] แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกำหนด

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ที่ใช้ศึกษาและประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร

พารามิเตอร์	ความหมายและผลกระทบต่อสุขภาพ	แหล่งกำเนิด	มาตรฐาน	
			ค่ามาตรฐาน	หน่วยงาน
อุณหภูมิ (Temperature)	เพื่อป้องกันความพอใจและความสบายของผู้ใช้พื้นที่	ระบบจัดการอากาศ (HVAC)	20-25.5 °C	ASHRAE 62 <sup>[5]</sup>
			20-26 °C	กรมอนามัย <sup>[2]</sup>
ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)	เพื่อป้องกันความพอใจและความสบายของผู้ใช้พื้นที่ รวมทั้งเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อรา	ระบบจัดการอากาศ (HVAC)	65-30%	ASHRAE 55
			50-65%	กรมอนามัย <sup>[2]</sup>
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO <sub>2</sub> )	เมื่อความเข้มข้นของ CO <sub>2</sub> > 1,000 ppm บ่งบอกถึงการระบายอากาศไม่เพียงพอ ผู้สัมผัสมีอาการปวดศีรษะ เหนื่อยล้า	เกิดจากการเผาผลาญอาหารเพื่อสร้างพลังงานของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต ถูกนำออกมาจากร่างกายโดยการหายใจออก รวมทั้งการเผาไหม้ที่สมบูรณ์	8 ชั่วโมง	OSHA
			ไม่เกิน 5,000 ppm	NIOSH <sup>[6]</sup>
				ACGIH <sup>[7]</sup>
			มีค่าสูงกว่าภายนอกอาคารไม่เกิน 700 ppm	ASHRAE 62 <sup>[5]</sup>
			8 ชั่วโมง	กรมอนามัย <sup>[2]</sup>
			ไม่เกิน 1,000 ppm	

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ที่ใช้ศึกษาและประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร (ต่อ)

พารามิเตอร์	ความหมายและผลกระทบต่อสุขภาพ	แหล่งกำเนิด	มาตรฐาน	
			ค่ามาตรฐาน	หน่วยงาน
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจนเนื่องจากสามารถจับฮีโมโกลบินได้ดีกว่าออกซิเจนถึง 200-500 เท่า การหายใจเอาอากาศที่มี CO อยู่ >10 ppm ทำให้อ่อนเพลีย >25 ppm ทำให้ตาพร่ามัว >50 ppm ทำให้ปวดศีรษะและการเต้นของหัวใจผิดปกติ	การสูบบุหรี่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากการหุงต้ม การเผาไหม้ของเครื่องยนต์	9 ppm	OSHA
			8 ชั่วโมง ไม่เกิน 35 ppm	NIOSH <sup>[6]</sup>
			8 ชั่วโมง ไม่เกิน 25 ppm	ACGIH <sup>[7]</sup>
			50 ppm	ASHRAE 62 <sup>[5]</sup>
			8 ชั่วโมง ไม่เกิน 9 ppm	กรมอนามัย <sup>[2]</sup>

โดยศูนย์บริหารความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (COSHEM) มหาวิทยาลัยมหิดลเป็นหน่วยงานกลางที่กำกับดูแลงานด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานให้กับส่วนงานต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล และมีเครื่องมือสำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานด้วย ซึ่งวิทยาลัยนานาชาติเป็นส่วนงานหนึ่งในมหาวิทยาลัยมหิดลที่มีห้องสมุดที่เป็นแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญของนักศึกษาและบุคลากรต่าง ๆ ของวิทยาลัยนานาชาติและส่วนงานอื่นภายในมหาวิทยาลัยมหิดลมาใช้บริการอยู่เป็นประจำ ทำให้บุคคลเหล่านี้มีความเสี่ยงที่อาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับสารมลพิษภายในอาคาร โดยเฉพาะบุคลากรผู้ปฏิบัติงานประจำภายในห้องสมุดของวิทยาลัยนานาชาติ ดังนั้น การศึกษานี้ดำเนินการตรวจวัด 4 พารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, คาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอนมอนอกไซด์ แล้วนำผลจากการตรวจวัดพารามิเตอร์ทั้ง 4 มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน เพื่อประเมินคุณภาพอากาศภายในห้องสมุด และเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในห้องสมุดให้มีประสิทธิภาพและลดโอกาสในการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้เข้ามาใช้บริการภายในห้องสมุด วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล

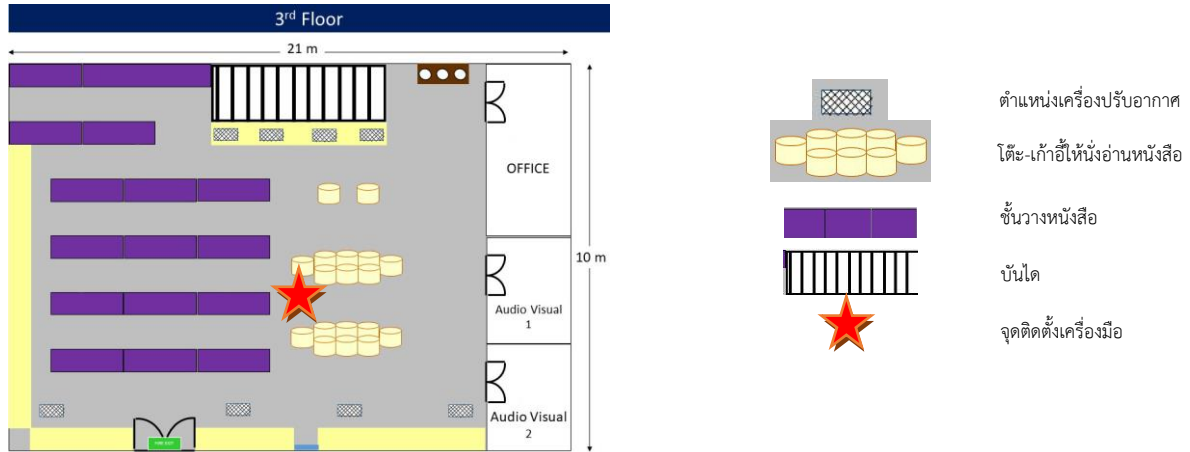
### อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ เครื่อง Q-Trak Indoor air quality meter ยี่ห้อ TSI รุ่น IAQ-CACL 7575X สามารถตรวจวัดอุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ได้ในเวลาเดียวกัน ซึ่งขั้นตอนการศึกษาเป็นดังนี้

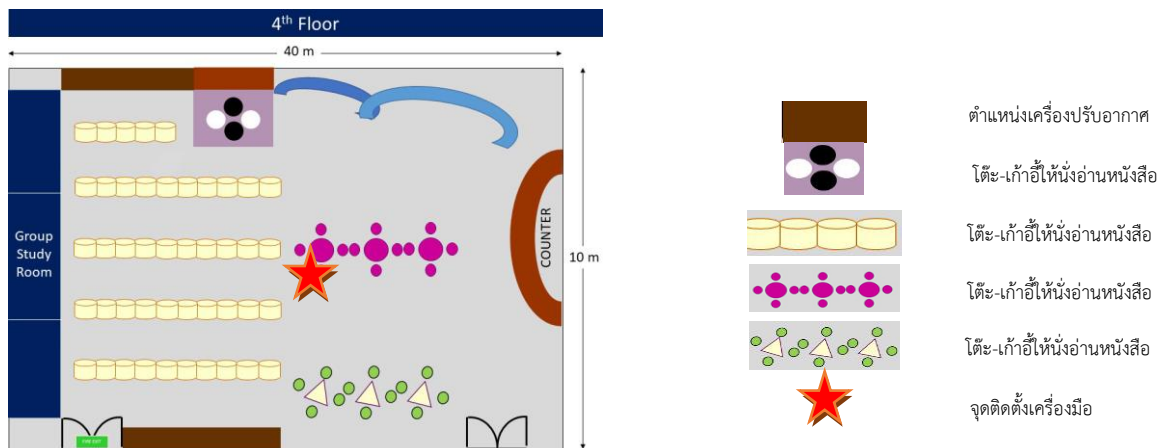
1. การสำรวจพื้นที่ของห้องสมุด ห้องสมุดวิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล จะอยู่บริเวณชั้น 3 และชั้น 4 ของอาคาร 1 โดยพื้นที่ชั้น 3 มีขนาดพื้นที่ 210 ตารางเมตร พื้นปูด้วยกระเบื้องยาง มีระบบเครื่องปรับอากาศแบบฝังเพดาน (ไม่มีหน้าต่าง) เป็นพื้นที่สำหรับจัดเก็บหนังสือให้บริการจำนวน 20,000 เล่ม มีห้อง Audio Visual จำนวน 2 ห้อง (พื้นปูด้วยพรม) ห้องทำงานบุคลากร ห้องเก็บของ (ใต้บันได) และโต๊ะอ่านหนังสือเดี่ยวให้บริการ ส่วนพื้นที่ชั้น 4 มีขนาดพื้นที่ 400 ตารางเมตร มีทางเข้า – ออกห้องสมุด ติดตั้งประตูอัตโนมัติ พื้นปูด้วยพรม มีระบบเครื่องปรับอากาศแบบฝังเพดานแขวนใต้ฝ้าและติดผนัง (ไม่มีหน้าต่าง) เคาน์เตอร์บริการยืม – คืนหนังสือ ห้องทำงานบุคลากร ชั้นจัดเก็บแผ่นซีดีวีดี แผ่นซีดีรอม ตู้รับคืนหนังสือ ชั้นเก็บหนังสือเตรียมออกให้บริการ มุมบริการอินเทอร์เน็ต ชั้นแสดงหนังสือใหม่ ชั้นวารสาร หนังสืออ้างอิง มุม Language Corner ห้อง Language Lab และห้องศึกษากลุ่ม จำนวน 4 ห้อง

2. การกำหนดจุดตรวจวัด การวางตำแหน่งเครื่องมือที่นั้นกำหนดให้อยู่ในระดับความสูง 75-120 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในระดับหายใจ (Breathing zone) ของผู้ใช้อาคารมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยควรวางตำแหน่งที่อยู่บริเวณกึ่งกลางของห้องหรือส่วนที่มีผู้ใช้อาคารหนาแน่น เนื่องจากช่วงเวลาที่ดำเนินการตรวจวัดมีผู้เข้ามาใช้บริการไม่ถึงวันละ 30 คนและมีบุคลากร

ผู้ปฏิบัติงานวันละ 2-3 คน จึงกำหนดจุดตรวจวัด 1 จุดบริเวณชั้น 3 และบริเวณชั้น 4 คือ บริเวณพื้นที่ให้บริการนั่งอ่านหนังสือ ดังแสดงในรูปที่ 1 แสดงตำแหน่งจุดเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ คาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณพื้นที่ชั้น 3 และดังแสดงในรูปที่ 2 แสดงตำแหน่งจุดเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ คาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณพื้นที่ชั้น 4



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งจุดเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ คาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณพื้นที่ชั้น 3



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งจุดเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ คาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณพื้นที่ชั้น 4

3. กำหนดช่วงเวลาที่จะดำเนินการเก็บข้อมูล การตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ ) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) และปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $\text{CO}$ ) โดยทำการบันทึกผลทุก 15 นาที เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง ต่อเนื่องครอบคลุมระยะเวลาการเปิดให้บริการของห้องสมุด ตั้งแต่เวลา 09.00-17.00 น.

4. นำผลค่าอุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ ) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) และปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $\text{CO}$ ) ที่ตรวจวัดได้นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

### ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในห้องสมุด พื้นที่ห้องสมุดชั้น 3 ดำเนินการตรวจวัดในวันที่ 26 ตุลาคม 2562 เริ่มการเก็บข้อมูลเวลา 09.00 น. ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าเริ่มต้นอยู่ที่ 26.6 °C, 61.9%, 520 ppm และตรวจไม่พบ (ND) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในห้องสมุด บริเวณชั้น 3 และแสดงค่ามาตรฐานที่นำมาใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร

**ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในห้องสมุด บริเวณชั้น 3 และแสดงค่ามาตรฐานที่นำมาใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร**

เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความเข้มข้นของ CO <sub>2</sub> (ppm)	ความเข้มข้นของ CO (ppm)
09.00 น.	26.6	61.9	520	ND
09.15 น.	25.8	59.8	504	ND
09.30 น.	25.7	57.9	498	ND
09.45 น.	25.5	56.8	491	ND
10.00 น.	25.4	55.5	490	ND
10.15 น.	25.3	54.3	497	ND
10.30 น.	25.2	53.3	507	ND
10.45 น.	24.9	51.9	522	ND
11.00 น.	24.8	51.4	539	ND
11.15 น.	24.8	51.3	558	ND
11.30 น.	24.8	50.6	585	ND
11.45 น.	24.8	50.2	600	ND
12.00 น.	24.8	50.0	613	ND
12.15 น.	24.7	49.8	541	ND
12.30 น.	24.7	49.5	671	ND
12.45 น.	24.5	49.2	700	ND
13.00 น.	24.6	49.2	730	ND
13.15 น.	24.6	49.2	734	ND
13.30 น.	24.5	48.9	745	ND
13.45 น.	24.4	48.6	754	ND
14.00 น.	24.4	48.6	764	ND
14.15 น.	24.4	48.4	756	ND
14.30 น.	24.2	48.4	741	ND
14.45 น.	24.4	48.4	738	ND
15.00 น.	24.5	48.3	726	ND
15.15 น.	24.5	48.8	699	ND
15.30 น.	24.5	48.9	682	ND
15.45 น.	24.5	48.9	667	ND
16.00 น.	24.3	48.7	655	ND
16.15 น.	24.3	48.8	650	ND
16.30 น.	24.3	48.9	652	ND
16.45 น.	24.2	48.9	650	ND
17.00 น.	24.3	48.8	648	ND
<b>ระยะเวลา 8 ชั่วโมง</b>	<b>24.8±0.5</b>	<b>51.0±3.6</b>	<b>631.1±94.8</b>	<b>ND</b>
มาตรฐานกรมอนามัย <sup>[8]</sup>	20-26	50-65	ไม่เกิน 1,000 ppm/8hr	9 ppm/8hr
มาตรฐาน NIOSH <sup>[9]</sup>	-	-	5,000 ppm/8hr	35 ppm/8hr
มาตรฐาน ACGIH <sup>[10]</sup>	-	-	5,000 ppm/8hr	25 ppm/8hr

จากตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในห้องสมุดบริเวณพื้นที่ชั้น 3 อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง  $24.8 \pm 0.5$  °C และค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง  $51.0 \pm 3.6\%$  ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอด 8 ชั่วโมงการทำงานอยู่ที่  $631.1 \pm 94.8$  ppm ส่วนความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ตรวจไม่พบ หากนำผลมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานกรมอนามัย มาตรฐาน NIOSH มาตรฐาน ACGIH ตามแต่ละพารามิเตอร์ พบว่า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในห้องสมุดบริเวณพื้นที่ชั้น 3 มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

พื้นที่ห้องสมุดชั้น 4 ดำเนินการตรวจวัดในวันที่ 25 ตุลาคม 2562 เริ่มการเก็บข้อมูลเวลา 09.00 น. ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าเริ่มต้นอยู่ที่  $23.8$  °C,  $55.8\%$ ,  $689$  ppm และตรวจไม่พบ (ND) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในห้องสมุดบริเวณชั้น 4 และแสดงค่ามาตรฐานที่นำมาใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ตารางที่ 3 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในห้องสมุดบริเวณชั้น 4 และแสดงค่ามาตรฐานที่นำมาใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร

เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความเข้มข้นของ CO <sub>2</sub> (ppm)	ความเข้มข้นของ CO (ppm)
09.00 น.	23.8	55.8	689	ND
09.15 น.	23.3	56.3	711	ND
09.30 น.	23.0	55.1	726	ND
09.45 น.	22.8	55.3	777	ND
10.00 น.	22.8	55.2	834	ND
10.15 น.	22.8	54.9	857	ND
10.30 น.	22.7	54.0	854	ND
10.45 น.	22.7	54.3	864	ND
11.00 น.	22.7	54.0	885	ND
11.15 น.	22.7	54.0	911	ND
11.30 น.	22.7	53.7	960	ND
11.45 น.	22.8	53.8	1,000	ND
12.00 น.	23.0	53.4	1,080*	ND
12.15 น.	23.0	53.1	1,116*	ND
12.30 น.	22.9	53.4	1,085*	ND
12.45 น.	22.9	53.5	1,082*	ND
13.00 น.	23.7	52.7	1,103*	ND
13.15 น.	23.8	52.4	1,109*	ND
13.30 น.	23.7	51.9	1,115*	ND
13.45 น.	23.0	51.6	1,130*	ND
14.00 น.	22.8	52.6	1,169*	ND
14.15 น.	22.8	54.6	1,187*	ND
14.30 น.	23.5	54.7	1,189*	ND
14.45 น.	23.6	52.5	1,229*	ND
15.00 น.	23.2	52.5	1,301*	ND
15.15 น.	22.8	52.4	1,359*	ND
15.30 น.	23.0	51.9	1,405*	ND
15.45 น.	23.2	51.4	1,474*	ND
16.00 น.	23.1	51.3	1,568*	ND
16.15 น.	22.8	52.0	1,604*	ND
16.30 น.	22.9	52.0	1,567*	ND
16.45 น.	22.9	52.0	1,553*	ND
17.00 น.	22.8	51.5	1,581*	ND
ระยะเวลา 8 ชั่วโมง	$23.0 \pm 0.3$	$51.3 \pm 1.4$	$1,123.5 \pm 274.5$	ND



เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความเข้มข้นของ CO <sub>2</sub> (ppm)	ความเข้มข้นของ CO (ppm)
มาตรฐานกรมอนามัย <sup>(1)</sup>	20-26	50-65	ไม่เกิน 1,000 ppm/8hr	9 ppm/8hr
มาตรฐาน NIOSH <sup>(4)</sup>	-	-	5,000 ppm/8hr	35 ppm/8hr
มาตรฐาน ACGIH <sup>(5)</sup>	-	-	5,000 ppm/8hr	25 ppm/8hr

หมายเหตุ \* แสดงว่าเป็นค่าที่เกินค่ามาตรฐานกำหนดอย่างน้อย 1 มาตรฐาน

จากตารางที่ 3 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในห้องสมุดบริเวณพื้นที่ชั้น 4 อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง  $23.0 \pm 0.3$  °C และค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง  $51.3 \pm 1.4\%$  ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอด 8 ชั่วโมงการทำงานอยู่ที่  $1,123.5^* \pm 274.5$  ppm และค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ตรวจไม่พบ หากนำผลมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานกรมอนามัย มาตรฐาน NIOSH มาตรฐาน ACGIH ตามแต่ละพารามิเตอร์ พบว่า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ส่วนค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน NIOSH มาตรฐาน ACGIH กำหนด แต่จะมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกรมอนามัยกำหนด และจากข้อมูลตารางที่ 2 และตารางที่ 3 พบว่าค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บริเวณชั้น 4 มีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงกว่าและมีค่าถึง 1,000 ppm ตั้งแต่เวลาประมาณ 11.45 น. เพราะบริเวณพื้นที่ชั้น 4 มีโต๊ะและเก้าอี้สำหรับให้อ่านหนังสือจำนวนมากกว่าชั้น 3 ทำให้ผู้มาใช้บริการห้องสมุดนั่งบริเวณชั้น 4 เป็นส่วนใหญ่ประกอบกับทางเดินหน้าห้องสมุดชั้น 4 ก็มีโต๊ะเก้าอี้ให้นักศึกษานั่งอ่านหนังสือด้วยเช่นกัน จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากกว่าชั้น 3 ทั้งนี้ มีข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ดังนี้

(1) เนื่องจากตรวจพบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ปริมาณสูง ในช่วงที่มีนักศึกษาเข้ามาใช้งานในพื้นที่ห้องสมุดเป็นจำนวนมาก (ช่วงเวลาตั้งแต่ 12.00 – 17.00 น.) ทั้งนี้ ควรมีการตรวจสอบระบบเครื่องปรับอากาศและระบบระบายอากาศภายในห้องสมุดและพื้นที่บริเวณด้านหน้าห้องสมุด ชั้น 4 อย่างสม่ำเสมอ ให้มีการระบายอากาศเหมาะสมเพียงพอที่จะทำให้เกิดการหมุนเวียนนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาภายในห้องสมุดและดึงอากาศที่มีการปนเปื้อนออกนอกห้องสมุด โดยปริมาณหมุนเวียนอากาศภายในห้องต้องไม่น้อยกว่า 6-10 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง (Air Change per Hour)

(2) ควรดำเนินการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารเป็นประจำ โดยตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปริมาณจุลชีพในอากาศ (เชื้อรา แบคทีเรีย) อัตราการไหลของอากาศ เพิ่มเติม เพื่อจะได้ทราบคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ชัดเจนและหาทางแก้ไขได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อไป

(3) หมั่นทำความสะอาดระบบระบายอากาศและพัดลมระบายอากาศสม่ำเสมอ พร้อมเปิดพัดลมระบายอากาศทุกครั้งในช่วงเวลาเปิดทำการของห้องสมุด

## สรุป

จากผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารของห้องสมุด วิทยาลัยนานาชาติ พบว่า

(1) อุณหภูมิ (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ (%): บริเวณพื้นที่ชั้น 3 และชั้น 4 มีค่าอุณหภูมิ (°C) และค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%) ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

(2) ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO): ตรวจไม่พบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) บริเวณพื้นที่ชั้น 3 และชั้น 4

(3) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>): บริเวณพื้นที่ชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ตลอด 8 ชั่วโมงการทำงานอยู่ที่ 632 ppm ซึ่งไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด และบริเวณพื้นที่ชั้น 4 มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ตลอด 8 ชั่วโมงการทำงานอยู่ที่ 1,127 ppm ซึ่งมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานกรมอนามัยกำหนด แต่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานมาตรฐาน NIOSH มาตรฐาน ACGIH กำหนด



## เอกสารอ้างอิง

- [1] ลิขิต น้อยจ่ายสิน, และสุวพิชชา พิษณุพงควิชชา. (2562). การประเมินประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 24(3), 945-957. สืบค้นจาก <http://ojslib3.buu.in.th/index.php/science/article/view/6535>
- [2] สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2559). คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อหาการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับเจ้าหน้าที่. จาก <http://ghh.anamai.moph.go.th/storage/app/uploads/public/603/b5b/072/603b5b0720697166916487.pdf>
- [3] WHO. Air quality and health. Health impact. สืบค้น 15 ตุลาคม 2564, จาก <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts>
- [4] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารุญ เกตุสาคร. (2563). เรื่อง IAQ Control. สืบค้น 1 ตุลาคม 2564. จาก <https://www.ohswa.or.th/17652337/iaq-for-jorpor-series-ep3>
- [5] ASHRAE 62.1. (2019). Indoor air quality guide. Available source: [https://www.researchgate.net/publication/344489124\\_Ventilation\\_for\\_Acceptable\\_Indoor\\_Air\\_Quality](https://www.researchgate.net/publication/344489124_Ventilation_for_Acceptable_Indoor_Air_Quality). October 17, 2021
- [6] NIOSH. (1992). NIOSH Recommendations for Occupational Safety and Health – Compendium of Policy Documents and Statements. National Institute for Occupational Safety and Health. Available source: <http://www.cdc.gov/niosh/chem-inx.html>. October 15, 2021
- [7] ACGIH. (2013) Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1330 Kemper Meadow Drive, 6500 Glenway, Building D-7, Cincinnati, OH, 45240-1630.

# การจัดการของเสียจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ในเขตเทศบาลตำบลรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต Waste Management of Establishments Motorcycle Repair Shop in the Ratsada Municipality Mueang District, Phuket Province

นิตติยา สังขนันท์<sup>1\*</sup> จิตารัตน์ คำล้อม<sup>2</sup> และ วันวิสา สิทธิการ<sup>3</sup>

Nitiya Sangkhanan<sup>1\*</sup> Tidarat Kumlom<sup>2</sup> and Wanwisa Sitthikan<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ; <sup>2</sup>อาจารย์ ; <sup>3</sup>นักศึกษา ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ภูเก็ต 83000

โทรศัพท์ : 076-523-094, โทรสาร : 076-218-806, E-mail : nitiya.s@pkru.ac.th

## บทคัดย่อ

การศึกษาการจัดการของเสียจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ในเขตเทศบาลตำบลรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด ปริมาณ และการจัดการของเสีย รวมทั้ง ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะในการจัดการของเสีย ในการวิจัยครั้งนี้เก็บข้อมูลด้วยแบบบันทึกชนิดและปริมาณของเสียเป็นระยะเวลา 2 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม – เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 เป็นจำนวน 8 ครั้ง ทั้งหมด 17 ร้าน เนื่องจาก 17 ร้านให้ความร่วมมือในการศึกษาเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี ส่วนวิธีการจัดการของเสียปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะในการจัดการของเสียใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลทั้งหมด 51 ร้าน ผลการศึกษาพบว่า ชนิดของเสียที่พบทุกครั้ง มี 4 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟืองท้าย ยางไน และกระป๋อง น้ำมันเครื่องที่ผ่านการใช้งานแล้ว ส่วนปริมาณรวมของของเสียที่เกิดขึ้นพบว่า น้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟืองท้ายที่ผ่านการใช้งานแล้ว มีปริมาณรวมเท่ากับ 485 ลิตร ยางไนมีปริมาณรวมเท่ากับ 2,446 เส้น กระป๋องน้ำมันเครื่องมีปริมาณรวมเท่ากับ 155.7 กิโลกรัม ส่วนวิธีการจัดการของเสียที่ใช้วิธีการเก็บรอบบริษัทมารับซื้อ คิดเป็นร้อยละ 100 ได้แก่ น้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟือง น้ำมันเบรก สำหรับการใช้บริการกับทางเทศบาลหรืออบต. ร้อยละ 98.03 คือ หลอดไฟ ใช้วิธีการนำไปขายมากที่สุด 8 ชนิด คือ ลูกปืนรถ โช้สเตอร์ หัวเทียน โช้ครด ก้านล้อ เศษโลหะ และลูกสูบ คิดเป็นร้อยละ 80.39 ใช้วิธีการนำกลับมาใช้ซ้ำมากที่สุดคือ ผ้าเช็ดมือ คิดเป็นร้อยละ 43.13 และใช้วิธีการอื่น ๆ คือ การให้ชาวประมงพื้นบ้านนำยางนอกไปเพาะเลี้ยงหอย และนำไปใช้เป็นที่พักปลู กุ้งสวนครัวมากที่สุดคือ ยางนอก คิดเป็นร้อยละ 43.13 ด้านการศึกษาปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะในการจัดการของเสีย พบว่า ไม่มีถังรองรับของเสียและถังแยกประเภทของขยะภายในสถานประกอบการ ทางสถานประกอบการต้องการให้มีถังขยะแยก ทั้งสำหรับของเสียโดยเฉพาะ และมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาแนะนำให้ความรู้ในการจัดการของเสียจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์

**คำสำคัญ :** สถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์; การจัดการของเสีย



## Abstract

A study of waste management from motorcycle repair shop establishments in Ratsada Subdistrict Municipality, Mueang District, Phuket Province. Its objectives are to study the type, quantity and waste management, including problems, obstacles and recommendations for waste management. In this research, data were collected with a record type and quantity of waste for a period of 2 months, from January – February 2019, 8 times, totaling 17 stores because 17 stores cooperated in the study of data collection. As for how to manage waste problems obstacles and recommendations for waste management, a questionnaire was used to collect all 51 stores. The results showed that there are 4 types of waste that are found every time: engine oil. Differential gear oil, inner tubes and used oil cans as for the total amount of waste generated, it was found that engine oil used differential gear oil. The total volume was 485 liters, the inner tube had a total volume of 2446, and the oil canister had a total volume of 155.7 kilograms. accounted for 100 percent, such as engine oil, gear oil, brake fluid for service with the municipality or the subdistrict administrative organization. 98.03% were light bulbs, the 8 most used methods were car bearings, chains, sprockets, spark plugs, shocks, spokes, metal scraps and pistons, accounting for 80.39%. The most reusable methods were hand towels. Accounted for 43.13%, and other methods were used, which was to let local fishermen bring rubber to cultivating shellfish. and used as a vegetable garden planting the most is rubber, representing 43.13%. Obstacles and recommendations for waste management were found. There are no waste bins and waste sorting bins within the establishment. The establishment requires that there is a separate waste bin specifically for waste and there are related agencies to suggest knowledge of waste management from motorcycle repair shop establishments.

**Keywords :** motorcycle repair shop establishment; waste management

## บทนำ

จังหวัดภูเก็ตถือเป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น เนื่องจากภูเก็ตเป็นจังหวัดที่เป็นเกาะขนาดใหญ่ที่สุดทางภาคใต้ของประเทศไทย มีพื้นที่รวมเกาะบริวารทั้งหมด 570.034 ตารางกิโลเมตรหรือ 356,271.25 ไร่ [1] มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในหลายด้าน ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง การขยายตัวของเมืองและโดยเฉพาะในด้านการท่องเที่ยว ในปี 2562 มีจำนวนของนักท่องเที่ยว 12,520,769 คน [2] จึงทำให้ประชากรในจังหวัดภูเก็ตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประชากรที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ เช่น ความหนาแน่นของการจราจร ความหนาแน่นของชุมชนในเขตเมือง เป็นต้น

เทศบาลตำบลรัษฎา ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของเทศบาลนครภูเก็ตห่างจากที่ว่าการอำเภอเมืองภูเก็ตไปทางทิศเหนือประมาณ 3 กิโลเมตร ห่างจากด้านเหนือของเกาะภูเก็ตไปทางทิศใต้ ตามแนวทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 402 (เทพกระษัตรี) ประมาณ 32 กิโลเมตร และทางทิศตะวันออกของเทศบาลตำบลรัษฎา ติดกับทะเลภูเก็ต มีอาณาเขตติดต่อกับตำบลต่าง ๆ ทิศเหนือติดกับเขตตำบลเกาะแก้ว ทิศใต้ติดกับเขตเทศบาลเมืองภูเก็ต ทิศตะวันออกติดกับทะเลอันดามันและทิศตะวันตกติดกับเขตตำบลวิชิตและตำบลกระทุ้ง [3] พื้นที่เทศบาลตำบลรัษฎาเป็นที่ตั้งของ อาทิ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต สถานีขนส่งผู้โดยสารแห่ง 2 ห้างซูเปอร์ซีปสาขนาดใหญ่ เป็นต้น ทำให้มีความหนาแน่นและแออัดของการใช้พาหนะในการจราจร การใช้พาหนะเพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง อาจหมายถึงรถขนส่งผู้โดยสารสาธารณะ รถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ เป็นต้น การใช้รถจักรยานยนต์สะดวกในการใช้สัญจรไปมาได้มากกว่า เนื่องจากในช่วงเวลาที่มีการจราจรแออัด รถจักรยานยนต์สามารถเลี่ยงเส้นทางการจราจรประหยัดเวลากว่าการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล หรือรถโดยสารสาธารณะ จึงทำให้มีการใช้รถจักรยานยนต์เป็นจำนวนมากบนท้องถนน แต่เมื่อถึงระยะหนึ่งการใช้งานของพาหนะนั้นก็จะเสื่อมสภาพไปตามวันและเวลา จึงต้องมีการซ่อมแซมเพื่อยืดอายุการใช้งานต่อไป ทำให้มีสถานประกอบการร้านซ่อมจักรยานยนต์เกิดขึ้น

สถานประกอบการซ่อมรถจักรยานยนต์ในแต่ละวันจะมีของเสียเกิดขึ้นเนื่องจากการซ่อมบำรุงรถจักรยานยนต์ที่มีการเสื่อมสภาพ ของเสียได้แก่ เศษสิ่งของ วัสดุที่ไม่ใช้แล้วหรือเสื่อมสภาพ ซึ่งอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ หรือของผสม รวมถึงภาวะบรรยากาศต่าง ๆ ซึ่งมีหรือปนเปื้อน หรือมีองค์ประกอบของสารที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์หรือสิ่งแวดล้อมในขณะนั้นหรืออนาคตหากได้รับการจัดการที่ไม่เหมาะสม [4] ของเสียที่เกิดขึ้นเช่น น้ำมันเครื่อง เศษหรือชิ้นส่วนยางรถจักรยานยนต์ ภาวะปนเปื้อนน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการจัดการของเสียจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1) เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ 2) เพื่อศึกษาวิธีการจัดการของเสียสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ และ 3) เพื่อศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะในการจัดการของเสียของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ เพื่อให้ได้ทราบถึงกระบวนการจัดการของเสียจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์

## อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากผู้ประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ที่อยู่ในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต โดยทำการสำรวจแบบเจาะจง (Purposive Sampling) มีขั้นตอนดังนี้

### 1. เครื่องมือ กลุ่มตัวอย่าง และระยะเวลาสำหรับการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้แบบบันทึกผลและแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 เก็บข้อมูลในด้านชนิดและปริมาณจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ที่อยู่ในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 51 ร้าน โดยเลือกสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 17 ร้าน เนื่องจากเป็นร้านที่สามารถให้ความร่วมมือในการจัดเก็บของเสียอันตรายที่จะทำการศึกษาได้เป็นอย่างดี และมีการให้บริการต่าง ๆ ภายในสถานประกอบการ โดยใช้แบบบันทึกผลในการเก็บข้อมูล สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 2 เดือน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ใช้รถจักรยานยนต์สูงสุด

1.2 วิธีการเก็บกักของเสียอันตรายจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ใช้วิธีการสัมภาษณ์ สังเกตถ่ายภาพประกอบ ในการเก็บกักของเสียอันตรายจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ จำนวน 17 ร้าน โดยเลือกสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นร้านที่สามารถให้ความร่วมมือในการจัดเก็บของเสียอันตรายที่จะทำการศึกษาได้เป็นอย่างดี

1.3 สำหรับวิธีการจัดการของเสียอันตราย ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะในการจัดการของเสียอันตรายของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ในพื้นที่เทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วยชื่อสถานประกอบการร้านซ่อมรถ หรือชื่อ-สกุล ผู้ประกอบการร้านซ่อมรถ เพศ อายุ ระดับการศึกษา จำนวนพนักงาน จำนวนรถจักรยานยนต์ที่มาใช้บริการเฉลี่ย/วัน การให้บริการของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ตอนที่ 2 วิธีการจัดการของเสียอันตราย วิธีการจัดการของเสียอันตรายเหล่านี้ด้วยวิธีใด (วิธีการจัดการ เช่น ใช้บริการกับทางเทศบาล, การนำกลับมาใช้ใหม่, การเก็บไว้ในภาชนะเพื่อนำไปกำจัด, การนำไปขาย, มีบริษัทมารับซื้อ หรืออื่น ๆ) และตอนที่ 3 ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะในการจัดการของเสียอันตรายของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลได้แก่ ถังมือยาง ถังดำ เครื่องชั่งน้ำหนัก (หน่วยกิโลกรัม) หน้ากากอนามัย กระบอกตวง ใช้วัดปริมาตรน้ำมัน อุปกรณ์บันทึกภาพ ปากกา และแบบบันทึกผล

3. การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาชนิดและปริมาณของของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น ในสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย แล้วนำข้อมูลมาแสดงผลโดยใช้ตารางและการศึกษาวิธีการจัดการของเสียอันตรายของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนำมาวิเคราะห์ข้อมูลแบบเชิงพรรณนาเพื่อหาข้อสรุป

## ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาชนิดของเสียที่เกิดขึ้นในสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ในเขตเทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต

จากการศึกษาชนิดของเสียที่เกิดขึ้นในสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ พบว่าชนิดของของเสียที่พบทุกครั้ง ได้แก่ น้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟืองที่ผ่านการใช้งานแล้ว ยางใน กระป๋องน้ำมันเครื่อง โดยได้มีการสอบถามข้อมูลจากผู้ประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ [5] พบว่า ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง ระยะเปลี่ยนถ่ายแนะนำที่ 1,500 - 2,000 กิโลเมตรหรือระยะทุก 3 เดือนของการใช้งาน เพื่อรักษาเครื่องยนต์ให้สะอาดและยืดอายุการทำงานของเครื่องยนต์มักจะเปลี่ยนควบคู่กันไปพร้อมกับน้ำมันเฟืองท้ายและน้ำมันเบรค ส่วนยางในขึ้นอยู่กักระยะหรือการใช้งาน ทำให้สภาพยางในเสื่อม เกิดอาการยางบวม ยางแตก ยางรั่ว ปัจจุบันสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ จะไม่นิยมปะยาง จึงทำให้มีการเปลี่ยนยางในมากขึ้น ชนิดของเสียที่พบเพียงบางครั้งในสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ได้แก่ เศษโลหะ ยางนอก เศษอะลูมิเนียม หม้อแบตเตอรี่ และหลอดไฟ เพราะมีความจำเป็นในการเปลี่ยนน้อย เนื่องจากจะมีอายุการใช้งานอยู่ที่ 2-3 ปี

2. การศึกษาปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ในเขตเทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต

จากการศึกษาปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ พบว่า น้ำมันเครื่องน้ำมันเฟืองท้ายที่ผ่านการใช้งานแล้ว มีปริมาณรวมเท่ากับ 485.3 ลิตร ซึ่งสอดคล้องกับกรมควบคุมมลพิษ [6] ในเรื่องของการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตามกำหนดเวลาของรถจักรยานยนต์ คือประมาณ 3 เดือน เนื่องจากการดูแลรักษา รถจักรยานยนต์อย่างสม่ำเสมอ ช่วยให้รถจักรยานยนต์มีสมรรถนะสูงสุด ขับขี่อย่างปลอดภัยและไร้ปัญหาบกพรวน เศษโลหะ มีปริมาณรวมเท่ากับ 378 กิโลกรัม เศษอะลูมิเนียม มีปริมาณรวมเท่ากับ 34.8 กิโลกรัม ยางใน มีปริมาณรวมเท่ากับ 2,446 เส้น ยางนอก มีปริมาณรวมเท่ากับ 565 เส้น เนื่องจากการใช้งานรถจักรยานยนต์ทุกครั้งที่มีการขับขี่ จะทำให้ยางในและยางนอกเสื่อมสภาพไปตามการใช้งาน หม้อแบตเตอรี่ มีปริมาณรวมเท่ากับ 91 ลูก กระป๋องน้ำมันเครื่อง มีปริมาณรวมเท่ากับ 155.7 กิโลกรัม และหลอดไฟ มีปริมาณรวมเท่ากับ 77 หลอด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณรวมของของเสียเป็นระยะเวลา 2 เดือน ที่เกิดขึ้นในสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ที่ได้ทำการสุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 17 ร้าน

ชนิดที่	ชนิดของเสีย	ปริมาณรวมของของเสีย	หน่วย
1	ชนิดของเสียที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำมันเครื่องที่ผ่านการใช้งานแล้ว น้ำมันเฟืองท้ายรถจักรยานยนต์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว	485.3	ลิตร
2	ชนิดของเสียที่เป็นโลหะ ได้แก่ ลูกปืนรถที่ผ่านการใช้งานแล้ว โชครถที่ผ่านการใช้งานแล้ว หัวเทียนรถที่ผ่านการใช้งานแล้ว สเตอริ์รถที่ผ่านการใช้งานแล้ว โช้ครถที่ผ่านการใช้งานแล้ว ก้านล้อที่ผ่านการใช้งานแล้ว ผ้าเบรคที่ผ่านการใช้งานแล้ว เศษโลหะอื่นที่เหลือจากการใช้งาน	378	กิโลกรัม
3	ชนิดของเสียที่เป็นอะลูมิเนียม ได้แก่ ลูกสูบรถที่ผ่านการใช้งานแล้ว กระป๋องสเปรย์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว	34.8	กิโลกรัม
4	ชนิดของเสียที่เป็นยาง ได้แก่ 4.1 ยางในรถที่ผ่านการใช้งานแล้ว 4.2 ยางนอกรถที่ผ่านการใช้งานแล้ว	2,446 565	เส้น
5	ชนิดของเสียที่เป็นพลาสติก ได้แก่ 5.1 หม้อแบตเตอรี่ที่ผ่านการใช้งานแล้ว 5.2 กระป๋องน้ำมันเครื่องที่ผ่านการใช้งานแล้ว	91 155.7	ลูก กิโลกรัม
6	ชนิดของเสียที่เป็นแก้ว ได้แก่ หลอดไฟที่ผ่านการใช้งานแล้ว	77	หลอด



3. การศึกษาการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ในเขตเทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต

1) ผลการศึกษาวิธีการจัดการจัดเก็บของเสียของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์

การศึกษาวិธีการจัดการจัดเก็บของเสียจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต พบว่า น้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟืองท้ายที่ผ่านการใช้งานแล้ว จัดเก็บโดยวิธีการเก็บรวบรวมบรรจุถังเหล็กขนาด 200 ลิตร ซึ่งสอดคล้องกับการให้ข้อมูลของผู้ประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ พบว่า ถังเหล็กขนาด 200 ลิตร มีประสิทธิภาพในการใช้กักเก็บน้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟืองท้ายที่ผ่านการใช้งานแล้ว เพื่อเก็บไว้รอขายขายแก่บริษัทที่จะมารับซื้อ โดยถังเหล็กจะแบ่งเป็น 3 ส่วน เมื่อน้ำมันถึง 1 ใน 3 ก็จะสามารถขายให้กับบริษัทที่มารับซื้อได้ [7] นอกจากนี้เศษโลหะ พบว่า จัดเก็บโดยวิธีการเก็บรวบรวมบรรจุในถัง หรือกล่องกระดาษลังที่มีความแข็งแรง และจัดเก็บได้สะดวก เศษอะลูมิเนียม พบว่า จัดเก็บโดยวิธีการเก็บรวบรวมบรรจุในกล่องกระดาษลังหรือตั้งกองไว้ เพื่อรอบริษัทมารับซื้อหรือนำไปขาย ยางใน ยางนอก พบว่า จัดเก็บโดยวิธีการเก็บรวบรวมกองตั้งพื้นไว้ เพื่อรอกำจัดโดยเทศบาลหรือให้ชาวบ้าน จากการให้ข้อมูลจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ พบว่า มีชาวบ้านในบริเวณใกล้เคียงมาขอเพื่อนำไปใช้ในการเลี้ยงหอย การปลูกพืช หรือทำเป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น [8] หม้อแบตเตอรี่ พบว่าจัดเก็บโดยวิธีการเก็บรวบรวมใส่กล่องแบตเตอรี่ที่ผ่านการใช้งานแล้วหรือเก็บตั้งเรียงไว้ภายในสถานประกอบการ เพื่อรอขายแก่บริษัทที่มารับซื้อหรือขายปลีกชาวบ้าน และจากข้อมูลของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ พบว่า มีการชาร์จแบตเตอรี่เพื่อนำไปขายปลีก ลูกกละ 20 บาท [9] สำหรับกระป๋องน้ำมันเครื่อง พบว่า จัดเก็บโดยวิธีการเก็บรวบรวมบรรจุกระสอบหรือกล่องกระดาษลังเพื่อรอบริษัทมารับซื้อหรือนำไปขาย และหลอดไฟ พบว่าจัดเก็บโดยวิธีการเก็บรวบรวมในแกนลอน ขวดน้ำที่ผ่าครึ่งหรือกล่องกระดาษลัง เพื่อรอจำหน่าย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาวิธีการจัดการเก็บกักของเสียของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต

วิธีการจัดการเก็บกักของเสียของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์	
1. ของเสียที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟืองท้าย	2. ของเสียที่เป็นโลหะได้แก่ ลูกปืน โช้ สเตอร์ หัวเทียน โช๊ค ก้านล้อ เศษโลหะ ฝาเบรก อื่นๆ
	
ทุกร้านจะใช้ถังเหล็กขนาด 200 ลิตร ในการเก็บรวบรวมน้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟืองท้ายที่ผ่านการใช้งานแล้ว เพื่อรอขายให้กับบริษัทที่มารับซื้อ	โลหะหรือเศษโลหะที่มีการปนเปื้อนของน้ำมันเครื่องจะบรรจุในแกนลอนน้ำ หรือปี๊ป เพื่อรอบริษัทมารับซื้อหรือนำไปขาย
3. ของเสียที่เป็นอะลูมิเนียม ได้แก่ ลูกสูบ กระป๋องสเปรย์	4. หลอดไฟ
	
กระป๋องสเปรย์ที่ผ่านการใช้งานแล้วนั้น บรรจุในกล่องกระดาษลัง หรือตั้งกองไว้ เพื่อรอบริษัทมารับซื้อ หรือนำไปขาย	หลอดไฟที่ผ่านการใช้งานแล้วนั้น จะมีการเก็บใส่ใน ขวดน้ำที่ผ่าครึ่งหรือกล่องกระดาษลัง เพื่อรอบริษัทมารับซื้อ หรือนำไปขาย

<p style="text-align: center;"><b>5. หม้อแบตเตอรี่</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>6. กระจรงน้ำมันเครื่อง</b></p> 
<p>หม้อแบตเตอรี่ที่ผ่านการใช้งานแล้วนั้นใส่กล่องที่ผ่านการใช้งานแล้วหรือเก็บตั้งเรียงไว้ เพื่อรอบริษัทมารับซื้อ หรือรอนำไปขายต่อใหม่เพื่อขายปลีกใบละ 20 บาท</p>	<p>กระจรงน้ำมันเครื่องที่ผ่านการใช้งานแล้วนั้น บรรจุใส่กระสอบหรือตะกร้า เพื่อรอบริษัทมารับซื้อ หรือรอนำไปขาย</p>
<p><b>7. ขวงเสี่ยที่เป็นยาง ได้แก่ ยางใน ยางนอก</b></p>	
	
<p>ยางในและยางนอกที่ผ่านการใช้งานแล้วนั้น จะมีการเก็บกองไว้หน้าร้านเพื่อรอการจัดโดยเทศบาล หรือให้ชาวบ้านที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์ต่อ</p>	

**2. ผลการศึกษาวิธีการกำจัดของเสี่ยของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์**

การศึกษาวิธีการกำจัดของเสี่ยของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ พบว่า ใช้วิธีการใช้บริการกับทางเทศบาลหรือ อบต. มากที่สุดคือ หลอดไฟ คิดเป็นร้อยละ 98.03 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเรื่องการจัดการของเสี่ยอันตรายของสถานประกอบการอู่ซ่อมรถยนต์ อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต [10] พบว่า ใช้บริการกับทางเทศบาลหรือ อบต.ในการจัดการมากที่สุด คือ เศษกระจกและหลอดไฟ มีค่าเท่ากับ รองลงมาคือ ผ้าเช็ดมือ คิดเป็นร้อยละ 56.86 ยางนอก คิดเป็นร้อยละ 50.98 เนื่องจากผ้าเช็ดมือผ่านการนำกลับมาใช้ซ้ำมาหลายครั้ง ทำให้ไม่สามารถใช้งานต่อได้จึงนำไปกำจัดกับทางเทศบาลหรือ อบต. ยางใน คิดเป็นร้อยละ 45.09 กระจรงสเปรย์ คิดเป็นร้อยละ 37.25 หม้อแบตเตอรี่ คิดเป็นร้อยละ 17.64

การใช้วิธีการนำกลับมาใช้ซ้ำมากที่สุดคือ ผ้าเช็ดมือ คิดเป็นร้อยละ 43.13 เนื่องจากผ้าเช็ดมือที่มีการเปื้อนของน้ำมันเครื่อง สามารถนำไปซักเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำต่อได้ รองลงมา คือ ยางใน คิดเป็นร้อยละ 19.60 เนื่องจากยางในสามารถนำมาปะตามบาดแผลที่เกิดขึ้นแล้วเติมลมก็จะสามารถใช้งานได้

การใช้วิธีการนำไปขายมากที่สุดคือ ลูกปืนรถ โช้ สตอร์ หัวเทียน โช้ครด ก้านล้อ เศษโลหะ และลูกสูบ คิดเป็นร้อยละ 80.39 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเรื่องการจัดการของเสี่ยอันตรายของสถานประกอบการอู่ซ่อมรถยนต์ อำเภอเกาะทุและอำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต [11] พบว่า ใช้วิธีการนำไปขายมากที่สุด ได้แก่ น้ำมันเครื่อง เศษโลหะ รองลงมาคือ ผ้าเบรก กระจรงน้ำมันเครื่อง หม้อแบตเตอรี่

การศึกษาวิธีการจัดการของเสี่ยของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ในเขตเทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต จำนวนทั้งหมด 51 ร้าน พบว่าใช้วิธีการเก็บรอบริษัทที่รับซื้อ มากที่สุดคือ น้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟือง น้ำมันเบรก คิดเป็นร้อยละ 100 เนื่องจากน้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟือง น้ำมันเบรกที่ผ่านการใช้งานแล้ว เก็บไว้ขายบริษัทที่รับซื้อเพื่อเป็นการลดปริมาณของเสี่ย รองลงมาคือผ้าเบรก คิดเป็นร้อยละ 23.52 หม้อแบตเตอรี่ กระจรงน้ำมันเครื่อง คิดเป็นร้อยละ 21.56 เท่ากัน เนื่องจากหม้อแบตเตอรี่สามารถนำไปชาร์จใช้งานต่อได้ ส่วนกระจรงน้ำมันเครื่องคนรับซื้อของเก่าจะมาซื้อ นำไปเข้ากระบวนการรีไซเคิลต่อไป ลูกปืน โช้ สตอร์ หัวเทียน โช้ค ก้านล้อ เศษโลหะ ลูกสูบ คิดเป็นร้อยละ 19.60 เท่ากัน กระจรงสเปรย์ คิดเป็นร้อยละ 11.76 เนื่องจากจะมีคนรับซื้อของเก่ามาซื้อเศษโลหะและเศษอะลูมิเนียม ซึ่งสามารถนำไปหลอมเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดเดิมหรือผลิตใหม่ได้ ยางใน ยางนอก คิดเป็นร้อยละ 3.92 เท่ากัน เนื่องจากมีคนมารับซื้อยางในและยางนอกเพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง

การศึกษาวิธีการจัดการของเสี่ยของสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ในเขตเทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต จำนวนทั้งหมด 51 ร้าน พบว่าใช้วิธีการอื่น ได้แก่ ยางนอก คิดเป็นร้อยละ 43.13 เนื่องจากมีชาวประมงพื้นบ้านมาขอยางนอกเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงหอยและนำไปกลับด้านใช้เป็นที่พักปลุกผักสวนครัว รองลงมาคือยางใน คิดเป็นร้อยละ 31.37 เนื่องจากยางในจะมีชาวบ้านมาขอรับไปทำเป็นเชื้อเพลิง และและกระจรงน้ำมันเครื่อง คิดเป็นร้อยละ 5.88 เนื่องจากกระจรงน้ำมันเครื่องจะตั้งกองไว้เพื่อบริจาคให้ชาเลนนำไปขาย

### 3. ผลการศึกษาปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการของเสียสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์

จากการศึกษาด้านปัญหาในการจัดการของเสียในสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ทั้งหมด 51 ร้าน พบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีปัญหาในการจัดการของเสียอันตราย คิดเป็นร้อยละ 68.63 เนื่องจากภายในสถานประกอบการจะมีการแยกของเสียอันตรายใส่ภาชนะเก็บกักเพื่อรอการจัดอยู่แล้ว และมีปัญหาในการจัดการของเสียอันตราย คิดเป็นร้อยละ 31.37 เนื่องจากไม่มีที่ทิ้งของเสีย รอเทศบาลหรือหน่วยงานอื่นมาจัดเก็บ

ด้านความเหมาะสมของภาชนะ ในการเก็บรวบรวมขยะจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ทั้งหมด 51 ร้าน พบว่า ส่วนใหญ่คิดว่าสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ของตนเอง มีภาชนะเก็บรวบรวมขยะเหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 88.24 เพราะสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ มีภาชนะเก็บรวบรวมขยะไว้เหมาะสม เช่น น้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟือง น้ำมันเบรกที่ผ่านการใช้งานแล้ว จะบรรจุเก็บในถังเหล็กขนาด 200 ลิตร ของเสียที่เป็นโลหะ จำพวก ผ้าเบรก หัวเทียน โช้ สตอร์ และอื่น ๆ จะบรรจุในถัง หรือกล่องกระดาษลังเป็นต้น และสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ที่คิดว่า มีภาชนะเก็บรวบรวมขยะไม่เหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 11.76 เนื่องจากกระป๋องสเปรย์ต่างๆ หลอดไฟ แต่นำไปทิ้งรวมในถังขยะทั่วไป

ด้านกรณีที่มีหน่วยงานมารับกำจัดของเสียอันตราย มีการคิดค่ากำจัดหรือไม่ พบว่า ส่วนใหญ่สถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ มีหน่วยงานมารับกำจัดของเสียอันตราย คิดค่ากำจัด คิดเป็นร้อยละ 78.43 เนื่องจากเป็นสถานประกอบการที่จดทะเบียนหรือมีชื่อเป็นเจ้าบ้านตามทะเบียน โดยคิดค่ากำจัด 300 บาท/ปี และสถานประกอบการที่ไม่ได้จดทะเบียนหรือไม่มีชื่อในทะเบียนบ้าน ไม่มีการคิดค่ากำจัด คิดเป็นร้อยละ 21.56

#### ข้อเสนอแนะจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์

1. ควรมีถังขยะแยกทิ้งสำหรับของเสียอันตรายโดยเฉพาะ
2. ควรมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาแนะนำให้ความรู้ในการจัดการของเสียอันตรายจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์
3. หน่วยงานที่เข้ามาดำเนินการจัดเก็บของเสียอันตรายไปกำจัด และควรมีการคัดแยกขยะอันตรายทุกครั้งที่เข้ามาดำเนินการ
4. ผู้ประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ควรมีความรับผิดชอบต่อส่วนรวม ช่วยกันดูแลกำจัดวัตถุอันตราย และมีความเป็นระเบียบวินัยในการทำงาน คัดแยกของเสียอันตรายแต่ละชนิดให้ถูกต้องเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปกำจัดต่อไป
5. ในการรับซื้อของเสียอันตรายจากสถานประกอบการ บริษัทที่มารับซื้อควรได้รับการจดทะเบียนอย่างถูกต้องตามกฎหมาย และในการขนส่งของเสียอันตรายทุกครั้งต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการเก็บขน การขนส่งจนถึงโรงงานกำจัด เพื่อป้องกันการรั่วไหล การปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมด้วย

#### ข้อเสนอแนะจากผู้ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้

1. หน่วยงานในเขตพื้นที่รับผิดชอบ ควรมีถังแยกประเภทขยะที่ชัดเจน สำหรับขยะทั่วไป ขยะอันตราย ขยะรีไซเคิล เป็นต้น
2. ผู้ประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ควรได้รับการอบรมเรื่องการจัดการของเสียอันตรายอย่างถูกวิธี และพิชภัยจากของเสียอันตรายอย่างน้อยปีละครั้ง
3. ผู้ประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ควรมีการคัดแยกของเสียอันตรายทุกครั้งก่อนนำไปกำจัดตามวิธีการต่าง เช่น หลอดไฟ ไม่ควรไปทิ้งรวมกับถังขยะทั่วไป

#### สรุป

การศึกษากิจการของเสียจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ในเขตเทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต พบว่า ชนิดของเสียที่พบทุกครั้ง มี 4 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟืองท้าย ยางใน และกระป๋องน้ำมันเครื่อง ที่ผ่านการใช้งานแล้ว ส่วนปริมาณรวมของของเสียที่เกิดขึ้น พบว่า น้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟืองท้ายที่ผ่านการใช้งานแล้ว มีปริมาณรวมเท่ากับ 485 ลิตร ยางใน มีปริมาณรวมเท่ากับ 2,446 เส้น กระป๋องน้ำมันเครื่อง มีปริมาณรวมเท่ากับ 155.7 กิโลกรัม ส่วนวิธีการจัดการของเสียที่ใช้วิธีการเก็บรวบรวมรับซื้อ ได้แก่ น้ำมันเครื่อง น้ำมันเฟือง น้ำมันเบรก สำหรับการให้บริการกับทางเทศบาล หรือ อบต. คือ หลอดไฟ ใช้วิธีการนำไปขายมากที่สุด คือ ลูกปืนรถ โช้ สตอร์ ใช้วิธีการนำกลับมาใช้ซ้ำมากที่สุดคือ ผ้าเช็ดมือ และ



ใช้วิธีการอื่น ๆ คือ การให้ชาวประมงพื้นบ้านนำยางนอออกไปเพาะเลี้ยงหอย และนำไปใช้เป็นที่เพาะปลูกผักสวนครัวมากที่สุด ด้านการศึกษาปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะ ในการจัดการของเสียพบว่า ไม่มีถังรองรับของเสียและถังแยกประเภทของขยะภายในสถานประกอบการ ทางสถานประกอบการต้องการให้มีถังขยะแยกทิ้งสำหรับของเสียโดยเฉพาะและมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาแนะนำให้ความรู้ ในการจัดการของเสียจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ตอบแบบสอบถามจากสถานประกอบการร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ ในเขตเทศบาลตำบลรัชฎา อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต ทุกท่านที่สละเวลาให้ความร่วมมือและให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยฉบับนี้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานจังหวัดภูเก็ต. (2564). ข้อมูลจังหวัดภูเก็ต. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [https://www.phuket.go.th/webpk/file\\_data/infopk/01.pdf](https://www.phuket.go.th/webpk/file_data/infopk/01.pdf). (1 ตุลาคม 2564)
- [2] สำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต. (2562). การท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต ปี 2556 – 2562. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก [http://phuket.nso.go.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=373&Itemid=646](http://phuket.nso.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=373&Itemid=646) (10 ตุลาคม 2564)
- [3] สำนักงานเทศบาลตำบลรัชฎา. (2559). ข้อมูลพื้นฐาน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://rasada.go.th/content/general>. (12 ตุลาคม 2564)
- [4] กนกวรรณ โคมลวีระเกตุ. (2555). ของเสียอันตราย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://libdcms.nida.ac.th/thesis6/2556/b180546/pdf>. (1 ตุลาคม 2564)
- [5] ชนศักดิ์ แป้นหนู. เจ้าของสถานประกอบการ. สัมภาษณ์, 12 มกราคม 2562
- [6] กรมควบคุมมลพิษ. (2561). ของเสียอันตราย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/waste\\_garbage.html#](http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_garbage.html#) (8 พฤษภาคม 2561)
- [7] ศุภชัย แสงมณี. เจ้าของสถานประกอบการ. สัมภาษณ์, 12 มกราคม 2562
- [8] ธนวุฒ พลเมือง. เจ้าของสถานประกอบการ. สัมภาษณ์, 12 มกราคม 2562
- [9] สุรียา ฝั่สุข. เจ้าของสถานประกอบการ. สัมภาษณ์, 12 มกราคม 2562
- [10] จินตนา เพชรวิง. (2558). การจัดการของเสียอันตรายของสถานประกอบการอู่ซ่อมรถยนต์ อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.
- [11] สื่อนะ สาและ. (2558). การศึกษาการจัดการของเสียอันตรายของสถานประกอบการอู่ซ่อมรถยนต์ อำเภอกะทู้และอำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.



ปริมาณและองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพ  
กรณีศึกษา: โรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา  
ในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

Quantity and Physical Solid Waste Composition  
Case Study: Canteen, Teacher's Residence and Student  
Dormitories in Phuket Rajabhat University

ธิดารัตน์ คำล้อม<sup>1\*</sup> นิติญา สังขนันท์<sup>2</sup> และ วรณรัตน์ ชูเชิด<sup>3</sup>

Tidarat Kumlom<sup>1\*</sup> Nitiya Sangkhanan<sup>2</sup> and Wannarat Chucherd<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> อาจารย์ ; <sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ; <sup>3</sup> นักศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ภูเก็ต 83000

โทรศัพท์ : 076-523-094, โทรสาร : 076-218-806, E-mail : tidarat.k@pkru.ac.th

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยเป็นสถาบันการศึกษาที่มีทั้งอาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาจำนวนมากเข้ามาเรียนและทำกิจกรรมเป็นสาเหตุทำให้เกิดแหล่งมูลฝอย โดยขยะมูลฝอยส่วนหนึ่งเกิดจากโรงอาหารที่มาจากการใช้บริการของบุคลากรและนักศึกษาทั้งจากการรับประทานอาหารและการทำกิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงบ้านพักอาจารย์และหอพักนักศึกษา โดยมีขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณและองค์ประกอบขยะมูลฝอยทางกายภาพที่เกิดขึ้นจากโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ทำการคัดแยกองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพจากโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา จำนวน 21 จุด โดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึง วันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2562 โดยเก็บตัวอย่างในวันพุธ วันศุกร์ ซึ่งเป็นตัวแทนวันทำการปกติ และวันอาทิตย์ เป็นตัวแทนของวันหยุดราชการ จากผลการศึกษาพบว่า ขยะมูลฝอยรวม 9 ครั้ง มีปริมาณ 1,409.97 กิโลกรัม จุดที่เกิดขยะมูลฝอยมากที่สุด คือโรงอาหาร มีปริมาณขยะมูลฝอยรวมสูงสุดคือ 655.20 กิโลกรัม (ร้อยละ 46.47) รองลงมาคือ บ้านพักอาจารย์ มีปริมาณขยะมูลฝอยรวม 503.43 กิโลกรัม (ร้อยละ 35.71) และหอพักนักศึกษา 251.29 กิโลกรัม (ร้อยละ 17.82) ปริมาณน้ำหนักขยะมูลฝอยของแต่ละวัน โดยวันศุกร์เกิดปริมาณขยะมูลฝอยสูงสุด 499.85 กิโลกรัม รองลงมาวันอาทิตย์ปริมาณขยะมูลฝอย 470.10 กิโลกรัม และวันพุธเกิดปริมาณขยะมูลฝอย 440.02 กิโลกรัม ประเภทของขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุด ได้แก่ ขยะอินทรีย์ เท่ากับ 595.40 กิโลกรัม รองลงมาเป็นขยะทั่วไป 434.52 กิโลกรัม ขยะรีไซเคิล 126.6 กิโลกรัม และขยะอันตราย 20.14 กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพที่เกิดมากที่สุด คือ เศษอาหาร ผัก เปลือกไข่ เท่ากับ 595.40 กิโลกรัม รองลงมาคือ ถุงพลาสติก เท่ากับ 274.81 กิโลกรัม กระดาษ เท่ากับ 95.89 กิโลกรัม ขวดแก้ว เท่ากับ 48.18 กิโลกรัม และขวดพลาสติก เท่ากับ 25.63 กิโลกรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ: โรงอาหาร; บ้านพักอาจารย์; หอพักนักศึกษา; องค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพ





## Abstract

The university is an educational institution where many professors, staff and students come to study and do activities that cause waste. Part of the solid waste is generated from the canteen that come from the service of staff and students, both from eating and doing activities, and the teacher's house where the teacher lives and the student dormitory. with solid waste generated from various activities in daily life. The objective of this research was to study the quantity and physical composition of solid waste generated from the canteen. teacher's residence and student dormitories in Phuket Rajabhat University. Physical segregation of waste components from the canteen is performed. teacher's residence and student dormitories total 21 points. The samples were collected during 14 August 2019 to 8 September 2019. Samples were collected on Wednesdays and Fridays, which represented normal business days. and Sunday representing public holidays.

From the results of the study, it was found that 9 times a total of solid waste amounted to 1,409.97 kg The canteen had the highest total solid waste at 655.20 kg (46.47%). Followed by the teacher's residence with the amount of garbage total solid waste 503.43 kg (35.71%) and student dormitory 251.29 kg (17.82%). Daily weight of solid waste On Friday, the highest amount of solid waste was 499.85 kg, followed by 470.10 kg on Sunday, and 440.02 kg on Wednesday. The most common types of solid waste were organic waste with 595.40 kg, followed by general waste at 434.52 kg, recycled waste at 126.6 kg, and hazardous waste at 20.14 kg, respectively. The amount of physical solid waste that was generated the most was food waste, vegetables, eggshells, 595.40 kg, followed by plastic bags, 274.81 kg, paper, 95.89 kg, glass bottles, 48.18 kg, and plastic bottles equal 25.63 kg, respectively.

**Keywords :** Canteen; Teacher's Residence; Student Dormitory; Physical Solid Waste Composition

## บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาขยะมูลฝอยในประเทศไทยเป็นปัญหาหลัก ๆ เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญประการหนึ่งที่เกิดขึ้นจากน้ำมือมนุษย์ โดยเกิดจากการทิ้งเศษสิ่งของหรือวัสดุที่ไม่ต้องการหรือเสื่อมสภาพแล้ว เช่น เศษอาหาร สิ่งของเครื่องใช้ วัสดุต่าง ๆ โดยมีแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย ได้แก่ เขตที่พักอาศัย เขตธุรกิจการค้า ตลาดสด เขตสถานที่ราชการ สถานศึกษา เขตอุตสาหกรรม เขตเกษตรกรรม การเกิดปัญหาขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ล้วนมาจากการตอบสนองความต้องการของมนุษย์ทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมเพื่อก่อให้เกิดให้เกิดความสะดวกสบาย ปัญหาขยะมูลฝอยยังส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษต่าง ๆ ตามมา ได้แก่ มลพิษทางน้ำ โดยการปนเปื้อนของขยะมูลฝอยในแหล่งน้ำและน้ำชะขยะที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำ มลพิษทางอากาศเกิดกลิ่นเหม็นจากกองขยะมูลฝอยและการหมักหมมขยะมูลฝอยทำให้เกิดก๊าซต่าง ๆ มลพิษทางทัศนียภาพทำให้เกิดภาพที่ไม่น่าดูทำให้เกิดทัศนยะอุจาด ตลอดจนก่อให้เกิดความรำคาญ และทำให้สภาพแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลง [1]

จากการประเมินปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นของประเทศไทย พบว่าในปี 2563 มีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยต่าง ๆ ประมาณ 27.35 ล้านตัน มีปริมาณลดลงร้อยละ 4 ขยะมูลฝอยชุมชน 27.35 ล้านตัน ได้ถูกนำไปกำจัดอย่างถูกต้องประมาณ 11.19 ล้านตัน (เพิ่มขึ้นร้อยละ 14) ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด และขยะมูลฝอยถูกนำกลับไปใช้ประโยชน์ ประมาณ 11.93 ล้านตัน (ลดลงร้อยละ 5) ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด สำหรับขยะมูลฝอยอีกประมาณ 4.23 ล้านตัน (ลดลงร้อยละ 34) ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะถูกนำไปจัดการอย่างไม่ถูกต้อง เช่น การเทกอง การเผากำจัดกลางแจ้ง การเผากำจัดในเตาเผาขนาดเล็กที่ไม่มีกระบวนการบำบัดมลพิษทางอากาศ และการลักลอบทิ้งในพื้นที่ต่าง ๆ [2]

ขยะจากโรงอาหารถือเป็นสัดส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 29 ของปริมาณขยะทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย และร้อยละ 74 ของขยะจากโรงอาหารเป็นขยะประเภทที่ย่อยสลายได้ [3] เนื่องด้วยอาหารเป็นหนึ่งในปัจจัย 4 ของการดำรงชีวิตในมหาวิทยาลัย และโรงอาหารของมหาวิทยาลัยจึงเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญต่อการสร้างขยะ จากการรับประทานอาหารของผู้คนจำนวนมากในทุกช่วงเวลาโดยเฉพาะช่วงพักกลางวัน เพราะโรงอาหารอยู่ภายในบริเวณมหาวิทยาลัยมีความสะดวก รวดเร็ว ราคาประหยัด ด้วยเหตุผลดังกล่าวส่งผลเกิดการสะสมปริมาณขยะปริมาณมากจากผู้คนเข้ามาใช้บริการโรงอาหารในแต่ละวัน [4] ปัญหาขยะจากโรงอาหารที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องมาจากปัจจัยการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะทุกปีตามอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การขยายตัวทางเศรษฐกิจและเกิดจากการ



เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการอุปโภคบริโภคของประชาชน [5] ดังนั้นการแก้ไขปัญหาขยะเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับมหาวิทยาลัยจึงควรมีการจัดการที่เป็นระบบ เนื่องจากสถานศึกษาที่มีจำนวนนิสิตและบุคลากรมากกว่า 40,000 คน โดยเป็นแหล่งที่มีการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดขยะจำนวนมาก ทั้งจากการบริโภคหรือจากการทำการเรียนสอน [6] ซึ่งนับว่าเป็นชุมชนย่อยที่มีศักยภาพในการจัดการขยะที่สามารถพัฒนาการบริหารจัดการขยะในรูปแบบครบวงจร [7] ดังนั้นประชาคมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงได้ให้ความสำคัญกับประเด็นการบริหารจัดการขยะโดยได้จัดทำแผนปฏิบัติการการจัดการขยะและขยะอันตรายอย่างยั่งยืนในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยขึ้น เพื่อให้เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมของมหาวิทยาลัยในอนาคต [8]

แหล่งกำเนิดมูลฝอยที่สำคัญมีหลายแห่ง และสถาบันการศึกษาเป็นที่รวมตัวกันของคนทั้งบุคลากรและนักศึกษาจึงทำให้เกิดปริมาณขยะมูลฝอยเป็นจำนวนมาก มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตเป็นสถาบันการศึกษาที่มีจำนวนอาจารย์และบุคลากรจำนวน 698 คน และนักศึกษาจำนวน 8,505 คน ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากโรงอาหารซึ่งมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 2,137.32 ตารางเมตร เกิดจากการใช้บริการของบุคลากรและนักศึกษาจำนวนหนึ่ง และขยะมูลฝอยยังเกิดจากบ้านพักอาจารย์ที่และหอพักนักศึกษาที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาชนิด ปริมาณ และองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพที่เกิดขึ้นจากโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการขยะมูลฝอยทางกายภาพในมหาวิทยาลัยต่อไป

### อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาชนิด ปริมาณ และองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต กรณีศึกษาโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา เพื่อที่จะให้ทราบถึงชนิด ปริมาณ และองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. อุปกรณ์ ได้แก่ ถังมียางแบบหนา, รองเท้าบูท, หน้ากากอนามัย, เสื้อกันเปื้อน, ถุงดำ, ที่คีบขยะ, ผ้าเตนท์ รองรับขยะ, เครื่องชั่ง 60 กิโลกรัม เครื่องชั่ง 15 กิโลกรัม และเครื่องชั่ง 1 กิโลกรัม, กระจาดและปากกาสำหรับจดบันทึก
2. จุดเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างขยะ

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1) ทำการศึกษาชนิด ปริมาณ และองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพที่เกิดจากโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษาในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โดยการเก็บตัวอย่างขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดในช่วงเปิดภาคเรียนภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึง วันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2562 โดยเก็บข้อมูลวันพุธ วันศุกร์ เป็นตัวแทนวันทำการปกติ และวันอาทิตย์ เป็นตัวแทนของวันหยุดราชการ เก็บข้อมูลในระหว่างเวลา 17.00 น. – 20.00 น.

3.2) สักรวชชนิด ปริมาณ และองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพ โดยเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยจากจุดทิ้งขยะจำนวน 21 จุด นำขยะทั้งหมดที่ได้มาเทกองบนอุปกรณ์ปูพื้นที่ได้เตรียมไว้ ทำการคลุกเคล้าให้องค์ประกอบต่าง ๆ กระจายกันอย่างทั่วถึง หลังจากนั้นแบ่งขยะออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) เลือก 2 ส่วนที่กองอยู่ตรงข้าม นำมาศึกษาชนิด ปริมาณโดยการชั่งน้ำหนัก และคัดแยกองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพอย่างละเอียด [2]

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา

จากการศึกษาปริมาณองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพ บริเวณโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต 21 จุด รวม 9 ครั้ง มีน้ำหนักรวมทั้งหมด 1,409.97 กิโลกรัม พบว่า โรงอาหาร มีปริมาณขยะมูลฝอยรวมสูงสุดคือ 655.20 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 46.47 รองลงมาคือ บ้านพักอาจารย์ มีปริมาณขยะมูลฝอยรวม 503.43 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 35.71 และหอพักนักศึกษา 251.29 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 17.82 ตามลำดับ ปริมาณน้ำหนักขยะมูลฝอยทั้งหมดของโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา พบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยจากโรงอาหาร มีปริมาณขยะมูลฝอยรวมสูงสุด เนื่องจากโรงอาหารมีการจำหน่ายอาหารให้นักศึกษาและบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต และเป็นพื้นที่ที่นักศึกษามารวมตัวกันทำงานหรือกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายจึงทำให้มีปริมาณขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร พลาสติก แก้วน้ำ และขวดน้ำเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ส่วนบ้านพักอาจารย์และหอพักนักศึกษามีจุดทิ้งขยะร่วมกันจึงทำให้มีปริมาณขยะที่เกิดขึ้นมีปริมาณมาก รายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ร้อยละปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา

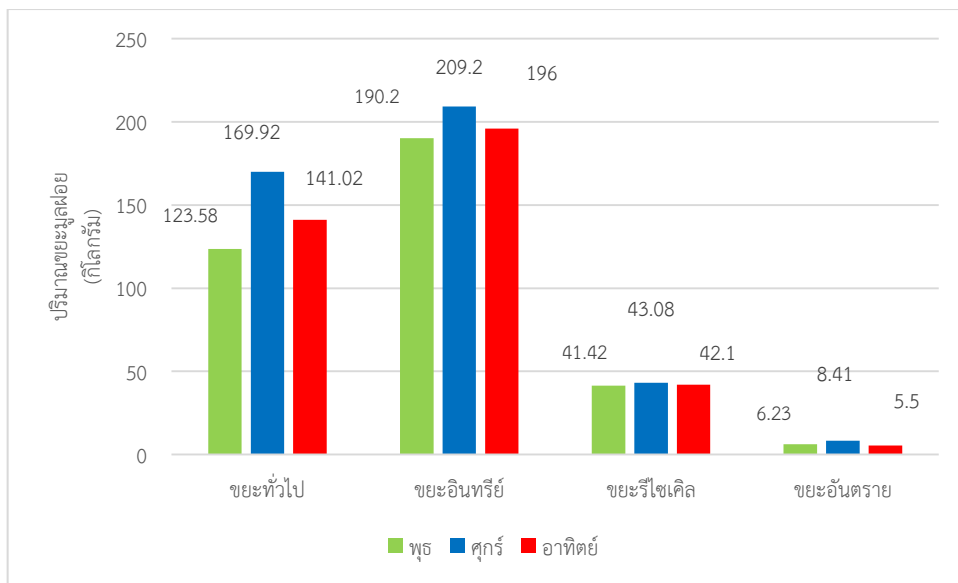
ปริมาณน้ำหนักขยะมูลฝอยแต่ละวันของโรงอาหาร หอพักนักศึกษาและบ้านพักอาจารย์ ทำการศึกษาทั้งหมด 9 ครั้ง โดยทำการศึกษาในวันพุธ วันศุกร์ และวันอาทิตย์ พบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยวันศุกร์เกิดปริมาณขยะมูลฝอยสูงสุด 499.85 กิโลกรัม รองลงมาวันอาทิตย์ปริมาณขยะมูลฝอย 470.10 กิโลกรัม และวันพุธเกิดปริมาณขยะมูลฝอย 440.02 กิโลกรัม โดยปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด 1,409.97 กิโลกรัม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณน้ำหนักขยะมูลฝอยและร้อยละของโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา 21 จุด รวม 9 ครั้ง

จุดเก็บตัวอย่าง	วันทำการปกติ				วันหยุดราชการ		น้ำหนักรวม (กก.)	ร้อยละ
	วันพุธ		วันศุกร์		วันอาทิตย์			
	น้ำหนักรวม (กก.)	ร้อยละ	น้ำหนักรวม (กก.)	ร้อยละ	น้ำหนักรวม (กก.)	ร้อยละ		
โรงอาหาร	196.1	44.56	268.8	52.58	196.30	41.76	655.20	46.47
บ้านพักอาจารย์	182.33	41.42	134.75	26.93	186.50	39.62	503.48	35.71
หอพักนักศึกษา	61.59	14.00	102.4	20.49	87.30	18.57	251.29	17.82
รวม	440.02	100	499.85	100	470.10	100	1,409.97	100
เฉลี่ย	146.67		166.62		156.70		156.66	

## 2. การศึกษาประเภทและปริมาณขยะมูลฝอยจากโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา

จากการศึกษาประเภทและปริมาณขยะมูลฝอยจากโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา ในวันพุธ วันศุกร์ และวันอาทิตย์ โดยแบ่งประเภทขยะมูลฝอยเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ขยะทั่วไป ขยะอินทรีย์ ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย พบว่ามีขยะอินทรีย์มากที่สุด 595.40 กิโลกรัม โดยขยะอินทรีย์มากที่สุดในวันศุกร์ 209.20 กิโลกรัม ขยะทั่วไป 434.52 กิโลกรัม โดยขยะทั่วไปมากที่สุดในวันศุกร์ 169.92 กิโลกรัม ขยะรีไซเคิล 126.60 กิโลกรัม โดยขยะรีไซเคิลมากที่สุดในวันศุกร์ 43.08 กิโลกรัม และขยะอันตราย 20.14 กิโลกรัม โดยขยะอันตรายมากที่สุดในวันศุกร์ 8.41 กิโลกรัม วันศุกร์มีปริมาณขยะมูลฝอยมากที่สุด เนื่องจากเป็นการเรียนวันสุดท้ายของสัปดาห์มีการใช้พื้นที่โรงอาหารในการทำงานที่ได้รับมอบหมายและรับประทานอาหาร และมีการจัดการขยะภายในบ้านพักอาจารย์และหอพักนักศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณและองค์ประกอบขยะมูลฝอยบริเวณที่พักอาศัยในมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย [9] พบว่า ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในวันทำการปกติ เท่ากับ 149.07 กิโลกรัม ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในหยุดราชการเท่ากับ 117.08 กิโลกรัมต่อวัน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอยแต่ละประเภทในแต่ละวัน

ปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ ขยะอินทรีย์ ขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย โดยพบว่า ขยะอินทรีย์มีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 595.4 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 50.60 รองลงมาเป็นขยะทั่วไป 434.52 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 36.93 เกิดขึ้นเฉลี่ยวันละ 48.28 กิโลกรัมต่อวัน ขยะรีไซเคิล 126.6 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 10.76 ขยะอันตราย 20.14 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 1.71 สอดคล้องกับบริบทของสถานที่ที่เป็นโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา จึงมีปริมาณขยะมูลฝอยอินทรีย์เกิดขึ้นสูงสุด และสอดคล้องกับการศึกษาสถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม [10] พบว่า ขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุด คือ ขยะอินทรีย์ มีปริมาณ เฉลี่ย 293.07 กิโลกรัม/วัน หรือคิดเป็นร้อยละ 42.79 รองลงมา ได้แก่ ขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล ขยะติดเชื้อ และขยะอันตราย ตามลำดับ และยังคงสอดคล้องกับการศึกษาชนิดและปริมาณขยะมูลฝอยกรณีศึกษาหมู่บ้านนครชุม [11] พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่ทิ้งขยะประเภทผักและผลไม้ คิดเป็น 32 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ขยะประเภทกระดาษ คิดเป็น 21 เปอร์เซ็นต์ ขยะประเภทพลาสติก คิดเป็น 19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

## 3. การศึกษาองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพจากโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา

จากการศึกษาองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพจากโรงอาหาร บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา พบว่า องค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพมีดังนี้ คือ ขยะอินทรีย์ ได้แก่ เศษอาหาร ผัก เปลือกไข่ไก่ 595.40 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 50.60 รองลงมาคือ ขยะทั่วไป ได้แก่ เศษผ้า กล่องนม UHT รองเท้า ขยะรีไซเคิล ได้แก่ ถุงพลาสติก 274.81 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 23.35 กระดาษ 95.89 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 8.15 ขวดแก้ว 48.18 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 4.09 และขยะอันตราย ได้แก่ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สายชาร์จโทรศัพท์มือถือ ปากกาเคมี ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ [12] พบว่า ช่วงเปิดเทอม องค์ประกอบที่มีปริมาณมากที่สุด ได้แก่ เศษอาหาร พบเป็น

ร้อยละ 31.66 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด องค์ประกอบขยะมูลฝอยที่มีรองลงมา 3 อันดับ ได้แก่ พลาสติก กระดาษ ขยะติดเชื้อ การคัดแยกองค์ประกอบขยะอินทรีย์ ขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย ดังแสดงในภาพที่ 4

การคัดแยกองค์ประกอบทางกายภาพขยะมูลฝอย		ขยะอินทรีย์
		เศษอาหาร
ขยะทั่วไป		
แก้วพลาสติก	โฟมและกล่องโฟม	ถุงพลาสติก
ขยะรีไซเคิล		
ขวดพลาสติก	ขวดแก้ว	กล่องนม UHT
ขยะอันตราย		
นาฬิกา	ขวดสเปรย์	รีโมท

ภาพที่ 4 การคัดแยกองค์ประกอบขยะอินทรีย์ ขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย

#### 4. ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรนำเศษอาหาร เศษขยะอินทรีย์ ไปหมักทำเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพในถังหมักเศษอาหารเพื่อให้ได้วัสดุปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรต่อไป
- 2) ควรเพิ่มการคัดแยกขยะและนำขยะรีไซเคิลเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ โดยการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง
- 3) ขยะทั่วไปนำเข้าสู่กระบวนการผลิตพลังงานทดแทน
- 4) ขยะอันตราย นำไปกำจัดอย่างถูกวิธีเพื่อไม่ให้กระทบต่อสิ่งแวดล้อม



## สรุป

การศึกษาปริมาณและองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต กรณีศึกษา โรงอาหาร บ้านพัก อาจารย์ และหอพักนักศึกษา พบว่า โรงอาหาร มีปริมาณขยะมูลฝอยรวมสูงสุด รองลงมาคือ บ้านพักอาจารย์ และหอพักนักศึกษา ตามลำดับ ปริมาณน้ำหนักขยะมูลฝอยของแต่ละวัน โดยวันศุกร์เกิดปริมาณขยะมูลฝอยสูงสุด รองลงมาวันอาทิตย์ และวันพุธ ตามลำดับ ประเภทของขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุด ได้แก่ ขยะอินทรีย์ รองลงมาเป็นขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย ตามลำดับ ปริมาณองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพที่เกิดมากที่สุด คือ เศษอาหาร รองลงมาคือถุงพลาสติก กระดาษ ขวดแก้ว และขวดพลาสติก ตามลำดับ

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ซึ่งได้ให้ข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย และมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ตำบลรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ที่ให้ใช้สถานที่ในการทำวิจัย ซึ่งทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ิเรศ ศรีสถิตย์. (2553). การวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะมูลฝอย. วิศวกรรมกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
- [2] กรมควบคุมมลพิษ. (2563). รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอย ชุมชนของประเทศไทย. [ออนไลน์] สืบค้นได้จาก: [https://www.pcd.go.th/pcd\\_news/11873/](https://www.pcd.go.th/pcd_news/11873/) เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2563.
- [3] สำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2559). รายงานข้อมูลปริมาณขยะ ประจำปีรอบปี พ.ศ.2559.
- [4] กฤติยา พุดติ และวนารัตน์ กรอิสราณกุล. (2560). การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณขยะมูลฝอยจากการขยายตัวของอาคารที่อยู่อาศัยในอนาคต: กรณีศึกษาเทศบาลนครนทบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 25(2), 210-224.
- [5] สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2562). การศึกษาแนวทางการบริหารจัดการอาหารส่วนเกิน เพื่อลดปัญหาขยะอาหารที่เหมาะสมกับประเทศไทย. [ออนไลน์]: [https://tdri.or.th/wp-content/uploads/2019/09/final\\_food\\_waste\\_management.pdf](https://tdri.or.th/wp-content/uploads/2019/09/final_food_waste_management.pdf), 25 มีนาคม 2563.
- [6] วลัยลักษณ์ อมรสิริพงศ์, ภรสรีย์ แก่นทอง และศานติกร พินยงค์. (2558). รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม: กรณีศึกษา โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. วารสารวิจัยสหวิทยาการไทย, ปีที่ 10(2), 16-23.
- [7] อัจฉรา อัครวิกุลชัย, พิมพ์พรรณ หาญศึก และเพ็ญใจ พิระเกียรติขจร. (2554). แนวทางการจัดการขยะให้เหลือศูนย์ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา Zero Waste Management in Mahidol University Salaya Campus. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*, 7(1). Retrieved from <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JEM/article/view/29058>
- [8] ปฐมพงศ์ วิภาตะพันธุ์, รณพร ปิยะปานันท์, ฐาปนี แสงเพชร, นุตา ศุภคต, กอปร ลิ้มสุวรรณ และสุจิตรา วาสนาดำรงดี. (2563). CU Zero Waste กรณีศึกษา “การจัดการขยะโรงอาหารของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย”. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 24 (ฉบับที่ 3).
- [9] กรรณิการ์ บุตรเอก, สุวิมล แก้วเงา และปิยะดา วชิระวงศกร (2554). สถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. [ออนไลน์] สืบค้นได้จาก : <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/psru/article/view/17025>, เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2563.
- [10] สุदारัตน์ นนทประสาท, อนุชา เกตุเจริญ และขวัญฤทัย ทองบุญฤทธิ. (2558). การศึกษาชนิดและปริมาณขยะมูลฝอยกรณีศึกษาหมู่บ้านนครชุม. [ออนไลน์] สืบค้นได้จาก : <https://research.kpru.ac.th/sac/fileconference/7452018-05-04.pdf>, เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2562.
- [11] อุษา สาสุข, วรรณพงษ์ อยู่นาค และอารีห์ วรรณโวหาร. (2559). การวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์. [ออนไลน์] สืบค้นได้จาก : <http://ir.swu.ac.th/xmlui/bitstream/handle/123456789/5059/PRO2371.pdf?sequence=1>, เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2562.

# การพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมสำหรับผู้สูงอายุ ในเมือง : กรณีศึกษา อาคารเช่าการเคหะแห่งชาติ Housing and Environment Development for Elderly in City: A Case Study of Rental Housing Development of National Housing Authority

แก้วบัวแก้ว รัตนจันทร์<sup>1</sup> และ ธารศ ศรีสถิตย์<sup>2</sup>

Kaewbuakua Rattanachan<sup>1</sup> and Thares Srisatit<sup>2</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการพัฒนาและจัดการเมือง  
มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพฯ 10300

<sup>2</sup>อาจารย์ประจำวิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพฯ 10300

โทรศัพท์ : 09-9196-2951, E-mail : kaewbuakua@gmail.com

## บทคัดย่อ

การพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการยกระดับคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ ในขณะที่ประเทศไทยจะเป็นสังคมสูงอายุระดับสุดยอด (Super - Aged Society) ในปี 2574 การพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมสำหรับผู้สูงอายุจึงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาเมือง ซึ่งการทำให้ผู้สูงอายุที่มีรายได้น้อยสามารถเข้าถึงที่อยู่อาศัยได้ถือเป็นหนึ่งในภารกิจสำคัญของการเคหะแห่งชาติ (กคช.) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุในเมืองที่มีรายได้น้อย โดยใช้กรณีศึกษาอาคารเช่าการเคหะแห่งชาติ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้แบบการประเมินด้านที่อยู่อาศัยเพื่อประเมินโครงการเคหะชุมชนรามอินทรา โครงการเคหะชุมชนห้วยขวาง และโครงการเคหะชุมชนดินแดง เก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถามในสวนผู้นำชุมชนในโครงการอาคารเช่าการเคหะแห่งชาติ จำนวน 5 ท่าน ต่อ 1 ชุมชน จำนวน 3 ชุมชน รวมทั้งสิ้น 15 คน และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้มีประสบการณ์การพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ จากกลุ่มตัวแทน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ที่กำหนดนโยบาย กลุ่มผู้ปฏิบัติ และกลุ่มนักวิชาการ จำนวนรวมทั้งสิ้น 6 คน ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมสำหรับผู้สูงอายุ ควรดำเนินการดังนี้ ประการที่ 1 ควรคำนึงถึงความต้องการของผู้สูงอายุขั้นพื้นฐาน เช่น ความปลอดภัยทางด้านร่างกายและสุขภาพอนามัย ความเป็นส่วนตัว ความเป็นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ความมั่นคงของบุคคล ประการที่ 2 ควรคำนึงถึงความต้องการทางด้านสังคมและพาสานให้ผู้สูงอายุเป็นกลุ่มหนึ่งที่สามารถสร้างหรือเสริมกิจกรรมทางสังคมได้ ประการที่ 3 ควรมีการวางแผนในการจัดการที่อยู่อาศัยสำหรับผู้สูงอายุ เช่น คำนึงถึงแหล่งบริการต่าง ๆ ไม่ปล่อยให้ผู้อยู่ในที่อยู่อาศัยโดดเดี่ยว ใกล้เคียงแหล่งขนส่งมวลชน จัดให้มีโครงการใกล้เคียง สร้างสภาพแวดล้อมที่ดีคือ สามารถเข้าถึงได้ง่าย มีความปลอดภัยทางกายภาพ มีขอบเขตส่วนบุคคล มีความชัดเจน และสามารถสร้างแรงกระตุ้น และประการที่ 4. ควรจัดที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมเพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถพักอาศัยในสถานที่เดิมได้อย่างยาวนานขึ้น เพื่อไม่ให้ผู้สูงอายุต้องย้ายไปอาศัยในโรงพยาบาล หรือบ้านพักคนชรา โดยคำนึงถึงการใช้งานร่วมกัน ใช้งานง่าย ปลอดภัย และเหมาะสมต่อการลงทุน (มีราคาและการออกแบบที่เหมาะสม)

คำสำคัญ : ผู้สูงอายุ; เมือง; ที่อยู่อาศัย; สภาพแวดล้อม



## Abstract

Development of housing and environment is an important consideration for the well-being of elderly. Thailand is becoming a super-aged society in the next 10 years (in 2031), adequate housing is especially critical for low-income older adults, who face affordability and accessibility issues. The National Housing Authority (NHA) has been set to provide subsidized housing for elderly with low-income. The objective of this study was to suggest components of the development of housing and environment for seniors. It was conducted by using a case study of rental housing development of NHA. This study is qualitative research using housing checklist Using housing checklist with 5 leaders form 3 NHA rental housing area, Ramintha Rental Housing project, Huai Khwang Rental Housing project and Din Daeng Rental Housing project, total 15 persons and 6 in-depth semi structured interviews, who are in policy maker, official and academic field. The result of the study showed that there are four housing and environment development guidelines: 1. Senior housing concept should be considered elderly basic needs. 2. Senior citizen involve in social groups that can participate in community activities. 3. Urban planning project should consider the housing for elderly essentially. And 4. Living space should be arranged to stay in the same area over time.

**Keywords :** Elderly; City; Housing; Environment

## บทนำ

ประเทศไทยมีประชากรรวม 66.5 ล้านคน มีจำนวนผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) 12 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 18 ของประชากรทั้งหมด คาดการณ์ว่าประเทศไทยจะกลายเป็น “สังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์” ภายในปี 2565 และจะก้าวสู่การเป็นสังคมสูงอายุระดับสุดยอด (Super - Aged Society) ในปี 2574 โดยจะมีสัดส่วนผู้สูงอายุมากกว่าร้อยละ 28 ของจำนวนประชากรทั้งหมด จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงใน 2 รูปแบบ คือ ประการแรก คือ ทางกายภาพ ส่งผลโดยตรงต่อการจัดสภาพแวดล้อมที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้ชีวิตภายในและภายนอกที่อยู่อาศัย และประการที่ 2 คือ การเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม จิตใจ และเศรษฐกิจ ดังนั้นนอกจากพื้นที่อยู่อาศัยแล้ว จึงควรมีการจัดสรรพื้นที่ทำกิจกรรมร่วมกันสำหรับคนทุกวัยทำให้เกิดการเกื้อหนุนกัน เป็นพื้นที่ที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน และผู้สูงอายุสามารถเข้าใช้งานได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ ผู้สูงอายุที่มีรายได้น้อยสามารถเข้าถึงที่อยู่อาศัยได้ ซึ่งถือเป็นภารกิจสำคัญของการเคหะแห่งชาติ (กคช.) ในการจัดที่อยู่อาศัยสำหรับผู้มีรายได้น้อย แต่โครงการเช่าของ กคช. ยังขาดความเหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาแนวทางการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุในโครงการอาคารเช่าของ กคช. โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสำรวจที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมในโครงการอาคารเช่าตามแผนฟื้นฟูระดับคุณภาพชีวิต (เช่า) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ได้แก่ โครงการเคหะชุมชนรามอินทรา โครงการเคหะชุมชนห้วยขวาง และโครงการเคหะชุมชนดินแดง และ 2) เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุในเมืองที่มีรายได้น้อย

แนวทางการการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) คือ “การออกแบบที่เป็นสากลไม่ใช้การออกแบบที่เกี่ยวกับการเข้าถึง แต่เกี่ยวกับความเหมาะสม” [1] โดยหลักการออกแบบเพื่อคนทั้งมวลประกอบด้วยหลักการ 7 ประการ ได้แก่ การใช้งานที่เท่าเทียมกัน (Equitable Use) ความยืดหยุ่นในการใช้งาน (Flexibility in use) ใช้งานง่าย (Simple and intuitive use) การสื่อความหมายเป็นที่เข้าใจง่าย (Perceptive Information) ทนทานและไม่เป็นอันตรายเมื่อใช้งานผิดพลาด (Tolerance for Error) ช่วยผ่อนแรง (Low Physical Effort) และขนาดหรือพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเข้าถึง (Size and Space for Approach and Use) นอกจากแนวทางการออกแบบเพื่อคนทั้งมวลแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้สูงอายุ โดยผู้สูงอายุมีความต้องการพื้นฐานที่เหมือนกันทั่วโลก [2] คือ พยายามมีชีวิตอยู่ยาวนานเท่าที่จะเป็นไปได้ พยายามรักษาพลังและศักยภาพทางร่างกายและทางสมองให้คงอยู่ให้มากที่สุด และพยายามป้องกันและกำจัดไวรัสซึ่งสิทธิพิเศษที่เคยเป็นในชีวิตวัยต้น เช่น ความรู้ ความชำนาญ ทรัพย์สินสมบัติ เกียรติคุณ และอำนาจ ดังนั้นแนวคิดการจัดการที่พักสำหรับผู้สูงอายุ [3] จำเป็นจะต้องคำนึงถึงความต้องการของบุคคล ความต้องการของสังคม กลุ่มผู้สูงอายุเป็นกลุ่มหนึ่งในสังคม การวางแผนเกี่ยวกับผู้สูงอายุ และสภาพแวดล้อม จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า จากผลการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงใน 2 รูปแบบ ได้แก่



รูปแบบที่ 1 ทางกายภาพหรือสภาพร่างกาย ส่งผลโดยตรงต่อการจัดสภาพแวดล้อมที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้ชีวิตภายในและภายนอกที่อยู่ รูปแบบที่ 2 การเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม จิตใจ และเศรษฐกิจ นอกจากพื้นที่อยู่อาศัยแล้ว ควรมีการจัดสรรพื้นที่ทำกิจกรรมร่วมกันสำหรับคนทุกวัยทำให้เกิดการเกื้อหนุนกัน เป็นพื้นที่ที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน และผู้สูงอายุสามารถเข้าใช้งานได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ที่สำคัญอย่างยิ่งคือผู้สูงอายุที่มีรายได้น้อยสามารถเข้าถึงที่อยู่อาศัยได้ ตามแนวทางที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ [4] ถือเป็นประการแรกในการกำหนดแนวทางที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุโดยประเทศเครือข่ายสังคมและเมืองที่เป็นมิตรกับผู้สูงอายุขององค์การอนามัยโลก (WHO Global Network for Age-friendly Cities and Communities)

### อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยใช้แบบการประเมิน (Checklist) เก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถามในส่วนผู้นำชุมชนในโครงการอาคารเช่าการเคหะแห่งชาติ และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi Structure Interview) เป็นเครื่องมือในการวิจัยซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง โดยดำเนินการร่วมกับการลงพื้นที่สำรวจสภาพแวดล้อมการอยู่อาศัยในโครงการเคหะชุมชนจำนวน 3 แห่ง ได้แก่ โครงการเคหะชุมชนรามอินทรา โครงการเคหะชุมชนห้วยขวาง และโครงการเคหะชุมชนดินแดง

#### ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

1) ผู้นำชุมชนในโครงการอาคารเช่าการเคหะแห่งชาติ เป็นกลุ่มผู้นำชุมชน จำนวน 5 ท่าน ต่อ 1 ชุมชน จำนวน 3 ชุมชน รวมทั้งสิ้น 15 คน

2) ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้มีประสบการณ์การพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ โดยการกำหนดกลุ่มตัวแทน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้กำหนดนโยบาย กลุ่มผู้ปฏิบัติ และกลุ่มนักวิชาการ จำนวน 6 คน เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จ ปัญหา อุปสรรค วิธีการในการดำเนินงาน นำไปสู่การประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทย

#### การเลือกผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญเลือกมาอย่างเจาะจงเป็นกลุ่มที่น่าสนใจ (Critical Case) เป็นกลุ่มคนที่อาศัยและมีบทบาทหน้าที่สำคัญในชุมชน และเป็นกลุ่มที่มีประสบการณ์ในเรื่องการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ ดังต่อไปนี้

- |  |    |    |
|--|----|----|
| 1. ผู้นำชุมชน (5 คนต่อ 1 ชุมชน)          | 15 | คน |
| 2. ผู้ช่วยผู้ว่าการการเคหะแห่งชาติ       | 1  | คน |
| 3. สถาปนิกการเคหะแห่งชาติ ระดับ 8 ขึ้นไป | 2  | คน |
| 4. หัวหน้าศูนย์ชุมชน 3 ชุมชน             | 3  | คน |

#### เครื่องมือ

ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยเชิงเอกสาร (Documentary Research) ซึ่งเป็นกระบวนการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร โดยการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมากำหนดแนวทางในการศึกษาและสร้างเครื่องมือในการวิจัย ต่อจากนั้นจึงดำเนินการสำรวจเพื่อประเมินด้านที่อยู่อาศัย และการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบประเมิน (Checklist) ด้านที่อยู่อาศัย ใช้เพื่อเก็บข้อมูลสภาพปัจจุบัน ปัญหาการใช้งาน รวมถึงปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินโครงการ โดยวิธีการสังเกตและสำรวจ แบบประเมินด้านที่อยู่อาศัยประกอบด้วย ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อม โดยนำกฎหมายและคู่มือที่เกี่ยวข้องมาสร้างหลักเกณฑ์ ได้แก่ กฎกระทรวงสั่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและชราภาพ พ.ศ.2548 [5] คู่มือข้อเสนอแนะการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับทุกคน (Building and Environments Design Recommendation for All) พ.ศ. 2557 [6] โดย สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ และคู่มือการออกแบบสภาพแวดล้อมสำหรับคนพิการและคนทุกวัย [7] (พิมพ์ครั้งที่ 6 ฉบับปรับปรุง) โดยสำนักงานส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้พิการแห่งชาติ กระทรวง พม. รวมถึงการศึกษาโครงการกรณีศึกษาในส่วนของประกอบที่เป็นสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร หากโครงการมีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 60 ถือว่าองค์ประกอบไม่เพียงพอ ให้อยู่ในระดับควรปรับปรุง มีการให้คะแนน ดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงหัวข้อประเมินที่อยู่อาศัย และระดับคะแนน

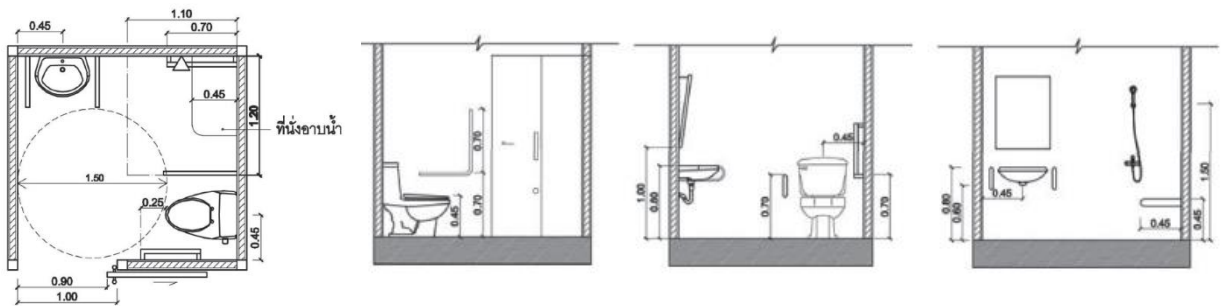
องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม
1. สภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร	4
2. ทางเดิน และทางลาด	3
3. การสัญจรในพื้นที่ต่างระดับหรือระหว่างชั้น	8
4. ห้องน้ำ, ห้องส้วม	9
5. ห้องนอน	3
รวมคะแนน	27

ระดับมาตรฐาน

- ระดับดีเยี่ยม (26-27 คะแนน)
- ระดับดีมาก (23-25 คะแนน)
- ระดับดี (20-22 คะแนน)
- ระดับปานกลาง (17-19 คะแนน)
- ระดับควรปรับปรุง (น้อยกว่า 16 คะแนน)

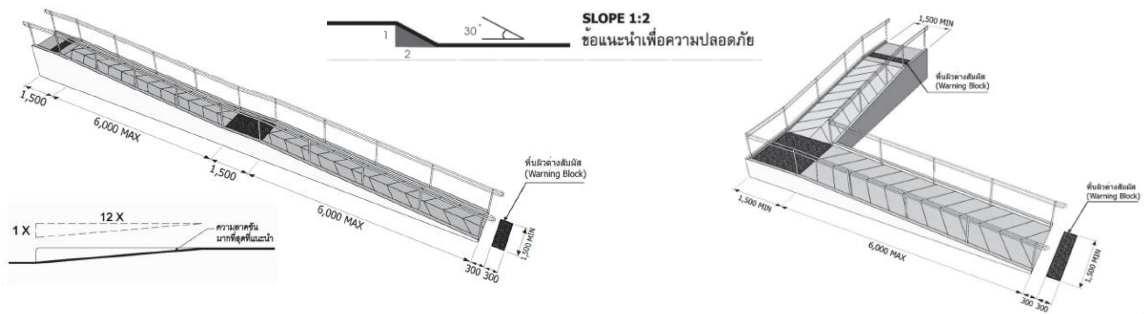
ลักษณะพื้นที่ใช้งานและขนาดการติดตั้งอุปกรณ์ในที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุ (รูปที่ 1-5)

1. ห้องน้ำ

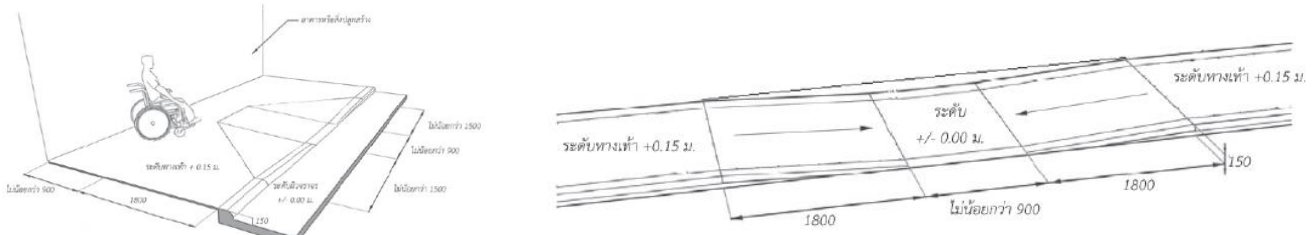


รูปที่ 1 แสดงลักษณะห้องน้ำปราศจากพื้นต่างระดับ มีที่นั่งอาบน้ำ และที่ติดตั้งอุปกรณ์ในระยะที่เหมาะสม [7]

2. ทางเดิน และทางลาด

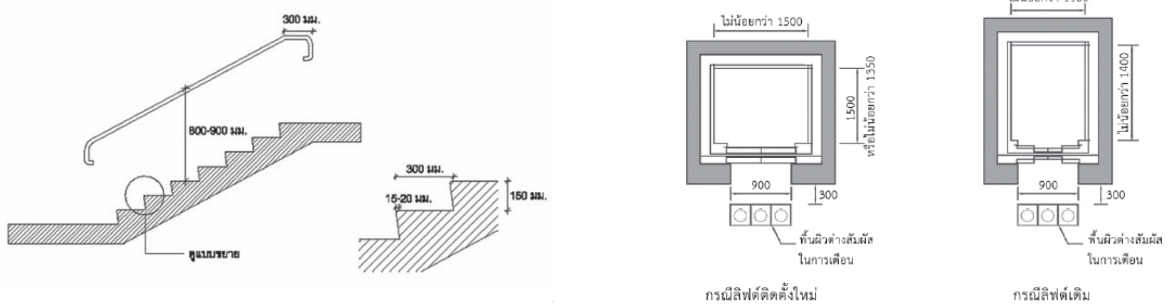


รูปที่ 2 แสดงลักษณะทางลาด 1: 12 แบบตรง [7] (ซ้าย) และแบบ 90 องศา [7] (ขวา)



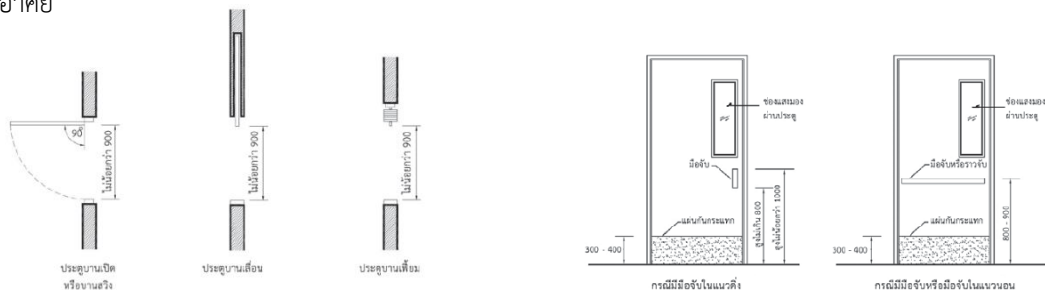
รูปที่ 3 แสดงลักษณะทางเท้ากว้างไม่น้อยกว่า 90 ซม. มีทางลาด 1: 12 แบบปกติ [6] (ซ้าย) และแบบแนวเดียวกับทิศทางเท้า (ขวา)

3. การสัญจรในพื้นที่ต่างระดับหรือระหว่างชั้น



รูปที่ 4 แสดงระยะลูกตั้ง 15 ซม. ลูกนอน 30 ซม. และการติดตั้งราวจับ [7] (ซ้าย) ลิฟท์มีระยะภายใน 1.50 x 1.50, (ลิฟท์ใหม่) หรือ 1.10 x 1.40 ม. (ลิฟท์เดิม) ประตูกว้าง 0.90 ม. [6] (ขวา)

4. ห้องพักอาศัย



รูปที่ 5 แสดงระยะประตูกว้างอย่างน้อย 90 ซม. [6] (ซ้าย) มือจับติดตั้งที่ระยะ 80-100 ซม. [6] (ขวา)

2. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi Structure Interview)

ใช้ในการเก็บมูลตรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้มีประสบการณ์การพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ โดยคำถามในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญแบ่งเป็น 4 ประเด็น ได้แก่

- 2.1 ด้านการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ
- 2.2 ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง
- 2.3 พื้นที่หรือโครงการด้านการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ
- 2.4 เครื่องมือที่ทันสมัยและนวัตกรรมด้านการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### สรุปผลการสำรวจอาคารพักอาศัยและสภาพแวดล้อมโครงการเคหะชุมชนรามอินทรา โครงการเคหะชุมชนห้วยขวาง และโครงการเคหะชุมชนดินแดง

จากการประเมินที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมสำหรับผู้สูงอายุ มีหัวข้อการประเมิน ได้แก่ หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายของผู้สูงอายุ เช่น ทางเดินภายนอกและภายในอาคาร การสัญจรในพื้นที่ต่างระดับหรือระหว่างชั้น ห้องน้ำ และห้องส้วม ห้องนอน หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม จิตใจ และเศรษฐกิจ เช่น สภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร พบว่า อาคารพักอาศัย อยู่ในระดับควรปรับปรุง คือ ต่ำกว่าร้อยละ 60 ของเกณฑ์ เนื่องจากขาดความเหมาะสมในส่วนของห้องน้ำมากที่สุด กล่าวคือ การขาดอุปกรณ์อำนวยความสะดวก เช่น พื้นที่ความต่างระดับระหว่างภายในและภายนอก รวบรวม ที่นั่งอาบน้ำ ประตูกว้างน้อยกว่า 90 เซนติเมตร และขาดพื้นที่ว่างเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เมตร สำหรับรถเข็น รองลงมาคือ ส่วนของการสัญจรในพื้นที่ต่างระดับหรือระหว่างชั้น เนื่องเป็นอาคารที่ไม่มีลิฟท์หรืออุปกรณ์ทดแทนสำหรับสัญจรระหว่างชั้น และทางลาดที่ไม่เหมาะสมทั้งระยะลาดชัน ความกว้าง และขาดราวจับ

### สรุปผลจากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน

พบว่าผู้สูงอายุในโครงการเคหะชุมชนรามอินทรา โครงการเคหะชุมชนห้วยขวาง และโครงการเคหะชุมชนดินแดงมากกว่าร้อยละ 60 ในโครงการมีสุขภาพโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ช่วยเหลือตัวเองได้ รองลงมาคือไม่ค่อยแข็งแรงต้องการการดูแล โดยมีบุตรหลานดูแลเป็นส่วนใหญ่ ขนาดครัวเรือนที่มีผู้สูงอายุอยู่ที่ 3-5 คน ผู้สูงอายุส่วนมากมีความบกพร่องทางร่างกายและการมองเห็นตามลำดับ ปัญหาที่พบในภายในห้องพักคือห้องน้ำเนื่องจากพื้นลื่นและคับแคบ ภายในพื้นที่ส่วนกลางคือบันไดเนื่องจากผิวขรุขระและทรุดโทรม ระยะเวลาในการอยู่อาศัยในโครงการของผู้สูงอายุส่วนใหญ่ มากกว่า 20 ปีขึ้นไป โดยผู้สูงอายุมีความต้องการอยู่อาศัยในพื้นที่เดิมโดยมีการปรับปรุงให้มีความเหมาะสม

### สรุปการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ประเด็นด้านการดำเนินการพัฒนาสภาพแวดล้อมและที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

ในอดีตการเคหะแห่งชาติ ไม่ได้มีการวางแผนรองรับที่อยู่อาศัยสำหรับผู้สูงอายุ เนื่องจากการเป็นการพัฒนาโครงการตามความต้องการที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้น้อยตามเป็นพันธกิจหลัก โดยในปัจจุบันการพัฒนาโครงการของการเคหะแห่งชาติมีการคำนึงถึงการออกแบบหน่วยพักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุตามหลักการออกแบบเพื่อคนทุกวัย (Universal Design) ภายใต้กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา พ.ศ. 2548 โดยในอาคารเช่าสำหรับผู้มีรายได้น้อยกำหนดให้ การออกแบบหน่วยพักอาศัยสำหรับผู้สูงอายุมีจำนวนร้อยละ 10 และอยู่ที่ชั้น 1 ของอาคาร

2. ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

การเคหะแห่งชาติมีบทบาทในการจัดเตรียมเพื่อที่เพื่อสนับสนุนกิจกรรมของผู้สูงอายุในโครงการโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย และเป็นผู้ประสานหน่วยงานภาคีที่มีบทบาทหน้าที่โดยตรงในการดูแลผู้สูงอายุ เช่น กรุงเทพมหานคร อาสาสมัครสาธารณสุข กรุงเทพมหานคร กรมกิจการผู้สูงอายุ เป็นต้น โดยหากโครงการที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุจะประสบความสำเร็จได้ต้องได้รับความร่วมมือกับหน่วยงานภาคีที่เกี่ยวข้องตั้งแต่กระบวนการพัฒนาโครงการร่วมไปจนถึงกระบวนการทางสังคมภายในชุมชน

3. พื้นที่หรือโครงการด้านการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

โครงการเคหะชุมชนรามอินทรา โครงการเคหะชุมชนห้วยขวาง และโครงการเคหะชุมชนดินแดง เป็นโครงการตามแผนฟื้นฟูยกระดับคุณภาพชีวิต (เช่า) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ภายใต้แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาที่อยู่อาศัย 20 ปี ซึ่งเป็นพื้นที่ในเขตเมืองที่มีความหนาแน่นสูง มีผู้อยู่อาศัยเป็นผู้สูงอายุจำนวนมาก

4. เครื่องมือที่ทันสมัยและนวัตกรรมด้านการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

นวัตกรรมและเครื่องมือด้านการพัฒนาที่อยู่อาศัยล้วนเป็นต้นทุนโครงการ แต่นวัตกรรมที่สำคัญคือระบบความร่วมมือในชุมชนในการบริหารจัดการเพื่อให้นวัตกรรมเข้าถึงผู้มีรายได้น้อยอย่างยั่งยืน ดังนั้นควรส่งเสริมสนับสนุนนวัตกรรมมีส่วนร่วม เช่น ส่งเสริมโครงการออมเงิน บริการยืม-คืน อุปกรณ์จำเป็นสำหรับผู้สูงอายุ ธนาคารเวลาเป็นการใช้เวลาแลกเวลาในลักษณะของจิตอาสา โดยมีความร่วมมือจากหน่วยงานภาคีที่เกี่ยวข้อง

### แนวทางการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุในเมืองที่มีรายได้น้อย

จากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ สามารถสรุปแนวทางการพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุในเมืองที่มีรายได้น้อย ดังนี้

1. ควรคำนึงถึงความต้องการของผู้สูงอายุขั้นพื้นฐาน เช่น ความปลอดภัยทางด้านร่างกายและสุขภาพอนามัย ความเป็นส่วนตัว ความมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ความมั่นคงของบุคคล
2. ควรคำนึงถึงความต้องการทางด้านสังคมและผสมผสานให้ผู้สูงอายุเป็นกลุ่มหนึ่งที่สามารถสร้างหรือเสริมกิจกรรมทางสังคมได้





3. ควรมีการวางแผนในการจัดการที่อยู่อาศัยสำหรับผู้สูงอายุ เช่น คำนิยามถึงแหล่งบริการต่าง ๆ ไม่ปล่อยให้ผู้อยู่ในที่โดดเดี่ยว ใกล้แหล่งขนส่งมวลชน จัดให้มีโครงการใกล้เคียง และสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี คือ สามารถเข้าถึงได้ง่าย มีความปลอดภัยทางกายภาพ มีขอบเขตส่วนบุคคล มีความชัดเจน และสามารถสร้างแรงกระตุ้น

4. ควรจัดที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมเพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถพักอาศัยในสถานที่เดิมได้อย่างยาวนานขึ้น เพื่อมิให้ผู้สูงอายุต้องย้ายไปอาศัยในโรงพยาบาล หรือบ้านพักคนชรา โดยคำนึงถึงการใช้งานร่วมกัน ใช้งานง่าย ปลอดภัย และเหมาะสมต่อการลงทุน (มีราคาและการออกแบบที่เหมาะสม)

## สรุป

การพัฒนาที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมสำหรับผู้สูงอายุในเมืองที่มีรายได้น้อย ถือเป็นเรื่องที่มีความท้าทายอย่างมาก นอกจากต้องเผชิญกับข้อจำกัดทางด้านพื้นที่ของความเป็นเมืองที่การสร้างที่อยู่อาศัยให้เหมาะสมและมีสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อการมีคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้สูงอายุถือเป็นเรื่องจำเป็น ยังมีข้อจำกัดด้านฐานะทางเศรษฐกิจของผู้สูงอายุที่มีรายได้น้อย ซึ่งที่อยู่อาศัยสำหรับผู้สูงอายุในยุคนี้ไปจนถึงอนาคตอันใกล้ จะต้องสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เป็นมิตรต่อวัย โดยมีเป้าหมายเพื่อกิจกรรมทางสังคม การสนับสนุนซึ่งกันและกัน และความช่วยเหลือภายในชุมชน ซึ่งดูเหมือนว่า กคช. มีภารกิจเพิ่มเติมในการสร้างที่อยู่อาศัยที่มีคุณภาพดี ใกล้แหล่งอำนวยความสะดวก และราคาเอื้อเอื้อ ภาครัฐไม่ได้ว่าสิ่งเหล่านี้ถูกบรรจุลงในนโยบายการพัฒนาที่อยู่อาศัยและคุณภาพชีวิตของประชาชน แม้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ดูจะเป็นเรื่องยากและอาจไม่น่าสนใจสำหรับนักลงทุน แต่ในนโยบายการเคหะจะถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาความเป็นอยู่ที่ดีของผู้สูงอายุ トラบเท่าที่สามารถสร้างตัวเลือกที่อยู่อาศัยที่เข้าถึงได้ ราคาไม่แพง และมอบสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุได้

## กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณา จากคณะผู้นำชมโครงการเคหะชุมชนรามอินทรา โครงการเคหะชุมชนห้วยขวาง และโครงการเคหะชุมชนดินแดง ผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ นายมงคล จันทศรี ตำแหน่งผู้ช่วยผู้ว่าการเคหะแห่งชาติ นายธีระ แก่งทองกลาง ตำแหน่งผู้อำนวยการกองกลยุทธ์พัฒนาและออกแบบอาคารเช่าและ นายเรืองยุทธ ติระวนิช นักวิชาการอิสระ ด้านการพัฒนาที่อยู่อาศัย ชุมชน และเมือง

## เอกสารอ้างอิง

- [1] United Nations Economic and Social Commission for Western Asia. International Seminar on Environmental Accessibility; planning and design of accessible urban development in developing countries. At International Seminar on Environmental Accessibility, Beirut in 1999.
- [2] สมศักดิ์ ศรีสันติสุข. (2539). สังคมวิทยาภาวะสูงอายุความเป็นจริงและการคาดการณ์ในสังคมไทย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] มงคล ปฐมกุลเวสารัช. 2554. การปรับปรุงและพัฒนาต้นแบบที่อยู่อาศัยที่ปลอดภัยกับการใช้ชีวิตของผู้สูงอายุอย่างมีคุณภาพ : กรณีศึกษา ตำบลท่างาม อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเคหการ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [4] World Health Organization. (2007). *Global Age-friendly Cities: A guide*. Retrieved from World Health Organization: [https://www.who.int/ageing/publications/Global\\_age\\_friendly\\_cities\\_Guide\\_English.pdf](https://www.who.int/ageing/publications/Global_age_friendly_cities_Guide_English.pdf)
- [5] กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา พ.ศ. 2548. (2548, 2 กรกฎาคม), ราชกิจจานุเบกษาเล่ม 122 ตอนที่ 52 ก. หน้า 4.
- [6] สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการแห่งชาติ 2557. คู่มือการออกแบบสภาพแวดล้อมสำหรับคนพิการและคนทุพพลภาพ(พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร : กระทรวงพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์.
- [7] สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2557, ข้อเสนอแนะการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับทุกคน, บริษัท พลัสเพลส จำกัด, กรุงเทพมหานคร.





# The quantity and the physical composition of the marine debris in the Pluem Suk beach area, Ratsada Subdistrict, Mueang Phuket District Phuket Province

Nitiya Sangkhanan<sup>1\*</sup>, Tidarat Kumlom<sup>2</sup> and Thitima Wonghajak<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>Assistant Professor ; <sup>2</sup>Lecturer ; <sup>3</sup>Students, Department of Environmental Science Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University Phuket 83000

\*Phone : 076-523-094, Fax : 076-218-806, E-mail : nitiya.s@pkru.ac.th

## Abstract

This research had the objective for studying the quantity and the physical composition of the marine debris in the Pluem Suk beach area for the time period of 3 months since June to August, 2019. There was gathering of all samples for 12 times by using the method of gathering samples of the marine debris in all sand beach areas according the ICC method in the studied area size of 22,000 square meters since from the beginning of the beach until to the end of the beach. There was bringing of the marine debris to be sort out according to the physical composition and there was weighing. This could separate the marine debris to be 3 categories; such as; the general waste, the recyclable waste and the hazardous waste. The studied result was found that for the quantity of the marine debris in the Pluem Suk beach area for 3 months since June to August, 2019, this would have the total quantity that was equal to 145.81 kgs. By this was found that on July, this would have the the most quantity of the marine debris which was equal to 60.67 kgs. This should be calculated to be 41.6%. Second, this was on June, there was the quantity of the marine debris which was equal to 52.05 kgs. This should be calculated to be 35.7%. And on August, this would have the least quantity of the marine debris which was equal to 33.08 kgs. This should be calculated to be 22.7%. For the physical composition of the marine debris that was mostly found, this would be; such as; the rope, the seine which were from the fishing activity. Second, this was the plastic bag and other kinds of plastics. This was found that the cause from the leisure activity and the fishery activity as the main issue.

**Keywords :** the marine debris; the Pluem Suk beach; the physical composition

## Introduction

Most of the marine debris are the result of the human action directly; such as; throwing wastes in the sea, the inefficient waste management system; such as; throwing wastes in the canal, the wind and the water which has blown wastes from the community to the sea. The marine debris can be separated into 2 main sources; those are wastes which have the source from the sea; such as; the sea transportation, the cruise ship and the tourist boat, the coastal fishing boat, the oil rig and the gas, the animal husbandry and aquatic plants in the sea and wastes which have the source from the land; such as; from industrial areas on the coast, the transportation from the river on the coast, wastes which have been released from houses, throwing of wastes from the travelling on the coast, wastes which have been happened from the inappropriate management that is happened from the natural disaster [1] and at last, for the destination which those wastes will be moved, this is the sea and those wastes may be moved by the wave to the ocean and the ocean will be liked the big bin which will support garbages and many wastes from the land including from other ocean liners ; such as; the fishing boat, the cargo ship and the tourist boat. Those wastes are becoming the problem and this will give the effect on many marine lives.

There is the creation of the waste problem in marine attraction areas for both in beach areas and in the sea from throwing of wastes from other sources; such as; the store business, the resort, the hotel and the accommodation where are on the seashore including sailing activities for travelling and shipping, water activities and the relaxation. For water activities; such as; the fishery and boat activities, smoking activities; such as; the cigarette, cigarette butts and the lighter. In order that, for wastes which are thrown to the sea, it will become the waste which is called, "the marine debris", this is the one of the environment problem which has created the trouble thoroughly for both the ocean and the beach including other areas on the coast. The increasing of the marine debris quantity in the current situation which is the result from

many related factors; such as; the enhancement of the economic system, the sea tourism which is the increasing of the number of store businesses and sea accommodations [2].

In the installation of the floating rubbish collector in the estuary and the main canal of Department of Marine and Coastal Resources in the coast area in the past time, this was found that there were many floating rubbishes along the canal. This would have it every day and the quantity weren't reduced. And the most category of the waste which was found, it was the plastic waste. From the forecast, this is found that there are the quantity of plastic wastes which are contaminated in the sea up to 32,600 tons / year. By most of 80% of the marine debris, this were from activities on the shore; such as; the community, the garbage dump on the shore, the port and the beach tourism. For the rest of 20%, it will be came from activities in the sea; such as; the sea freight, the fishery and the sea tourism, the plastic waste in the sea. This will give the direct effect on the ecosystem in the sea; such as; the coral reef, the seagrass, the mangrove forest and the death of rare sea creatures; such as; (the turtle, the dolphin and the whale and the dugong), this will give the effect on the economic system, the tourism from the wane scenery, the health problem and foods which are contaminated with the micro plastic due to the plastic can be digested to be the small size plastic by the sunlight, (the photodegradation), this will make some kinds of toxic chemical substances be dissolved in the sea water [3].

Pluem Suk beach is the small size beach where is the recreation place in Mueang Phuket District Phuket Province and the study site of the ecosystem and the marine ecology for the teaching for students. In the beach area, this will have 1 food shop and 1 big size hotel and there is 1 homestay. For the general characteristic of the beach area, this will be the sand beach and the apocalyptic landscape. This will have many types of the beach forest; such as; the Portia tree, the Lam Chiak tree, the sea lettuce, etc. In this beach area, when there is the lowest water level, this will see the coral reef which will have many types of corals and someday, this will find that there are villagers to come to find fishes, (the sand fish), the shellfish, the squid and other sea creatures in the area of the coral reef due to in the area of the aforementioned beach, this has found accumulated and stuck wastes. The researcher will be interested in surveying the quantity and the physical composition of the marine debris in the area of Pluem Suk beach, Mueang Phuket District Phuket Province for bringing the information to use in planning and managing the marine debris further.

## Tools and Methods

### 1. The studied area

For this research, the researcher has studied in the topic of studying the physical composition and the quantity of the marine debris in the area of Pluem Suk beach, Mueang Phuket District Phuket Province. By the studied area is the sand beach where will have the size of 22,000 square meters as shown in Picture 1.



Figure 1 shows a collection of marine debris. Pluem Suk Beach, size 22,000 square meters

2. For the time period in gathering the information. This would use the time for gathering the sample for 3 months during of June to August, 2019. By this would gather the sample for 4 times per month on Wednesday and Sunday of every week. This would be the time for gathering the marine debris sample of June and July. For Wednesday and Friday, this would be the day for gathering the marine debris sample of August due to the water level would be different in each month. By this would choose the date that the water level was the lowest or was nearly to be lowest because the beach area was suitable for gathering the information; such as; the date of 2<sup>nd</sup>, 5<sup>th</sup>, 16<sup>th</sup>, 19<sup>th</sup> of June, the date of 3<sup>rd</sup>, 14<sup>th</sup>, 17<sup>th</sup>, 31<sup>st</sup> of July, the date of 14<sup>th</sup>, 16<sup>th</sup>, 28<sup>th</sup>, 30<sup>th</sup> of August, 2019.

3. Tools that are used in the study. This will be; such as; the distance measuring rope, the garbage bag, the scale, the glove, the surgical mask, the camera, the data recording form, the geographic coordinate measurement, the scissor/ the knife and the canvas.

4. There is studying of the quantity and the physical composition of the marine debris in the area of the Pluem Suk beach, Mueang Phuket District Phuket Province. By this will determine the sampling point in the area of the beach since the beginning of the beach until to the end of the beach. By this will gather the marine debris sample in all beach areas. This will weigh it for finding the quantity and screen the physical composition of the marine debris in each category and there is recording of the result and recording of the picture. And for this research, this won't gather the organic waste due to this can be digested naturally.

5. There is the comparison of the quantity and the physical composition of the marine debris in the area of the Pluem Suk beach, Mueang Phuket District Phuket Province in each month. By this will bring the information of the physical composition and the quantity of the marine debris to analyze the information. This will use the descriptive statistic which is the percentage and this will bring the survey result to present in the chart form.

## Result and Discussion

There is the study in the quantity and the physical composition of the marine debris in the area of the Pluem Suk beach, Mueang Phuket District Phuket Province by this will have the studied result as follows;

1. For the studied result of the quantity of the marine debris in the area of Pluem Suk beach for the time period of 3 months during of June to August, 2019, this would show the weight quantity as kilogram as shown in Picture 2.

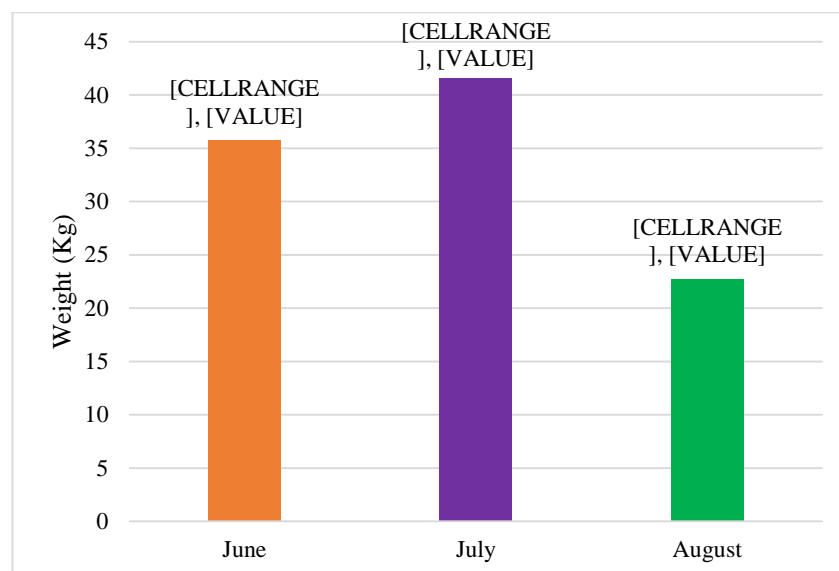


Figure 2 shows the amount of marine debris for all 3 months.

From Picture 2, for the marine debris quantity in the area of the Pluem Suk beach for 3 months since June to August, 2019, this was found that on July, there was the most quantity of the marine debris which was equal to 60.67 kgs. which would conform to the weather condition report in Thailand from June, 2019 to August, 2019 of Meteorological Department [4] this was found that it would be the factor which would make the marine debris quantity on July to have the most quantity due to the influence of the strength southwest monsoon which had be blown to cover the Andaman sea. This would give the effect to have the blowing of the waste from the sea to the beach more than on June and August. And on June of gathering the information in the 4<sup>th</sup> time, this was found that there was the most waste quantity of 23.18 kgs which would conform to the research of Mitil Pransilp, (2015), this had done the study of the quantity and the category of the marine debris in the area of the Laem Mae Phim beach, Rayong Province [5], this was found that the quantity of the marine debris had been changed according to the weather condition in the area. For the information in the category of the quantity and the source of the marine debris which was obtained from this research study, this might bring to use as the basic information in the planning, the administration, the management of the marine debris problem further and this would conform with the research of Nualpun Kananurak, (2012), this had studied about the category and the source of the marine debris according to the season in the area of the Bangsaen beach, Chonburi Province [6]. This was found that the marine debris quantity on the area had the relationship with the changing of the weather condition; such as; the speed and the wind direction. Second, this was June, this was equal to 52.05 kgs. And at least, this was August which was equal to 33.09 kgs, respectively and from the study found that Compared to the amount of waste per area equal to 0.007 kg per square meter. From studying the physical composition and the marine debris quantity in the area of the Pluem Suk beach during of June to August, this was found that for the marine debris quantity on July, this would have the most quantity of total wastes which was equal to 60.67 kgs. This should be calculated to be 41.6% due to this month had the most influence from the storm and the monsoon. Second, this was June, this would have the total waste quantity which was equal to 52.05 kgs. This should be calculated to be 35.7% and for the least found marine debris quantity was on August, this had the total waste quantity which was equal to 33.09 kgs. This should be calculated to be 22.7%.

For the weight quantity of the beach waste in each category; such as; the category of the general waste, the recycle waste and the hazardous waste for 12 times, this could be shown in Picture 3.

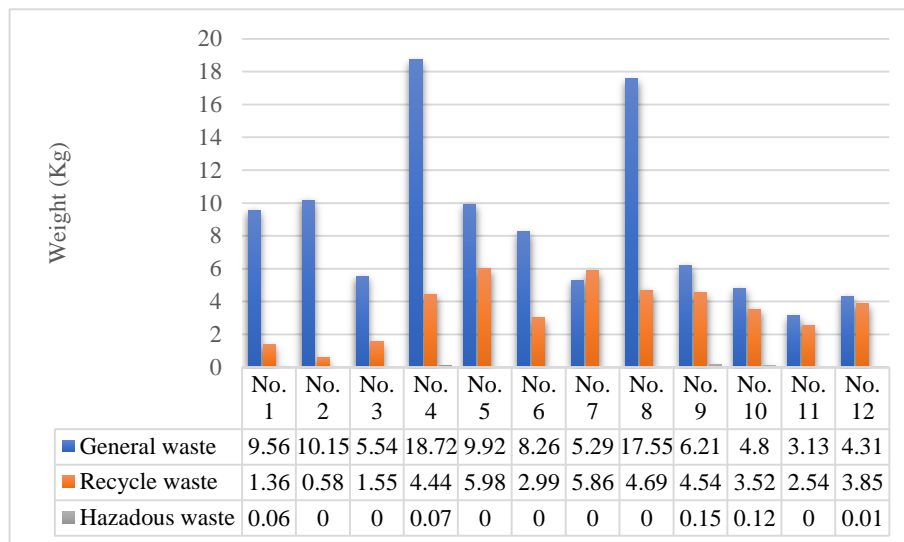


Figure 3 shows the weight of each type of beach waste. including general waste, recyclable waste and hazardous waste, all 12 times

From studying the physical composition of the marine debris in the area of the Pluem Suk beach, this was found that the most found category of the marine debris would be the general waste which would have the quantity which was equal to 103.44 kgs. This should be calculated to be 71.30%. Second, this was the recycle waste which had the quantity which was equal to 41.36 kgs. This should be calculated to be 28.51%. And the hazardous waste which had the quantity that was equal to 0.28 kgs. This should be calculated to be 0.19%, respectively.

For the physical composition of the category of the general waste, this was found that the rope net had the most quantity which was equal to 72.94 kgs, (70.51%). By most of the waste was from the fishery. Due to the Pluem Suk beach had the coral resource which was quite rather abundant. This would be the aquatic animal nursery and there were many sea creatures to live in the sea. Local fishermen would be popular to catch aquatic animals to bring to be foods and bring to sell for earning a living. This would be the cause to make the fishing waste; such as; the rope net, the foam which were equipments for the fishery to have the most quantity this would conform to the research of Santi Nilwat, Arun Nuichanai and Chanont Kullaya. (2016), there was surveying of the marine debris in the area of the coral reef of Kra islands, Nakhon Si Thammarat [7] From the study, it was found that the marine debris in the coral reef, it was the waste from the fishing equipment. In addition, it was found that from the study of Pensiri Ekajit and Siriwan, (2019). This had studied from the micro plastic waste in the area of the west beach, Phuket Province; such as; Patong beach, Kalim beach and Tri Trang beach [8] this was found that the waste in the category of the micro plastic waste which had the characteristic as the fiber. This was mostly found especially in the area of the Kalim beach. By this was found that the found fiber might be from the part of the rope and the material from doing the fishery. So the local fisherman shall gather the rope net or other equipments which will use in fishing and brings it back to throw in the supporting bin on the coast by himself.

From the study of the physical composition of general waste, Second, this was the plastic bag which had the quantity of 12.93 kgs, (12.50%), the sponge which had the quantity of 5.85 kgs, ( 5.66%), and for the least found waste, it was the rubber glove which had the quantity of 0.65 kgs, (0.63%), this would conform with the research of Teerawat and his team, (2018), this had studied about the type and the floating rubbish quantity in the area of 5 estuaries in the upper Thai gulf [9] this had studied about the type and the quantity of the floating rubbish in the area of 5 estuaries in the upper Thai gulf, this was found that the most waste quantity were the thin plastic material waste which would be flown to the sea. Second, this were the thick plastic material, the polymer material, the cloth material, the fiber and the foam material. And from the study of Nualpun Kananurak, (2012), this had studied about the category and the source of the marine debris according to the season in the area of the Bangsaen beach, Chonburi [6], this was found that the most waste quantity were the plastic waste which would have both the large size marine debris and the small size marine debris.

There were the physical composition in the category of the recycle waste, it was found that the most found quantity of the physical composition, it was the tea glass bottle which had the quantity of 10.85 kgs, (25.94%), Second, it was the thick plastic which had the quantity of 8.29 kgs, (19.82%), the clear glass bottle which had the quantity of 6.94 kgs, (16.59%), and the least found waste quantity, it was the plastic spoon which had the quantity of 0.03 kgs, (0.07%), this would conform with the research of Mitil Pransilp, (2016), there was the study of the quantity and the category of the marine debris in the area of the Laem Mae Phim beach, Rayong Province, from the year of 2014 to 2015 [5] From the study, it was found that the solid plastic waste that can be recycled the largest quantity. This had the most waste quantity which were at 34.49%. By most of the found composition from the Pluem Suk beach, this were from tourists, the people and medical activities.

For the physical composition in the category of the hazardous waste, the weight quantity of the marine debris in each composition for 12 times, this was found that the most found physical composition were the battery charger cable which had the quantity of 0.26 kgs, (47.97%), Second, this was the syringe which had the quantity of 0.172 kgs, (31.73%), the blade which had the quantity of 0.06 kgs, (11.07%). And the least found hazardous waste was the dry battery which had the quantity of 0.05 kgs, (9.23%). By most of the found composition, it was from the people and medical activities.





By most of the composition from the Pluem Suk beach, it were from fishing activities and recreation activities which would conform with Nutthavadee Buntiwitkul, (2016), there was the study of the type and the marine debris quantity in the area of the Ree sand beach, Savee District, Chumphon Province [10]. This was found that most of the marine debris quantity had the source from activities in the seashore and the recreation. Second, it were the waste from fishing activities and sailing activities. And besides, the research of Janewit Thammawijarn, (2014), there was the study of the quantity, the type and the activity which would create the marine debris in the area of the Rajamangala beach, Trang Province and Tangkhen gulf, Phuket Province [11] This was found that the most activity which would create the most waste, it were activities on the seashore and the recreation. Second, it was fishing activities and sailing activities. So this should have to keep the cleanness on the beach area from the tourist himself and the entrepreneur. By if they have brought foods to eat from other places, they shall have to take the responsibility on the waste that was happened from bringing to keep and throw away on the coast which will have the supporting bin. The package of the food from the food shop or the hotel shall have to be the type that can be used for the long time and this will reduce the use of the plastic for both the tourist and the entrepreneur for reducing the effect on marine lives from the blowing away of the plastic to the sea and this shall have to realize and create the conscious mind in the conservation of the natural resource of the Pluem Suk beach due to this is the coral reef. This will be the food source and the aquatic animal nursery in the local area. This will reduce the hunting of animals or trapping animals in the spawning season and this shalln't trap aquatic animals which haven't grown up fast for the propagation and this can have the marine resource and the coast sustainable to the younger generation.

## Conclusion

There was the study of the quantity and the physical composition of the marine debris in the area of the Pluem Suk beach. There was the marine debris quantity in the area of the Pluem Suk beach since June to August, 2019. This was found that on June had the most waste quantity. By the most found physical composition were the rope, the seine and the plastic bag, respectively. By this was found that the found fiber was from the part of the rope and the material for the fishery.

## Acknowledgement

I have to thank for the public servant to give other suggestions and have given the assistance in entering to the area for gathering the information and giving the cooperation in the assistance of giving the benefit information on the research.

## References

- [1] Department of Marine and Coastal Resources. 2019. Are you ready with measures to stop using 7 types of plastic in Thailand?. Retrieved May 10, 2019, form <https://www.dmcg.go.th/detailAll/31845/nws/191>
- [2] Sakulsawaddipun, K., Peeyang, T. and Sawain, A. 2019. The guideline in managing the waste at the source of the sea attraction. The case study of the quarry farmstay, Sigao District, Trang Province, Faculty of Science and Fishery Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya.
- [3] Department of Marine and Coastal Resources. 2020. At this time, I'm at home. The DTC invites you to learn about marine debris, part 1. Retrieved May 10, 2020, form <https://www.dmcg.go.th/detailAll/40575/nws/191>
- [4] Meteorological Department. 2019. The weather condition report of Thailand during of June, 2019 to August, 2019 of Meteorological Department. Retrieved May 10, 2019 form [https://www.tmd.go.th/3month\\_forecast.php](https://www.tmd.go.th/3month_forecast.php)
- [5] Pransilp, M., Asiranun, I., Chankong, A. and Chanchompoo, C. 2016. The quantity and the category of the marine debris in the area of the Laem Mae Phim beach, Rayong Province from the year of 2014 to 2015. The 5<sup>th</sup> Marine Science Conference, on June 1-3, 2016; 588-596.
- [6] Kananurak, K. 2012. The category and the source of the marine debris according to the season in the area of the Bangsaen beach, Chonburi Province. Master of Science Thesis. Bangkok: Chulalongkorn University.



- [7] Nilwat, S., Nuichanai, A. and Kulya, C. 2016. Marine debris in the coral community of Kra Islands, Nakhon Sri Thammarat province. from the year of 2014 to 2015. The 5<sup>th</sup> Marine Science Conference, on June 1-3, 2016; 200-209.
- [8] Ekajit, P. and Ruamkaew, S. 2019. The micro plastic waste in the area of the western beach, Phuket Province. Environmental Journal, 23<sup>rd</sup> year of publication, (2<sup>nd</sup> edition).
- [9] Prepee, T., Wannarungsri, T., Kornkanitnan, N. and Cherdasukjai, P. 2018. Type and quantity of floating marine debris from river mouths in the Upper Gulf of Thailand. Marine and Coastal Resources Research and Development Institute
- [10] Buntiwiatkul, N., Petchsri, P., Polpayu, S., Daotoon, P., Rachaderm, C. and Nakadee, P. 2016, The type and weight of marine debris at Sairee beach, Chumphon Province. Marine and Coastal Resources Research Center.
- [11] Thammavicarn, J., Manyagase, K., Manakij. And Noomnual, W. (2014), Study of amount, material type and source of marine debris along the Andaman sea in Trang province and Phuket province. The marine science meeting, the 4<sup>th</sup> time at Anniversary of His Majesty the King's Accession to the Throne International Convention Centre, Prince of Songkla University; 646-652.

# **Poster Presentation**

---



# ลำดับความสำคัญของแนวทางการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพ การกำหนดราคากลางงานก่อสร้างสำหรับหน่วยรับตรวจ Prioritization of the construction pricing efficiency improvement guideline for the auditee of the State Audit Office of the Kingdom of Thailand

ณัฐชนนพงศ์ ผลิตสินเยี่ยม<sup>1\*</sup> วรานนท์ คงสง<sup>2</sup> กรกช ทวีสิน<sup>3</sup> ชिरเดช สนองทวีพร<sup>4</sup> และ เสรีย์ ตูประกาย<sup>5</sup>  
Natchuanphong Plisiniam<sup>1\*</sup> Waranon Kongsong<sup>2</sup> Korrakoch Taweessin<sup>3</sup>  
Teeradej Snongtaweepon<sup>4</sup> and Seree Tuprakay<sup>5</sup>

<sup>1\*</sup> นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

<sup>3</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

<sup>4</sup> อาจารย์พิเศษสาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

<sup>5</sup> รองศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

E-mail : 6214772002@rumail.ru.ac.th

## บทคัดย่อ

สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินได้มีการตรวจสอบการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างแล้วพบความไม่ถูกต้อง จึงได้มีการเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาให้หน่วยรับตรวจ แต่ไม่ทราบได้ว่าแนวทางใดจะเกิดประโยชน์และคุ้มค่ามากที่สุด ในการหาแนวทางที่เหมาะสมตรงความต้องการ เกิดประโยชน์และคุ้มค่าที่สุด จึงจำเป็นต้องศึกษาลำดับความสำคัญของการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างสำหรับหน่วยรับตรวจ การวิจัยจึงนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาการจัดลำดับความสำคัญของการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ ที่ใช้ในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างและการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง 2) เพื่อให้ได้แนวทางสำหรับหน่วยรับตรวจของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินซึ่งเหมาะสมสำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกับกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP : Analytic Hierarchy Process) จากการแจกแบบสอบถาม บุคลากรของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินที่มีความชำนาญ ในการตรวจสอบการบริหารพัสดุของหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา รวม 10 ท่าน พบว่า 1) การปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ ได้ค่าน้ำหนัก 66.67 % สำคัญมากกว่าการเพิ่มประสิทธิภาพ ที่ได้ค่าน้ำหนัก 33.33 % 2) แนวทางการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ สำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ลำดับที่ 1 คือ เพิ่มบทลงโทษเรื่องความบกพร่องในการปฏิบัติหน้าที่ ค่าน้ำหนัก 35.98 % สำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ลำดับที่ 1 คือ เพิ่มบทลงโทษแก่ผู้ทุจริต ค่าน้ำหนัก 32.33 % 3) แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ลำดับที่ 1 คือ เพิ่มค่าตอบแทนให้ผู้กำหนดราคากลาง ค่าน้ำหนัก 42.42 % สำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ลำดับที่ 1 คือ เลือกสรรบุคลากรที่เหมาะสม ค่าน้ำหนัก 37.48 % ดังนั้น การให้ความสำคัญกับการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ สามารถช่วยแก้ปัญหาความไม่ถูกต้องและทำให้การกำหนดราคากลางงานก่อสร้างของหน่วยรับตรวจถูกต้องยิ่งขึ้น โดยการให้ความสำคัญกับการเพิ่มบทลงโทษเรื่องความบกพร่องในการปฏิบัติหน้าที่และเพิ่มค่าตอบแทนให้ผู้กำหนดราคากลาง เหมาะสมสำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และการเพิ่มบทลงโทษแก่ผู้ทุจริตและเลือกสรรบุคลากรที่เหมาะสม เหมาะสมสำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

**คำสำคัญ :** กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น; ราคากลางงานก่อสร้าง; สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน; หน่วยรับตรวจ

## Abstract

State Audit Office of the Kingdom of Thailand found inaccuracies of the construction pricing. As a result, ideas for problem-solving have been made. However, State Audit Office of the Kingdom of Thailand unsure whether technique will be the most advantageous and cost-effective. The purpose of this study was to learn more about Prioritization of the construction pricing efficiency improvement guideline for the auditee of the State Audit Office of the Kingdom of Thailand, which was a suitable approach for the Department to be under the Ministry of National Resources and Environment and the Department to be under the Ministry of Tourism and Sport by applying the Analytic Hierarchy Process (AHP). Data for the research questionnaire were gathered from the target audience, which consists of experts and professionals from the State Audit of the Kingdom of Thailand, which was a compliance auditor for the Department to be under the Ministry of National Resources and Environment and the Department to be under the Ministry of Tourism and Sport. The population was 10 people. 1) Improving laws, regulations, and regulations had a weight of 66.67 percent more important than efficiency, which had a weight of 33.33 percent. 2) Failure to execute tasks will result in increased fines was the first important for the Department to be under the Ministry of National Resources and Environment, which was priority of the construction pricing improving laws, regulations and regulations guidelines, which had a weight of 35.98 percent. Penalties for fraudsters should be increased was the first important for the Department to be under the Ministry of Tourism and Sport, which was priority of the construction pricing improving laws, regulations and regulations guidelines, which had a weight of 32.33 percent. 3) Compensation should be increased was the first important for the Department to be under the Ministry of National Resources and Environment, which was priority of the construction pricing efficiency guidelines, which had a weight 42.42 percent. Choose the right kind of people was the first important for the Department to be under the Ministry of Tourism and Sport, which was priority of the construction pricing efficiency guidelines, which had a weight of 37.48 percent. Focusing on improving laws, regulations, and regulations can help to solve the inaccuracy of construction pricing. Failure to execute tasks will result in increased fines and Compensation should be increased can assist to solve price inaccuracies in the construction pricing for the Department to be under the Ministry of National Resources and Environment. Penalties for fraudsters should be increased and choose the right kind of people can assist to solve price inaccuracies in the construction pricing for the Department to be under the Ministry of Tourism and Sport.

**Keywords :** Analytic Hierarchy Process; construction pricing; State Audit Office of the Kingdom of Thailand; Auditee

## บทนำ

การกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง ต้องถูกต้องตามประกาศคณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง [1] ที่กำหนดให้หน่วยงานของรัฐถือปฏิบัติตาม เพื่อใช้เป็นฐานเปรียบเทียบราคาที่ยื่นข้อเสนอได้ยื่นข้อเสนอไว้ในกระบวนการจัดหาผู้รับจ้าง จากแนวทางการตรวจสอบงานจ้างก่อสร้างของ สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (2563) [2] สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินจึงได้มีการตรวจสอบการกำหนดราคากลาง เพื่อให้ทราบว่าการกำหนดราคากลางได้ดำเนินการตามกฎหมายหรือไม่ เมื่อพบความไม่ถูกต้องจึงได้มีการเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาให้หน่วยรับตรวจแต่ไม่สามารถทราบได้ว่าการดำเนินการตามแนวทางใดถึงจะเกิดประโยชน์และคุ้มค่ามากที่สุด การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อศึกษาการจัดลำดับความสำคัญของการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ ที่ใช้ในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างและการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง 2) เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างสำหรับหน่วยรับตรวจ

## อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยในครั้งนี้ประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP : Analytic Hierarchy Process)[3] วิเคราะห์ จากแบบสอบถามประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ บุคลากรของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินส่วนกลางที่มีความชำนาญ ในการตรวจสอบการบริหารพัสดุของหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและตรวจสอบการบริหารพัสดุของหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา รวม 10 ท่าน โดยที่เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามซึ่งได้ใช้ทฤษฎีของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเพื่อนำมาสร้างเป็นแบบสอบถาม ดังนั้นแล้วการศึกษาในครั้งนี้จึงได้กำหนดกรอบการวิจัย ดังนี้ ตัวแปรต้น ประกอบไปด้วย 2 กลุ่มปัจจัยหลัก และทางเลือกของแต่ละปัจจัยหลักละ 5 ทางเลือก คือ 1) การปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง เพื่อแก้ปัญหาที่มีสาเหตุเกิดจากการเจตนาทุจริตคอร์ปชั่น การมีเจตนาเอื้อประโยชน์ให้ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง การได้รับการกดดันจากผู้บังคับบัญชา การขาดหน่วยงานตรวจสอบภายนอก การขาดหน่วยงานตรวจสอบภายใน ขาดการตรวจสอบจากภาคประชาชนและการขาดการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างเคร่งครัด 2) การเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง เพื่อแก้ปัญหาที่มีสาเหตุเกิดจากผู้มีหน้าที่ขาดความรู้และความสามารถ ผู้มีหน้าที่ไม่ได้มีความเข้าใจในงานอย่างแท้จริง การขาดความละเอียดรอบคอบ การขาดประสบการณ์ของบุคลากร ปริมาณงานไม่สัมพันธ์กับระยะเวลา ผู้บังคับบัญชาปล่อยปะละเลยและและการแต่งตั้งผู้ที่ไม่มีความเหมาะสม ขาดความรู้หรือประสบการณ์ให้ทำหน้าที่คำนวณราคากลาง และทางเลือกที่เป็นตัวแปรต้นมีรายละเอียดของทางเลือก ดังนี้ ทางเลือกของการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ ได้แก่ เพิ่มบทลงโทษแก่ผู้ทุจริต จัดตั้งหน่วยตรวจสอบการกำหนดราคากลาง เพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชน เพิ่มบทลงโทษเรื่องความบกพร่องในการปฏิบัติหน้าที่และจัดตั้งหน่วยที่ทำหน้าที่โดยตรงในการกำหนดราคากลาง กับทางเลือกของการเพิ่มประสิทธิภาพ ได้แก่ จัดอบรมการกำหนดราคากลาง จัดกำลังพลให้เหมาะสม เลือกสรรบุคลากรที่เหมาะสม จัดอบรมคุณธรรมและเพิ่มค่าตอบแทนให้ผู้กำหนดราคากลาง ซึ่งการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ และการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างนั้นเป็นปัจจัยหลัก รวมถึงทางเลือกของแต่ละปัจจัยหลักจะส่งผลต่อตัวแปรตามคือ ลำดับความสำคัญของแนวทางการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างสำหรับหน่วยรับตรวจ

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

การจำแนกตามหน้าที่รับผิดชอบจากประชากรกลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้ที่มีความเกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ในการตรวจสอบการบริหารพัสดุของหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จำนวน 5 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 50 และเป็นผู้ที่มีความเกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ในการตรวจสอบการบริหารพัสดุของหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา จำนวน 5 ท่าน รวมทั้งหมดจำนวน 10 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 50 ส่วนใหญ่มีประสบการณ์ทำงานระหว่าง 5-10 ปี มีจำนวน 4 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมา มีประสบการณ์ทำงานต่ำกว่า 5 ปี มีจำนวนเท่ากับกับผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานระหว่าง 11-15 ปี โดยที่ผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานต่ำกว่า 5 ปี มีจำนวน 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 20 และ ผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานระหว่าง 11-15 ปี มีจำนวน 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 20 ผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานระหว่าง 16-20 ปี มีจำนวน 1 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 10 ซึ่งมีจำนวนเท่ากับกับผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 20 ปี โดยผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 20 ปี มีจำนวน 1 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 10

### ผลการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP : Analytic Hierarchy Process)

ตารางที่ 1 แสดงค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักจากความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

ลำดับความสำคัญ	ปัจจัย	น้ำหนัก	อัตราส่วนความไม่สอดคล้อง
1	ปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ	0.6667	-
2	เพิ่มประสิทธิภาพ	0.3333	

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการวิเคราะห์ปัจจัยหลักจากประชากรกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 10 ท่าน พบว่า การปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ ค่าน้ำหนัก 66.67 % เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญมากกว่าการเพิ่มประสิทธิภาพ ที่ค่าน้ำหนัก 33.33 %

ตารางที่ 2 แสดงค่าน้ำหนักของทางเลือกที่เป็นการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับที่ใช้ในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างจากผู้ที่มีความเกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ในการตรวจสอบการบริหารพัสดุของหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ลำดับความสำคัญ	ปัจจัย	น้ำหนัก	อัตราส่วนความไม่สอดคล้อง
1	เพิ่มบทลงโทษเรื่องความบกพร่องในการปฏิบัติหน้าที่	0.3598	0.011
2	เพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชน	0.3377	
3	เพิ่มบทลงโทษแก่ผู้ทุจริต	0.1363	
4	จัดตั้งหน่วยตรวจสอบการกำหนดราคากลาง	0.1095	
5	จัดตั้งหน่วยที่ทำหน้าที่โดยตรงในการกำหนดราคากลาง	0.0566	

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ทางเลือกที่เป็นการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับสำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่า ลำดับ 1 เพิ่มบทลงโทษเรื่องความบกพร่องในการปฏิบัติหน้าที่ 35.98 % ลำดับ 2 เพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชน 33.77 % ลำดับ 3 เพิ่มบทลงโทษแก่ผู้ทุจริต 13.63 % ลำดับ 4 จัดตั้งหน่วยตรวจสอบการกำหนดราคากลาง 10.95 % และลำดับ 5 จัดตั้งหน่วยที่ทำหน้าที่โดยตรงในการกำหนดราคากลาง 5.66 % โดยมีค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง เท่ากับ 0.011 ซึ่งค่าที่ได้ไม่เกิน 0.1 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง

ตารางที่ 3 แสดงค่าน้ำหนักของทางเลือกที่เป็นการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับที่ใช้ในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างจากผู้ที่มีความเกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ในการตรวจสอบการบริหารพัสดุของหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

ลำดับความสำคัญ	ปัจจัย	น้ำหนัก	อัตราส่วนความไม่สอดคล้อง
1	เพิ่มบทลงโทษแก่ผู้ทุจริต	0.3233	0.093
2	จัดตั้งหน่วยตรวจสอบการกำหนดราคากลาง	0.2079	
3	เพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชน	0.1813	
4	เพิ่มบทลงโทษเรื่องความบกพร่องในการปฏิบัติหน้าที่	0.1705	
5	จัดตั้งหน่วยที่ทำหน้าที่โดยตรงในการกำหนดราคากลาง	0.1170	

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการวิเคราะห์ทางเลือกที่เป็นการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับสำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา พบว่า ลำดับ 1 เพิ่มบทลงโทษแก่ผู้ทุจริต 32.33 % ลำดับ 2 จัดตั้งหน่วยตรวจสอบการกำหนดราคากลาง 20.79 % ลำดับ 3 เพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชน 18.13 % ลำดับ 4 เพิ่มบทลงโทษเรื่องความบกพร่องในการปฏิบัติหน้าที่ 17.05 % และลำดับ 5 จัดตั้งหน่วยที่ทำหน้าที่โดยตรงในการกำหนดราคากลาง 11.70 % โดยมีค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง เท่ากับ 0.093 ซึ่งค่าที่ได้ไม่เกิน 0.1 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง

ตารางที่ 4 แสดงค่าน้ำหนักของทางเลือกที่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างจากผู้ที่มีความเกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ในการตรวจสอบการบริหารพัสดุของหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ลำดับความสำคัญ	ปัจจัย	น้ำหนัก	อัตราส่วนความไม่สอดคล้อง
1	เพิ่มค่าตอบแทนให้ผู้กำหนดราคากลาง	0.4242	0.030
2	เลือกสรรบุคลากรที่เหมาะสม	0.2264	
3	จัดอบรมการกำหนดราคากลาง	0.1570	
4	จัดกำลังพลให้เหมาะสม	0.1275	
5	จัดอบรมคุณธรรม	0.0649	



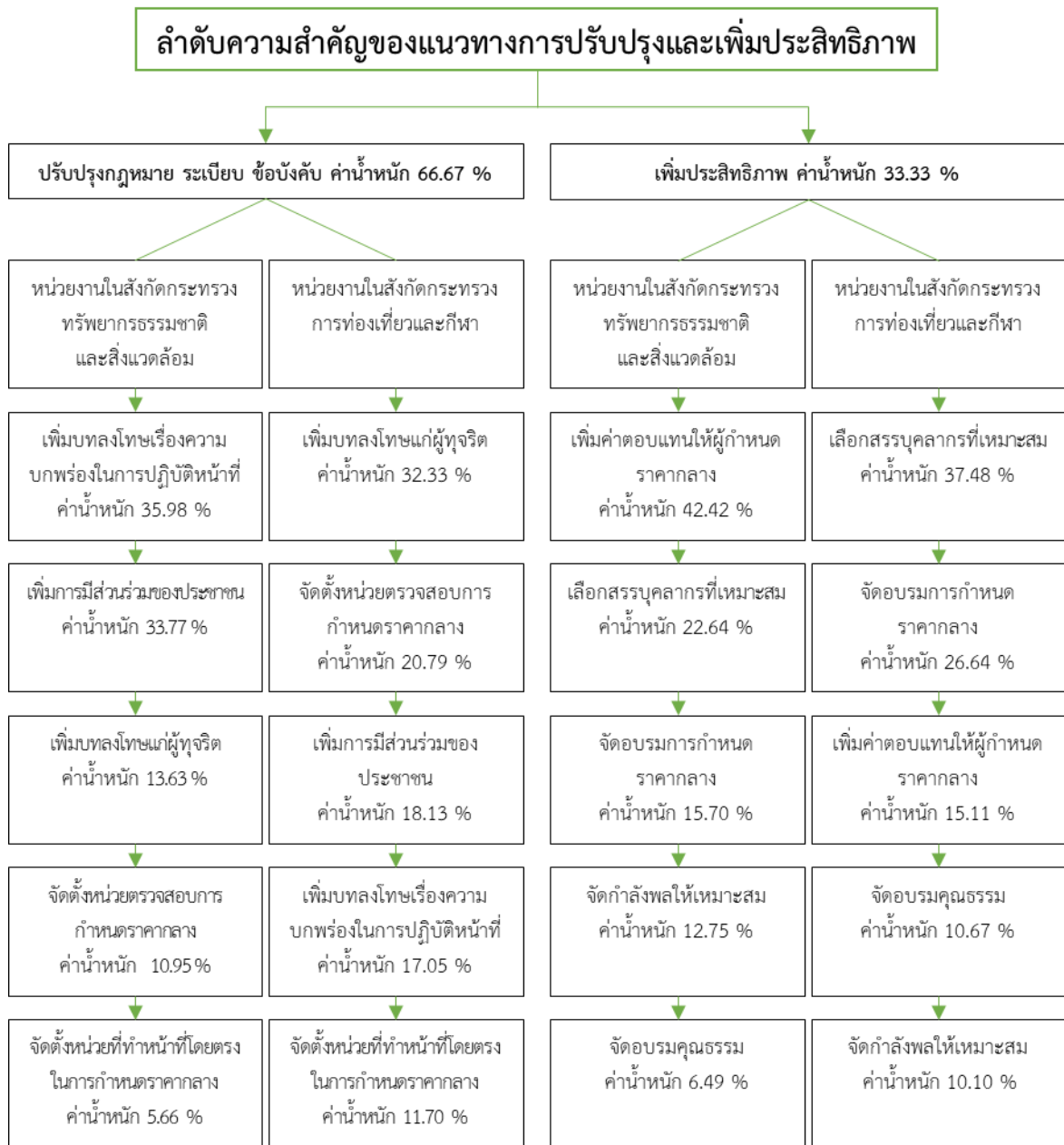
จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการวิเคราะห์ทางเลือกที่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ สำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่า ลำดับ 1 เพิ่มค่าตอบแทนให้ผู้กำหนดราคากลาง 42.42 % ลำดับ 2 เลือกสรรบุคลากรที่เหมาะสม 22.64 % ลำดับ 3 จัดอบรมการกำหนดราคากลาง 15.70 % ลำดับ 4 จัดกำลังพลให้เหมาะสม 12.75 % และลำดับ 5 จัดอบรมคุณธรรม 6.49 % โดยมีค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง เท่ากับ 0.030 ซึ่งค่าที่ได้ไม่เกิน 0.1 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง

ตารางที่ 5 แสดงค่าน้ำหนักของทางเลือกที่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างจากผู้ที่มีความเกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ในการตรวจสอบการบริหารพัสดุของหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

ลำดับความสำคัญ	ปัจจัย	น้ำหนัก	อัตราส่วนความไม่สอดคล้อง
1	เลือกสรรบุคลากรที่เหมาะสม	0.3748	0.068
2	จัดอบรมการกำหนดราคากลาง	0.2664	
3	เพิ่มค่าตอบแทนให้ผู้กำหนดราคากลาง	0.1511	
4	จัดอบรมคุณธรรม	0.1067	
5	จัดกำลังพลให้เหมาะสม	0.1010	

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการวิเคราะห์ทางเลือกที่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ สำหรับหน่วยงานในสังกัดสำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา พบว่า ลำดับ 1 เลือกสรรบุคลากรที่เหมาะสม 37.48 % ลำดับ 2 จัดอบรมการกำหนดราคากลาง 26.64 % ลำดับ 3 เพิ่มค่าตอบแทนให้ผู้กำหนดราคากลาง 15.11 % ลำดับ 4 จัดอบรมคุณธรรม 10.67 % และลำดับ 5 จัดกำลังพลให้เหมาะสม 10.10 % โดยมีค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง เท่ากับ 0.068 ซึ่งค่าที่ได้ไม่เกิน 0.1 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง

จากที่ได้วิเคราะห์ตามกระบวนการของ AHP หลังจากที่ตั้งแบบสอบถาม นำมาสรุปผลการจัดลำดับ แบ่งออกเป็นข้อมูลในส่วนของปัจจัยหลักที่แสดงให้เห็นถึงลำดับความสำคัญของการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ ที่ใช้ในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างและการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง และสรุปผลการจัดลำดับของทางเลือก ได้แก่ ลำดับความสำคัญของแนวทางการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับที่ใช้ในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง และลำดับความสำคัญแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง สรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าน้ำหนักความสำคัญของลำดับความสำคัญของแนวทางการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างสำหรับหน่วยรับตรวจ

จากผลที่ได้ แสดงให้เห็นว่าการให้ความสำคัญเห็นของประชากรกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ที่มีความชำนาญในเรื่องของการตรวจสอบการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการตรวจสอบหน่วยงานที่ต่างกัน และประสบการณ์ในระยะเวลาการทำงานที่ต่างกัน ได้ให้ความสำคัญของแต่ละแนวทางให้มีความแตกต่างกันออกไปตามประสบการณ์ที่ได้พบตลอดระยะเวลาการทำงานและตามแต่ละหน่วยงานที่ได้เข้าไปตรวจสอบ แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์หาแนวทางที่เหมาะสมและตรงกับความต้องการมากที่สุดสำหรับหน่วยรับตรวจนั้น จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานในการกำหนดราคากลาง ซึ่งจะขึ้นตามแต่ละสภาพการปฏิบัติงานหรือสภาพปัญหาของแต่ละหน่วยงานหรือองค์กร โดยการวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างนั้น จากแนวคิดของ Abraham and Other (1958) [4] การปรับปรุงการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพนั้นขึ้นกับปัจจัย เช่น รายได้หรือค่าตอบแทน ตำแหน่งหน้าที่ ทักษะความชำนาญ การบังคับบัญชาและระบบการบริหารงานของแต่ละหน่วยงาน ประสบการณ์ การฝึกอบรมดูงาน เป็นต้น จากแนวคิดที่กล่าวมาจึงสอดคล้องกับผลการ



วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามประกอบการวิเคราะห์โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น จากกลุ่มประชากรตัวอย่าง ที่ทำให้การปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ และการเพิ่มประสิทธิภาพมีความสำคัญไม่เท่ากัน โดยได้ให้การปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญมากกว่าการเพิ่มประสิทธิภาพ และมีการให้ความสำคัญของแนวทางการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง ต่างกันไปตามแต่ละหน่วยงานด้วย

### สรุป

จากการศึกษาสามารถนำผลการศึกษามาสรุปผลได้ตามวัตถุประสงค์ แสดงให้เห็นว่า การปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ สำคัญมากกว่าการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยจากการจัดลำดับทางเลือกที่เป็นการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ สำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ความสำคัญลำดับ 1 คือ การเพิ่มบทลงโทษเรื่องความบกพร่องในการปฏิบัติหน้าที่ และสำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ได้ความสำคัญลำดับ 1 คือ การเพิ่มบทลงโทษแก่ผู้ทุจริต และจากการจัดลำดับทางเลือกที่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ความสำคัญลำดับ 1 คือ การเพิ่มค่าตอบแทนให้ผู้กำหนดราคากลาง และสำหรับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ได้ความสำคัญลำดับ 1 คือ การเลือกสรรบุคลากรที่เหมาะสม ดังนั้น เมื่อได้ทราบลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกแล้ว ทำให้ได้แนวทางที่ตรงกับความต้องการและช่วยแก้ปัญหาความไม่ถูกต้องและช่วยให้การกำหนดราคากลางงานก่อสร้างของหน่วยรับตรวจถูกต้อง แนวทางที่ใช้เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างสำหรับหน่วยรับตรวจนั้น ประกอบไปด้วย

1. แนวทางที่นำมาใช้ช่วยแก้ปัญหาที่มีสาเหตุเกิดจากการเจตนาทุจริตคอร์รัปชัน การมีเจตนาเอื้อประโยชน์ให้ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง การได้รับการกดดันจากผู้บังคับบัญชา การขาดหน่วยงานตรวจสอบภายนอก การขาดหน่วยงานตรวจสอบภายใน ขาดการตรวจสอบจากภาคประชาชนและการขาดการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างเคร่งครัด ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมที่จะช่วยแก้ปัญหาความไม่ถูกต้องของการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างที่เป็นการปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ ในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง สำหรับหน่วยรับตรวจที่เป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คือ แนวทางการเพิ่มบทลงโทษสำหรับผู้ปฏิบัติหน้าที่บกพร่องในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง และสำหรับหน่วยรับตรวจที่เป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา คือ แนวทางการเพิ่มบทลงโทษสำหรับผู้กระทำผิดกฎหมายหรือทุจริตในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง
2. แนวทางที่นำมาใช้ช่วยแก้ปัญหาที่มีสาเหตุเกิดจากผู้มีหน้าที่ขาดความรู้และความสามารถ ผู้มีหน้าที่ไม่ได้มีความเข้าใจในงานอย่างแท้จริง การขาดความละเอียดรอบคอบ การขาดประสบการณ์ของบุคลากร ปริมาณงานไม่สัมพันธ์กับระยะเวลา ผู้บังคับบัญชาปล่อยปะละเลยและและการแต่งตั้งผู้ที่ไม่มีความรู้หรือประสบการณ์ให้ทำหน้าที่คำนวณราคากลาง ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมที่จะช่วยแก้ปัญหาความไม่ถูกต้องของการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างที่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง สำหรับหน่วยรับตรวจที่เป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คือ แนวทางการเพิ่มค่าตอบแทนให้ผู้กำหนดราคากลาง และสำหรับหน่วยรับตรวจที่เป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา คือ แนวทางการเลือกสรรบุคลากรที่เหมาะสม

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านซึ่งกรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องและแนะนำแนวทางต่างๆ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ในการทำให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือและเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม ที่ทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์

### เอกสารอ้างอิง

- [1] ประกาศคณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง. (2560). *ราชกิจจานุเบกษา* 134(277ง), 1-23.
- [2] สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน. (2563). *แนวทางการตรวจสอบงานจ้างก่อสร้างของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน*. กรุงเทพมหานคร: ผู้แต่ง.
- [3] Saaty, T. L. (1980). *Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- [4] Abraham and Other. (1958). *Motion Productivity and Satisfaction of Workers*. Massachusetts: Division of Research, Harvard University.

# ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้าง ของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) Factors Influencing Effectiveness The Construction Pricing Audit of Personnel State Audit Office of The Kingdom of Thailand

ภัสกร ชันธุ์เจริญ<sup>1\*</sup> วรานนท์ คงสง<sup>2</sup> กรกช ทวีสิน<sup>3</sup> อีรเดจ สونغทวีพร<sup>4</sup> และ เสรีย์ ตู้ประกาย<sup>5</sup>  
Patsakorn Khancharoen<sup>1\*</sup> Waranon Kongsong<sup>2</sup> Korrakoch Taweessin<sup>3</sup>  
Teeradej Srongtaweeporn<sup>4</sup> and Seree Tuprakay<sup>5</sup>

<sup>1\*</sup> นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
<sup>3</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
<sup>4</sup> อาจารย์พิเศษ สาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
<sup>5</sup> รองศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

E-mail : 6214772003@rumail.ru.ac.th

## บทคัดย่อ

เนื่องด้วยสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินมีจำนวนบุคลากรที่มีความรู้พื้นฐานด้านวิศวกรรมไม่เพียงพอกับจำนวนงานขนาด และปริมาณงานก่อสร้างที่เพิ่มมากขึ้น จึงได้มอบหมายหน้าที่ตรวจสอบให้แก่บุคลากรสาขาอื่นมาร่วมตรวจสอบ ได้แก่ สาขาบัญชี และสาขานิติศาสตร์ เป็นต้น อีกทั้งการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างมีขั้นตอนการกำหนดราคากลางที่ค่อนข้างซับซ้อนจากการตรวจสอบ พบว่า เกิดปัญหาจากหน่วยรับตรวจหลายปัจจัย ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น จึงจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) โดยประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) 2) เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) ข้อมูลที่ได้จากประชากรกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชำนาญการและมีประสบการณ์ในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) จำนวน 10 ท่าน การวิจัย พบว่า ปัจจัยหลักด้านการบริหารงานภายในองค์กรของหน่วยรับตรวจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) มากที่สุด มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 36.45% ปัจจัยรองลงมาคือ ปัจจัยหลักด้านบุคลากรขององค์กรที่เป็นหน่วยรับตรวจ มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 20.74% ปัจจัยหลักด้านบุคคลของผู้ตรวจสอบ มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 16.53% ปัจจัยหลักด้านการบริหารงานภายในองค์กรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 13.69% และปัจจัยหลักด้านแบบก่อสร้าง/ข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบ/หลักเกณฑ์ ในการตรวจสอบราคากลาง มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 12.59% ตามลำดับ จากผลการวิจัยสรุปว่า ปัจจัยหลักด้านการบริหารงานภายในองค์กรของหน่วยรับตรวจ ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) มากที่สุด ดังนั้น 1) องค์กรของหน่วยรับตรวจจึงควรวางแผนด้านการบริหารการจัดการองค์กรให้เป็นระบบ 2) แต่งตั้งคณะกรรมการขึ้นมากำกับดูแลและควรจัดให้มีการพัฒนาบุคลากร 3) จัดสรรตำแหน่งหน้าที่ของบุคลากรให้มีหน้าที่รับผิดชอบในหน้าที่ของตนและการทำงานร่วมกันในองค์กร

**คำสำคัญ :** กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น; ราคากลางงานก่อสร้าง; สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน; องค์กรของหน่วยรับตรวจ

## Abstract

Since The State Audit Office of the Kingdom of Thailand, There are not enough personnel with basic engineering knowledge for the increasing number of personnel worker, size and construction work. Therefore, the audit has been assigned to personnel from other branches to participate in the audit, such as accounting and law fields, etc. In addition, setting the construction pricing has a rather complicated process of setting the construction pricing. From the inspection, it was found that the problem was caused by the receiving Auditee Unit for many factors. For the above reasons Therefore, it is necessary to study the factors affecting the effectiveness of inspection the construction pricing of the personnel State Audit Office of the Kingdom of Thailand by Applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. The purposes of this research were as follows: 1) Intended to study factors influencing effectiveness the construction pricing audit of personnel State Audit Office of the Kingdom of Thailand; and 2) Can be used to provide solutions and increase effectiveness the construction pricing audit of personal State Audit Office of the Kingdom of Thailand. Research questionnaire data were collected from the target population, who are experts and professional in the construction pricing audit of personal State Audit Office of the Kingdom of Thailand. The Population Sampling Group was 10 people. The results of the research; found the organization management of Auditee Unit is the factors the most influencing effectiveness the construction pricing audit of personal State Audit Office of the Kingdom of Thailand has a weight of 36.45% Followed by the main factors in personnel of Auditee Unit has a weight of 20.74% the main factors of auditor has a weight of 16.53% the main factors in organization management of internal State Audit Office of the Kingdom of Thailand has a weight of 13.69% and the main factors in shop drawing/regulation/rules the construction pricing audit has a weight of 12.59% The results showed that the main factor organization management of Auditee Unit has the most influencing effectiveness the construction pricing audit of personal State Audit Office of the Kingdom of Thailand are: 1) the organization of Auditee Unit should be plan the organization systems management of Auditee Unit; 2) Assign an officer to systems controller; and 3) Manage the personnel has a responsibility and the ways to build good system co-worker relationships.

**Keywords :** Analytic Hierarchy Process; Construction pricing; State Audit Office of the Kingdom of Thailand; Auditee Unit

## บทนำ

ในปัจจุบันสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินได้มีการพัฒนาการตรวจสอบเพื่อให้ครอบคลุมเกี่ยวกับการใช้จ่ายเงินแผ่นดินทุกด้าน แบ่งเป็น 3 ลักษณะงาน ได้แก่ การตรวจสอบด้านการเงิน การตรวจสอบการปฏิบัติตามกฎหมาย การตรวจสอบผลสัมฤทธิ์และประสิทธิภาพการดำเนินงาน ซึ่งการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างนั้นเป็นการตรวจสอบการปฏิบัติตามกฎหมายด้านการจัดซื้อจัดจ้างประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ 1.การตรวจสอบการประกวดราคา การก่อนนี้ผูกพันและสัญญาก่อสร้าง 2.การตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้าง 3.การตรวจสอบสังเกตการณ์งานก่อสร้าง ณ สถานที่จริง 4.การตรวจสอบสัญญาแบบปรับราคาได้ (ค่า K) และการใช้ค่าดำเนินการ Factor F ว่าเป็นไปตามหลักเกณฑ์ของทางราชการหรือไม่ ดังนั้น ผู้ตรวจสอบจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมเพื่อใช้ในการตรวจสอบ แต่เนื่องด้วยสำนักงานตรวจเงินแผ่นดินมีจำนวนบุคลากรที่มีความรู้พื้นฐานด้านวิศวกรรมไม่เพียงพอกับจำนวนงาน ขนาด และปริมาณงานก่อสร้างที่เพิ่มมากขึ้น จึงได้มอบหมายหน้าที่ตรวจสอบให้แก่บุคลากรสาขาอื่นมาร่วมตรวจสอบ ได้แก่ สาขาบัญชี และสาขานิติศาสตร์ เป็นต้น อีกทั้งการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างมีขั้นตอนการกำหนดราคากลางที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งหัวหน้าหน่วยรับตรวจที่ทำการจัดจ้างมีหน้าที่ตั้งคณะกรรมการกำหนดราคากลางให้มีหน้าที่รับผิดชอบการคำนวณราคากลางก่อสร้างให้ถูกต้องภายใต้หลักเกณฑ์และวิธีการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง [1] จากการตรวจสอบ พบว่า เกิดปัญหาจากหน่วยรับตรวจหลายปัจจัย ทำให้การตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างนั้น

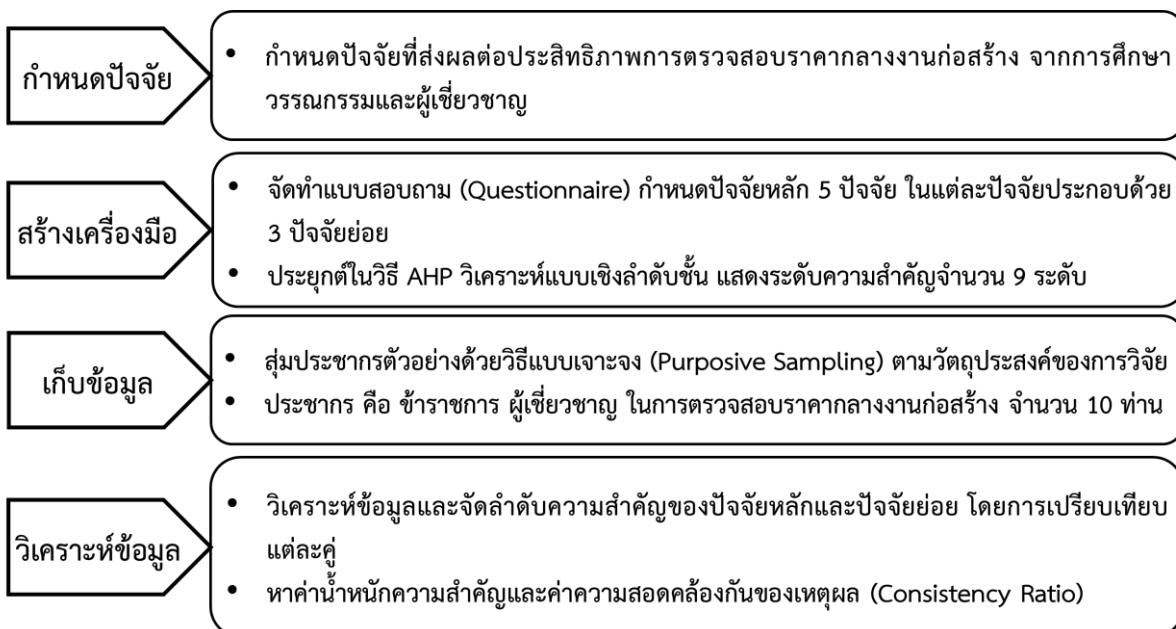


ไม่เป็นไปตามแนวทางการตรวจสอบงานจ้างก่อสร้างของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน [2] ส่งผลให้การตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างนั้นยังขาดประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น จึงจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) ผลที่ได้จะนำไปสู่การพัฒนา วิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขและเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างแก่บุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง)

## อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) มีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำมาทำการวิเคราะห์แบบเชิงลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) [3] โดยการสุ่มประชากรกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ ประสบการณ์ เชี่ยวชาญในเรื่องการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) จำนวน 10 ท่าน คือ บุคลากรข้าราชการผู้เชี่ยวชาญชำนาญการของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) และเป็นผู้มีความเกี่ยวข้องและมีประสบการณ์โดยตรงในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป ซึ่งเป็นการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสอบถาม (Questionnaire) ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น ท่านเป็นผู้มีความเกี่ยวข้องและมีประสบการณ์โดยตรงในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) ตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป ใช่หรือไม่ ท่านเป็นผู้มีความรู้พื้นฐานในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้าง/ข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบและหลักเกณฑ์ของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) ใช่หรือไม่ อายุการทำงาน สาขาวิชาชีพ เป็นต้น ส่วนที่ 2 เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) โดยวิธี AHP ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลักโดยการเปรียบเทียบกันทีละคู่ และการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยย่อยโดยการเปรียบเทียบกันทีละคู่ ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและการเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน หลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลจากประชากรกลุ่มตัวอย่างแล้วจะนำไปวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญและอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Index) ตามวิธีการวิเคราะห์แบบเชิงลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) [3] ต่อไป



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนวิธีการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทั่วไปส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละ พร้อมจัดลำดับตามค่าร้อยละ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามผู้มีความเกี่ยวข้องและมีประสบการณ์โดยตรง ในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) ตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป รวมจำนวน 10 คน มีจำนวนคนที่ตอบใช่ ทั้งหมด 10 คน คิดเป็นร้อยละ 100, ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามมีความรู้พื้นฐาน ในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้าง/ข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบและหลักเกณฑ์ของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) รวมจำนวน 10 คน มีจำนวนคนที่ตอบใช่ ทั้งหมด 10 คน คิดเป็นร้อยละ 100, ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนก จากอายุการทำงานจากกลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้เชี่ยวชาญชำนาญการและมีประสบการณ์ด้านการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้าง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้มีอายุการทำงาน 16-20 ปี จำนวน 5 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาเป็นผู้มีอายุการทำงาน มากกว่า 20 ปี และ 11-15 ปี อย่างละจำนวน 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 20 และมีอายุการทำงาน 5-10 ปี จำนวน 1 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 10, ข้อมูลจำแนกตามสาขาวิชาชีพจากกลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้เชี่ยวชาญชำนาญการและมีประสบการณ์ด้านการตรวจสอบราคากลาง งานก่อสร้าง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้มีสาขาวิชาชีพวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาเป็นผู้มีสาขาวิชาชีพ นิติศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 30 และเป็นผู้มีสาขาวิชาชีพบัญชี จำนวน 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 20 จากการศึกษา พบว่า ประชากรกลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้เชี่ยวชาญชำนาญการและมีประสบการณ์ด้านการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้าง ตั้งแต่ 5 ปี ขึ้นไป และมีความรู้พื้นฐานในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้าง/ข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบและหลักเกณฑ์ของสำนักงาน การตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง)

### ผลการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP : Analytic Hierarchy Process)

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) ด้วยวิธี AHP [3] ได้สรุปผลการวิเคราะห์และจัดลำดับของความสำคัญของปัจจัยด้านต่าง ๆ ผ่าน การเปรียบเทียบแต่ละคู่ระหว่างปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย ดังรูปที่ 2 จำแนกผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญและค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อ ประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) ด้วยวิธี AHP [3] พบว่า ปัจจัยด้านการบริหารงานภายในองค์กรของหน่วยรับตรวจ ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 36.45% เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลมากที่สุด ปัจจัยรองลงมาคือ ปัจจัยด้านบุคลากรขององค์กรที่เป็นหน่วยรับตรวจ ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 20.74% ปัจจัยหลักด้านบุคคลของผู้ตรวจสอบ ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 16.53% ปัจจัยด้านการบริหารงานภายในองค์กรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 13.69% และปัจจัยหลักทางด้านแบบก่อสร้าง/ข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบ/หลักเกณฑ์ ในการตรวจสอบ ราคากลาง ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 12.59% ตามลำดับ โดยมีค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio, CR) เท่ากับ 0.0458 ซึ่งค่าที่ได้ไม่เกิน 0.10 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 2

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญและค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัยย่อยที่ส่งผลต่อ ประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) ดังนี้

- ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญและค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัยย่อยด้านบุคคลของผู้ตรวจสอบ พบว่า ความรู้ความเข้าใจในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 50.46% เป็นปัจจัยด้านบุคคลของผู้ตรวจสอบที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพมากที่สุด ปัจจัยรองลงมาคือ ความเข้าใจพื้นฐานในงานก่อสร้างและการคิดคำนวณ ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 36.78% และประสบการณ์ในตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้าง มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 12.76% ตามลำดับ โดยมีค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio, CR) เท่ากับ 0.0014 ซึ่งค่าที่ได้ไม่เกิน 0.05 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 2

- ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญและค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัยย่อยด้านแบบก่อสร้าง/ข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบ/หลักเกณฑ์ ในการตรวจสอบราคากลาง พบว่า ขั้นตอนการตรวจสอบการปฏิบัติตามระเบียบ หลักเกณฑ์และข้อมูลรายละเอียดในการคำนวณราคากลาง ยุ่งยากซับซ้อน ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 50.84% เป็นปัจจัยด้านแบบ ก่อสร้าง/ข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบ/หลักเกณฑ์ ในการตรวจสอบราคากลางที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพมากที่สุด ปัจจัยรองลงมา คือ แบบก่อสร้างแสดงแบบรูปรายการรายละเอียด ไม่ชัดเจนไม่สอดคล้องกับการก่อสร้าง ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 31.88% และมาตรฐานราคากลางวัสดุก่อสร้างของสำนักงานงบประมาณและค่าแรงของกรมบัญชีกลางไม่ครอบคลุมรายการก่อสร้าง ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 17.28% โดยมีค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio, CR) เท่ากับ 0.0396 ซึ่งค่าที่ได้ ไม่เกิน 0.05 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 2

- ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญและค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัยย่อยด้านการบริหารงานภายในองค์กรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน พบว่า ขาดแคลนบุคลากรผู้เชี่ยวชาญงานเฉพาะด้าน ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 54.56% เป็นปัจจัยด้านการบริหารงานภายในองค์กรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพมากที่สุด ปัจจัยรองลงมาคือ ไม่มีการเผยแพร่ข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบราคากลาง ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 30.17% และเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สนับสนุนไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 15.27% โดยมีค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio , CR) เท่ากับ 0.0452 ซึ่งค่าที่ได้ไม่เกิน 0.05 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 2

- ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญและค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัยย่อยด้านบุคลากรขององค์กรที่เป็นหน่วยรับตรวจ พบว่า ความรู้ความเข้าใจในข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบ/หลักเกณฑ์ [1] ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 61.77% เป็นปัจจัยด้านบุคลากรขององค์กรที่เป็นหน่วยรับตรวจที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพมากที่สุด ปัจจัยรองลงมาคือ ประสบการณ์ในการกำหนดราคากลางและการคิดคำนวณ ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 28.78% และไม่ทราบถึงรูปแบบลักษณะของเอกสารของราคากลางงานก่อสร้างที่ต้องส่งให้สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินตรวจสอบ ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 9.45% โดยมีค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio, CR) เท่ากับ 0.0101 ซึ่งค่าที่ได้ไม่เกิน 0.05 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 2

- ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญและค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัยย่อยด้านการบริหารงานภายในองค์กรของหน่วยรับตรวจ พบว่า กระบวนการดำเนินการระยะเวลาจัดส่งข้อมูลใช้เวลานาน จัดส่งเอกสารไม่ครบถ้วน ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 53.85% เป็นปัจจัยด้านการบริหารงานภายในองค์กรของหน่วยรับตรวจที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพมากที่สุด ปัจจัยรองลงมา คือการชี้แจงตอบข้อสังเกตที่ตรวจพบไม่ตรงประเด็น ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 32.82% และหน่วยรับตรวจไม่ให้ความร่วมมือ เกิดความขัดแย้งกันในองค์กร ได้ผลค่าน้ำหนักเท่ากับ 13.33% โดยมีค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio , CR) เท่ากับ 0.0071 ซึ่งค่าที่ได้ไม่เกิน 0.05 แสดงว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องสูง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าน้ำหนักความสำคัญและค่าความสอดคล้องกันของเหตุผลของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง)

## วิจารณ์ผลการทดลอง

บทความนี้มีจุดเด่นในเรื่องของการใช้ภาษาและการสื่อสารที่ชัดเจน เพียงแต่ข้อมูลหรือปัจจัยที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพถือเป็นปัญหาทั่วไปที่เกิดขึ้นกับหน่วยงานภาครัฐ เช่น การขาดแคลนบุคลากร บุคลากรขาดประสิทธิภาพ กระบวนการในการทำงานมีความซับซ้อน ใช้เวลายาวนาน เป็นต้น ซึ่งอาจมีปัจจัยหรือตัวแปรอื่น เช่น กลยุทธ์ โครงสร้างหน่วยงาน ฯลฯ ที่เป็นปัจจัยที่ต้นเรื่องส่งผลให้กระบวนการหรือบุคลากรต่างๆ เกิดปัญหาขึ้น

## สรุป

การวิจัยปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) โดยวิเคราะห์ค่าน้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) นี้ เพื่อให้ได้ทราบถึงแนวทางแก้ไข การปรับปรุง และการเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง)

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) สามารถนำผลการศึกษามาสรุปผลได้วัตถุประสงค์ตามปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) จำนวน 5 ด้าน ดังนี้

1. ปัจจัยด้านการบริหารงานภายในองค์กรของหน่วยรับตรวจ จากผลการศึกษา พบว่า กระบวนการดำเนินการของหน่วยรับตรวจใช้ระยะเวลาจัดส่งข้อมูลใช้เวลานาน จัดส่งเอกสารไม่ครบถ้วน มีระดับความสำคัญส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) เป็นอันดับที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ญาณวรรณ์ ชุ่มท้วม (2560)[4] ได้ทำการศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการตรวจสอบงานจัดจ้างก่อสร้างของกลุ่มตรวจสอบการบริหารพัสดุสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินส่วนกลาง พบว่า ความร่วมมือขององค์กรหน่วยรับตรวจ กรณีไม่ชี้แจงปัญหา/ข้อสงสัย หรือชี้แจงล่าช้า ไม่ตรงประเด็นนั้น ส่งผลต่อปัญหาและอุปสรรคในงานตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างในระดับมาก ดังนั้น องค์กรของหน่วยรับตรวจจึงควรวางแผนด้านการบริหารการจัดการให้เป็นระบบ แต่งตั้งคณะกรรมการขึ้นมากำกับดูแล จัดสรรตำแหน่งหน้าที่ของบุคลากรให้มีหน้าที่รับผิดชอบในหน้าที่ของตนและวิธีการทำงานร่วมกันในองค์กรอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้การบริหารงานภายในองค์กรของหน่วยรับตรวจเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและช่วยลดปัญหาที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน

2. ปัจจัยด้านบุคลากรขององค์กรที่เป็นหน่วยรับตรวจ จากผลการศึกษา พบว่า บุคลากรของหน่วยรับตรวจขาดความรู้ความเข้าใจในข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบ/หลักเกณฑ์ มีระดับความสำคัญส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) เป็นอันดับที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการประมาณราคาของ มนัสพาสน์ จันทนเสวี (2549) [5] คุณสมบัติของผู้ประมาณราคาคือ ผู้ประมาณราคาเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติหลาย ๆ ด้าน มีความรู้รอบตัว ช่างสังเกต ขยันหมั่นเพียรในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีความรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความรู้ด้านการก่อสร้าง ขั้นตอนการทำงาน ก็จะต้องทำให้การประมาณราคามีความละเอียดมากยิ่งขึ้น ดังนั้น องค์กรที่เป็นหน่วยรับตรวจควรจัดให้มีการฝึกอบรมและให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์ การกำหนดราคากลางแก่บุคลากร เพื่อให้บุคลากรของหน่วยรับตรวจจะได้มีความรู้ความเข้าใจในข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบ/หลักเกณฑ์ ในการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง

3. ปัจจัยด้านบุคคลของผู้ตรวจสอบ จากผลการศึกษา พบว่าผู้ตรวจสอบขาดความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในงานก่อสร้างและการคิดคำนวณ มีระดับความสำคัญส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) เป็นอันดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัครเดช ไม้จันทร์ (2560) [6] ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงาน กลุ่มอุตสาหกรรมติดตั้งเครื่องจักรสายการผลิตในจังหวัดสงขลา พบว่า การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงาน ส่วนหนึ่งเกิดจากปัจจัยด้านความรู้และความเข้าใจในงานที่ทำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 เนื่องจากมีการฝึกอบรมพนักงานก่อนการปฏิบัติงาน ทำให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจในงานที่ทำได้เห็นความสำคัญของงานที่ทำอยู่ ดังนั้น ในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างนั้นผู้ตรวจสอบควรมีความรู้ความเข้าใจในกฎหมายระเบียบที่เกี่ยวข้อง รวมถึงพื้นฐานในงานก่อสร้างและการคิดวิเคราะห์คำนวณ ควรเก็บเกี่ยวประสบการณ์จากการตรวจสอบราคากลางในหลากหลายรูปแบบ มีการฝึกอบรมหาความรู้เพิ่มเติม เรียนรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ เพื่อให้ผู้ตรวจสอบเกิดความเชี่ยวชาญ



ในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้าง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นด้านข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ ข้าราชการและมีประสบการณ์ด้านการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้าง

4. ปัจจัยด้านการบริหารงานภายในองค์กรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน จากผลการศึกษา พบว่าสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน ขาดแคลนบุคลากรผู้เชี่ยวชาญงานเฉพาะด้าน มีระดับความสำคัญส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) เป็นอันดับที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Robbin (2001)[7] ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิผลของทีม โดยองค์ประกอบสำคัญที่ก่อให้เกิดทีมที่มีประสิทธิผล ประกอบหนึ่งคือ ทรัพยากรเพียงพอ (Adequate resources) ได้แก่ ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล สารสนเทศที่เป็นปัจจุบัน วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น เทคโนโลยีที่ทันสมัย บุคลากรที่เพียงพอ ได้รับขวัญกำลังใจและการสนับสนุนจากฝ่ายบริหาร และองค์การโดยรวม จึงจะสามารถดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งหากองค์กรมีทรัพยากรที่เพียงพอต่อการปฏิบัติงานแล้วนั้นจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานที่ดีมากขึ้น ดังนั้นในปัจจุบันปัจจัยด้านการขาดแคลนบุคลากรเฉพาะด้านนั้น สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินควรจัดหาบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ให้เพียงพอตรงตามวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการตรวจสอบราคากลางงานจ้างก่อสร้างที่มีลักษณะงานขนาดใหญ่และมีความซับซ้อน เช่น วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมเครื่องกล เป็นต้น

5. ปัจจัยทางด้านแบบก่อสร้าง/ข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบ/หลักเกณฑ์ ในการตรวจสอบราคากลาง จากผลการศึกษา พบว่าขั้นตอนการตรวจสอบการปฏิบัติตามระเบียบ หลักเกณฑ์และข้อมูลรายละเอียดในการคำนวณราคากลางยุ่งยากซับซ้อน มีระดับความสำคัญส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างของบุคลากรสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (ส่วนกลาง) เป็นอันดับสุดท้าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เจนณรงค์ เทียงธรรม (2558) [8] ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างของทางราชการ พบว่า ปัจจัยด้านแบบก่อสร้างและข้อกำหนด และข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณภาพของงาน มาตรฐานการควบคุมงาน มีระดับความสำคัญต่อการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างของทางราชการมากที่สุด โดยแบบก่อสร้างที่มีงานหลากหลายประเภท ข้อกำหนดที่เกี่ยวกับคุณภาพของวัสดุ ระเบียบและหลักเกณฑ์ มีความสำคัญต่อการกำหนดราคากลางในระดับมาก ตามลำดับ ดังนั้น สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินควรส่งเสริมให้มีการฝึกอบรม ให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับแบบก่อสร้าง/ข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบ/หลักเกณฑ์ ในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างแก่บุคลากร และขั้นตอนในการตรวจสอบการกำหนดราคากลางเป็นไปปฏิบัติตามระเบียบ หลักเกณฑ์และข้อมูลรายละเอียดในการคำนวณราคากลาง เพื่อที่บุคลากรของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินจะได้มีความรู้ความเข้าใจในแบบก่อสร้าง/ข้อกำหนดมาตรฐาน/ระเบียบ/หลักเกณฑ์ ในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้การตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างนั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

## ข้อเสนอแนะ

การตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้างนั้นผู้ตรวจสอบควรมีความรู้ความเข้าใจในกฎหมาย ระเบียบที่เกี่ยวข้อง รวมถึงพื้นฐานในงานก่อสร้างและการคิดวิเคราะห์คำนวณ ควรเก็บเกี่ยวประสบการณ์จากการตรวจสอบราคากลางในหลากหลายรูปแบบ มีการฝึกอบรมความรู้เพิ่มเติม เรียนรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ เพื่อให้ผู้ตรวจสอบเกิดความเชี่ยวชาญในการตรวจสอบราคากลางงานก่อสร้าง รวมทั้งต้องมีการเจรจาแลกเปลี่ยนทัศนคติผู้ตรวจสอบกับบุคลากรของหน่วยรับตรวจ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ไปในทิศทางเดียวกัน

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ให้คำปรึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ในการทำให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือและเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม ทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ประกาศคณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ. เรื่อง หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างตามประกาศคณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ. (2560). *ราชกิจจานุเบกษา* 134 (277ง), 1 - 23.
- [2] สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน. (2563). *แนวทางการตรวจสอบงานจ้างก่อสร้างของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน*. กรุงเทพมหานคร: ผู้แต่ง.
- [3] Saaty, T. L. (1980). *Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw - Hill.
- [4] ญาณวรรณ ชุ่มท้วม. (2560). *การศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการตรวจสอบงานจัดจ้างก่อสร้างของกลุ่มตรวจสอบการบริหารพัสดุสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินส่วนกลาง*. การค้นคว้าอิสระสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.
- [5] มนัสพาสน์ จันทนเสวี. (2549). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเที่ยงตรงในการประมาณราคากลางงานก่อสร้างอาคาร*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- [6] อัครเดช ไม้จันทร์. (2560). *ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงาน กลุ่มอุตสาหกรรมติดตั้งเครื่องจักรสายการผลิตในจังหวัดสงขลา*. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [7] Robbins, S. P. (2001). *Organizational Behavior*. 11th ed. New Jersey: Pearson Prentice-Hall.
- [8] เจนณรงค์ เทียงธรรม. (2558). *ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างของทางราชการ*. การค้นคว้าอิสระวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.



# การศึกษาการปล่อยมลพิษจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ชนิดแก๊สโซลีนและแก๊สโซฮอลล์

## A Study on pollutant emission of gasoline and gasohol

นภาพร แยมกัลด<sup>1\*</sup> เสรีย์ ตูประกาย<sup>2</sup> เลิศเลขา ศรีรัตนะ<sup>3</sup> สิริวัลภ์ เรืองช่วย ตูประกาย<sup>4</sup> และ นันทน์ภัสร์ อินยิม<sup>5</sup>

Napaporn Yaemklad<sup>1\*</sup> Seree Tuprakay<sup>2</sup> Lerdlekha Sriratana<sup>3</sup> and

Sirawan Ruangchuay Tuprakay<sup>4</sup> Nannapatsorn Inyim<sup>5</sup>

<sup>1\*</sup> นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาศาสนาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

<sup>2</sup> รองศาสตราจารย์ ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

<sup>3</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

<sup>4</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาสิ่งแวดล้อมเมืองและอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

<sup>5</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

โทรศัพท์ : 0870416345, E-mail : 6214772005@rumail.ru.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับศึกษาการปล่อยมลพิษจากรถยนต์ที่มีการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีนที่ไม่มีส่วนผสมของเอทานอล และน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนที่มีส่วนผสมของเอทานอลหรือที่เรียกว่าแก๊สโซฮอลล์ (Gasohol) โดยทำการศึกษาและเปรียบเทียบการปลดปล่อยมลพิษของไอเสียจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดกับมาตรฐาน และกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมมลพิษไอเสีย ซึ่งจากการศึกษาในด้านสิ่งแวดล้อมพบว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์มีส่วนช่วยในการลดการปล่อยมลพิษก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดขึ้นได้มากถึง 1.36 เท่า แต่ก่อให้เกิดมลพิษปริมาณไฮโดรคาร์บอนสูงกว่า 1.38 เท่า เนื่องจากปริมาณของเอทานอลที่ผสมในน้ำมันเชื้อเพลิงและไม่เห็นความแตกต่างของปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนอย่างเด่นชัด เพราะในการทดสอบเครื่องยนต์กลุ่มตัวอย่างเป็นเครื่องยนต์ชนิดเดียวกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามมาตรฐานพบว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและแก๊สโซฮอลล์มีการปลดปล่อยมลพิษเป็นไปตามมาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2540-2554 หรือมาตรฐานไอเสีย ยูโร 4 รวมถึงมาตรฐานไอเสียยูโร 5 และ ยูโร 6 อีกด้วย นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในแง่ของเศรษฐกิจ พบว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์นั้นมีอัตราการสิ้นเปลืองที่สูงกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีนแต่ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการขับขี่ที่สภาวะเดียวกันและระยะทางที่เท่ากัน กลับพบว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ถึง 1.22 เท่าเมื่อเทียบกับรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน

**คำสำคัญ :** น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน; น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์; การทดสอบมลพิษไอเสีย; มาตรฐานไอเสียรถยนต์

## Abstract

This research proposes the emissions of vehicles using Gasoline and Ethanol-Gasoline Blends fuel also known as Gasohol by comparing the exhaust emissions from the vehicle using both fuel types (gasohol and gasoline) with Thailand's emission standards and regulations in order to control light-duty vehicles related to the control of exhaust emissions. In terms of the environment, it was found that the gasohol-fueled vehicle could reduce the carbon monoxide emissions content more than 1.36 times while the hydrocarbon emissions content of the gasohol-fueled vehicle would be higher than gasoline-fueled vehicle by about 1.38 times due to the effect of Ethanol-Gasoline Blends quantity. For the oxide of nitrogen, it could not found the significant difference due to the identical engine type of the testing cars. However, in terms of emission standard and regulation, it could be observed that the emission content (Carbon-Monoxide, Hydrocarbon and Oxide of Nitrogen) of gasoline-fueled vehicle and gasohol-fueled vehicle would be compliance with TIS 2540-2554, or European Union's vehicle emission standard Euro 4, Euro 5 and Euro 6. In addition, when considering in terms of economy, it was found that gasohol-fueled vehicle would have a higher fuel consumption rates comparing to gasoline-fueled vehicles. However, the costs (at the same distance and driving condition) of gasohol-fueled vehicle would be lower by 1.22 times when compared with gasoline-fueled vehicles.

**Keywords :** Gasoline; Gasohol; Emission Test; European Union's vehicle emission standard (Euro 4)

## บทนำ

ในปัจจุบันโลกต้องเผชิญกับสภาวะโลกร้อน (Global Warming) เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมหรือการดำเนินงานต่าง ๆ ของมนุษย์ ที่ทำให้เกิดส่วนผสมของก๊าซเรือนกระจกสะสมอยู่บนชั้นบรรยากาศโลก ส่งผลให้รังสีจากดวงอาทิตย์สะสมในชั้นบรรยากาศมีการสะท้อนกลับไปยังอย่างไม่เหมาะสม เป็นสาเหตุให้อุณหภูมิของโลกค่อย ๆ สูงขึ้นรวมถึงปัญหาทางมลพิษทางอากาศที่โลกกำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน การเผาไหม้จากเชื้อเพลิงของรถยนต์ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักของสาเหตุในการเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกและมลพิษทางอากาศ เนื่องจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เชม่า ควีน ฝุ่นละออง และโลหะหนัก [1] ซึ่งสารมลพิษทางอากาศจากรถยนต์เหล่านี้สามารถทำให้เกิดความเสียหายเกิดการสึกกร่อนของอาคารบ้านเรือน ทั้งยังมีผลกระทบต่อระบบหายใจสุขภาพอนามัยของคนและสัตว์โดยตรง ปัจจุบันแก๊สโซฮอลล์ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อสิ่งแวดล้อมจัดเป็นพลังงานสะอาดที่ช่วยในการลดมลพิษและปัญหาฝุ่นละอองจากไอเสียรถยนต์ ประเทศไทยเริ่มทำการจำหน่ายเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอลล์ที่มีส่วนผสมเอทานอลมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 [2] เกิดจากการเล็งเห็นถึงคุณประโยชน์ของเชื้อเพลิงเอทานอลในแง่ของสิ่งแวดล้อมและทางเศรษฐกิจ

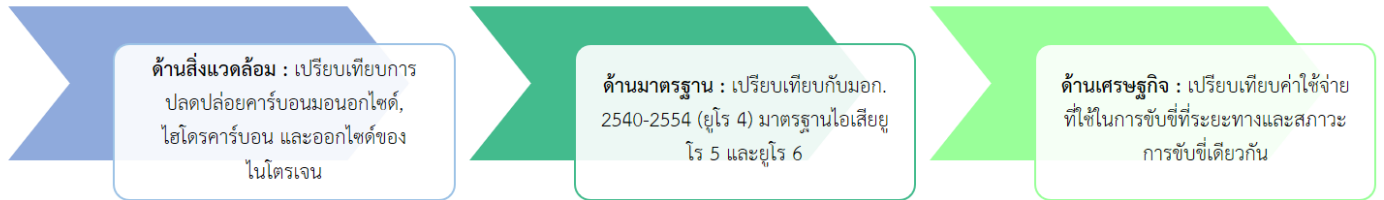
งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อการศึกษาการปล่อยมลพิษจากรถยนต์ที่มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอลล์ที่ไม่มีส่วนผสมของเอทานอล (Gasoline; E0) และมีส่วนผสมของเอทานอล (Gasohol; E85) โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบกับมาตรฐานกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมมลพิษไอเสีย เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนการตัดสินใจในการใช้งานน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลหรือแก๊สโซฮอลล์ของประชาชน เกิดความสอดคล้องกับนโยบายของทั้งภาครัฐและเอกชน ตลอดจนเกิดข้อเสนอแนะที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาปรับปรุงมาตรฐาน และข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิโดยเปรียบเทียบข้อมูลการทดสอบค่าสารมลพิษที่เกิดจากทดสอบรถยนต์นั่งมวลเต็มอัตราบรรทุกไม่เกิน 2,500 กิโลกรัม แบบเชื้อเพลิงผสม ปริมาตรกระบอกสูบ 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เกียร์อัตโนมัติ ขับเคลื่อนสองล้อ โดยจะใช้ข้อมูลจากการทดสอบรถจำนวน 4 คัน ที่ลักษณะวิธีการทดสอบและการวัดผลให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยความประกายไฟเฉพาะด้านความปลอดภัย : สารมลพิษระดับจากเครื่องยนต์ระดับ 8 หรือ มอก. 2540-2554 [3] ที่มีการกำหนดไว้ โดยดำเนินการทดสอบลักษณะที่ 1 ปริมาณสารมลพิษไอเสียเฉลี่ยภายหลังติดเครื่อง



ขณะเย็น และลักษณะที่ 2 ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในขณะเครื่องยนต์เดินเบา อันได้แก่ ปริมาณของคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ปริมาณของไฮโดรคาร์บอน (HC), ปริมาณของออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) และปริมาณการปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ ในขณะเครื่องยนต์เดินเบา รวมไปถึงอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจากชุดเครื่องการทดสอบสารมลพิษ Emission Analyzer Bench MEXA7400 D, control Computer VET 7000NT และ Constant Volume Sampler CVS 74000T



### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### (1) ด้านสิ่งแวดล้อม : ผลเปรียบเทียบปริมาณสารมลพิษจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน (Gasoline) และแก๊สโซฮอล (Gasohol)

จากการทดสอบลักษณะที่ 1 (ปริมาณสารมลพิษไอเสียเฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็น) พบว่าค่าการปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีนมีค่ามากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลโดยเฉลี่ยประมาณ 1.36 เท่า ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับ การทดสอบลักษณะที่ 2 (ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในขณะเครื่องยนต์เดินเบา) ทั้งนี้เนื่องมาจากน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลมีเลขออกเทนที่สูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน [4] โดยออกซิเจนที่เป็นส่วนประกอบในเอทานอลนั้นถือเป็นส่วนสำคัญที่มีส่วนช่วยให้การเผาไหม้ภายในห้องเครื่องสมบูรณ์และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มาจากการเผาไหม้อย่างไม่สมบูรณ์นั้นลดลง

ค่าปริมาณการปลดปล่อยไฮโดรคาร์บอน (HC) จากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลมีค่ามากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีนโดยเฉลี่ยประมาณ 1.38 เท่า โดยทั่วไปปริมาณไฮโดรคาร์บอนของไอเสียรถยนต์ที่มีที่มาจากน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น ไอเสียไฮโดรคาร์บอนนั้นจะเกิดมาจากสารประกอบเชื้อเพลิงที่ยังไม่ถูกเผาไหม้หรือถูกเผาไหม้แล้วยังเผาไหม้ไม่หมด เมื่อพิจารณาในส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงพบว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลมีส่วนผสมของเอทานอลที่เป็นสารไฮโดรคาร์บอนประเภทหนึ่งเพิ่มเข้ามา จึงส่งผลทำให้มีปริมาณของไฮโดรคาร์บอนรวมสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีนจึงส่งผลต่อปริมาณการปล่อยสารมลพิษประเภทไฮโดรคาร์บอนที่สูงกว่านั่นเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Battal Dog˘an a, Dervis Erol b, Hayri Yaman b และ Evren Kodanli (2560) [5] ได้ทำการศึกษการปล่อยไอเสียของน้ำมันเบนซินผสมเอทานอลในอัตราส่วนต่าง ๆ ได้แก่ E0, E10, E20 และ E30 และพบว่าค่าการปลดปล่อยไฮโดรคาร์บอน (HC) มีค่าที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเอทานอลในน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้น

ค่าปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนเฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็นจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอล และเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีนโดยเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกัน กล่าวคือมีค่าการปลดปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจนเท่ากันอยู่ที่ 0.007 กรัมต่อกิโลเมตร ทั้งนี้เนื่องจากออกไซด์ของไนโตรเจนมีกลไกการเกิดมาจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์ แต่การเกิดออกไซด์ของไนโตรเจนจากเชื้อเพลิงนั้นจะมีโอกาสเกิดได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่น ๆ อันได้แก่ อุณหภูมิของห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ความดัน อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง [6] เป็นต้น ดังนั้นการทดสอบปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เครื่องยนต์ลักษณะเดียวกันภายใต้ผู้ผลิตเดียวกันจึงเห็นความแตกต่างของผลการทดสอบได้ไม่ชัดเจนมากนัก แม้จะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงคนละชนิดเนื่องจากปัจจัยจากด้านเชื้อเพลิงส่งผลต่อค่าปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนน้อยมากเมื่อเทียบกับปัจจัยทางด้านประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wei-Dong Hsieh, Rong-Hong Chen, Tsung-Lin Wu and Ta-Hui Lin (2002) [7] ที่ทำการศึกษประสิทธิภาพของเครื่องยนต์และการปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์ โดยใช้เชื้อเพลิงเบนซินผสมเอทานอลที่มีอัตราส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่ 0%, 5%, 10%, 20% และ 30% ตามลำดับ ผลการทดสอบในส่วนของการปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) พบว่ามีเป็นแนวโน้มลักษณะเดียวกันกับงานวิจัยนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบลักษณะที่ 1 (ปริมาณสารมลพิษไอเสียเฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็น)

รถทดสอบ	ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณสารมลพิษไอเสียเฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็น		
		คาร์บอนมอนอกไซด์ (กรัมต่อกิโลเมตร)	ไฮโดรคาร์บอน (กรัมต่อกิโลเมตร)	ออกไซด์ของไนโตรเจน (กรัมต่อกิโลเมตร)
คันที่ 1	แก๊สโซลีน (E0)	0.530	0.066	0.007
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.396	0.099	0.005
คันที่ 2	แก๊สโซลีน (E0)	0.690	0.069	0.005
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.469	0.093	0.004
คันที่ 3	แก๊สโซลีน (E0)	0.488	0.065	0.008
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.381	0.093	0.011
คันที่ 4	แก๊สโซลีน (E0)	0.293	0.067	0.007
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.222	0.084	0.007
ค่าเฉลี่ย	แก๊สโซลีน (E0)	0.500	0.067	0.007
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.367	0.092	0.007
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แก๊สโซลีน (E0)	0.163	0.002	0.001
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.104	0.006	0.003

- (2) ด้านมาตรฐาน : ผลเปรียบเทียบมลพิษจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน (Gasoline) และแก๊สโซฮอลล์ (Gasohol) กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยความประกายไฟเฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษระดับจากเครื่องยนต์ระดับ 8 หรือ มอก. 2540-2554

ผลการทดสอบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็นของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดมีค่าอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2540-2554 กำหนดไว้ นั่นคือมีค่าไม่เกิน 1.0 กรัมต่อกิโลเมตร [3] นอกจากนี้เมื่อทำการพิจารณาไปยัง มอก.3016-2563 (มาตรฐานไอเสียยูโร 5) และ มอก.3017-2563 (มาตรฐานไอเสียยูโร 6) จะพบว่าผลการทดสอบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็นของรถทั้ง 4 คัน ก็ยังเป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยปริมาณสารมลพิษไอเสียเฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็น ในส่วนของค่ามาตรฐานของปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์โดยมีค่าไม่เกิน 1.0 กรัมต่อกิโลเมตร [8] อีกด้วย

ผลการทดสอบปริมาณไฮโดรคาร์บอน (HC) เฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็นของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าสูงสุดของเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2540-2554 ที่ถึงแม้จะผ่านตามข้อกำหนดแต่ในส่วนนี้อาจบอกได้ว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์จำเป็นต้องได้รับการศึกษาคุณภาพของน้ำมันที่เกี่ยวข้องกับปริมาณไฮโดรคาร์บอนเพื่อลดโอกาสและความเสี่ยงที่ค่ามลพิษเกินจากมาตรฐาน

ผลการทดสอบปริมาณปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) เฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็นของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดมีค่าอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม มอก. 2540-2554 กำหนดไว้ นั่นคือมีค่าไม่เกิน 0.08 กรัมต่อกิโลเมตร [3] และเมื่อพิจารณา มอก.3016-2563 (มาตรฐานไอเสียยูโร 5) และ มอก.3017-2563 (มาตรฐานไอเสียยูโร 6) จะพบว่าผลการทดสอบของรถทั้ง 4 คัน เป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยปริมาณสารมลพิษไอเสียเฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็น ในส่วนของค่ามาตรฐานของปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจน โดยมีค่าไม่เกิน 0.06 กรัมต่อกิโลเมตร [8]

ในส่วนของการทดสอบลักษณะที่ 2 จากผลการทดสอบพบว่าค่าปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ ในขณะที่เครื่องยนต์เดินเบาของรถทุกคันเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2540-2554 ที่กำหนดไว้ว่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ออกมาจากเครื่องยนต์ขณะเดินเบาต้องไม่เกิน 3.5 % โดยปริมาตร [8] รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ค่ามาตรฐานและผลการทดสอบลักษณะที่ 1 (ปริมาณสารมลพิษไอเสียเฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็น)

รถทดสอบ	ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณสารมลพิษไอเสียเฉลี่ยภายหลังติดเครื่องขณะเย็น		
		คาร์บอนมอนอกไซด์ (กรัมต่อกิโลเมตร)	ไฮโดรคาร์บอน (กรัมต่อกิโลเมตร)	ออกไซด์ของไนโตรเจน (กรัมต่อกิโลเมตร)
มอก. 2540-2554 (EURO 4)		1.00	0.10	0.08
มอก.3016-2563 (EURO 5)		1.00	0.10	0.06
มอก.3017-2563 (EURO 6)		1.00	0.10	0.06
คันที่ 1	แก๊สโซลีน (E0)	0.530	0.066	0.007
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.396	0.099	0.005
คันที่ 2	แก๊สโซลีน (E0)	0.690	0.069	0.005
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.469	0.093	0.004
คันที่ 3	แก๊สโซลีน (E0)	0.488	0.065	0.008
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.381	0.093	0.011
คันที่ 4	แก๊สโซลีน (E0)	0.293	0.067	0.007
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.222	0.084	0.007
ค่าเฉลี่ย	แก๊สโซลีน (E0)	0.500	0.067	0.007
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.367	0.092	0.007
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แก๊สโซลีน (E0)	0.163	0.002	0.001
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.104	0.006	0.003

ตารางที่ 3 ค่ามาตรฐานและผลการทดสอบลักษณะที่ 2 (ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในขณะเครื่องยนต์เดินเบา)

รายการ		ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในขณะเครื่องยนต์เดินเบา	
		750 รอบต่อนาที	2500 รอบต่อนาที
มอก. 2540-2554 (EURO 4)		3.5 %	
คันที่ 1	แก๊สโซลีน (E0)	0.14%	0.37%
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.04%	0.01%
คันที่ 2	แก๊สโซลีน (E0)	0.14%	0.03%
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.04%	0.02%
คันที่ 3	แก๊สโซลีน (E0)	0.11%	0.04%
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.06%	0.05%
คันที่ 4	แก๊สโซลีน (E0)	0.01%	0.07%
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.00%	0.02%
ค่าเฉลี่ย	แก๊สโซลีน (E0)	0.01%	0.04%
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.001	0.000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แก๊สโซลีน (E0)	0.13%	0.03%
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.002	0.000

**(3) ด้านเศรษฐกิจ : ผลเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน (Gasoline) และแก๊สโซฮอลล์ (Gasohol)**

จากตารางผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองของพลังงานของรถทั้ง 4 คัน พบว่ารถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์มีค่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่สูงกว่ารถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีนในทั้งสามลักษณะการขับขี ได้แก่ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานในเมือง (Urban) นอกเมือง (Extra-Urban) และผลรวม (Combined) โดยค่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์จะมากกว่าอัตราการสิ้นเปลืองของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีนประมาณ 1.33 เท่า สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์มีค่าออกเทนที่สูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน ซึ่งค่าออกเทนที่สูงนี้แม้จะช่วยในเรื่องของการจุดระเบิดล่วงหน้าแต่ยังคงคายกำลังเท่าเดิม การเพิ่มกำลังของเครื่องยนต์จะต้องมีการปรับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อัตราส่วนกำลังอัด ดังนั้นเพื่อที่จะผลิตพลังงานให้เทียบเท่ากับเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีนนั้นจำเป็นจะต้องใช้เอทานอลในเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์ในปริมาณที่มากกว่าเพื่อที่จะผลิตพลังงานให้เทียบเท่าเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน ดังนั้นอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์จึงสูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน

เมื่อพิจารณาและทำการเปรียบเทียบในแง่ของค่าใช้จ่ายจากความสัมพันธ์ของอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานและราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น พบว่าแม้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์จะสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน แต่ค่าใช้จ่ายในส่วนของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์กลับมีแนวโน้มที่ต่ำกว่าอย่างเห็นได้ชัดโดย เมื่อทำการพิจารณาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระยะทางที่เท่ากันพบว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ถึง 1.22 เท่าเมื่อเทียบกับรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4

**ตารางที่ 4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของเชื้อเพลิง**

รายการ		อัตรา	อัตรา	อัตรา	อัตราสิ้นเปลือง	อัตรา	อัตรา
		สิ้นเปลืองพลังงานผลรวม; Combined (ลิตรต่อร้อยกิโลเมตร)	สิ้นเปลืองพลังงานผลรวม; Combined (บาทต่อร้อยกิโลเมตร)*	สิ้นเปลืองพลังงานนอกเมือง; Extra Urban (ลิตรต่อร้อยกิโลเมตร)	สิ้นเปลืองพลังงานนอกเมือง; Extra Urban (บาทต่อร้อยกิโลเมตร)*	สิ้นเปลืองพลังงานในเมือง ;Urban (ลิตรต่อร้อยกิโลเมตร)	สิ้นเปลืองพลังงานในเมือง ;Urban (บาทต่อร้อยกิโลเมตร)*
คันที่ 1	แก๊สโซลีน (E0)	6.67	202.62	5.64	171.33	8.46	257.00
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	8.87	166.32	7.41	138.94	11.39	213.57
คันที่ 2	แก๊สโซลีน (E0)	6.46	196.24	5.47	166.17	8.16	247.88
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	8.60	161.26	7.24	135.75	10.91	204.57
คันที่ 3	แก๊สโซลีน (E0)	6.76	205.36	5.65	171.64	8.68	263.68
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	8.91	167.07	7.59	142.32	11.14	208.88
คันที่ 4	แก๊สโซลีน (E0)	7.10	215.68	5.96	181.05	9.09	276.14
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	9.60	180.01	8.01	150.19	12.34	231.38
ค่าเฉลี่ย	แก๊สโซลีน (E0)	6.75	204.98	5.68	172.55	8.60	261.18
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	9.00	168.67	7.56	141.80	11.45	214.60
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แก๊สโซลีน (E0)	0.27	8.10	0.20	6.20	0.39	11.89
	แก๊สโซฮอลล์ (E85)	0.43	7.99	0.33	6.20	0.63	11.77

\* ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการคำนวณมาจาก PTT Oil and Retail Business Public Company Limited | ราคาน้ำมัน (pttor.com) เฉลี่ยย้อนหลังช่วงวันที่ 1 พฤษภาคม 2563 - 22 พฤษภาคม 2564 ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน 30.378 บาท และราคาน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอลล์ (E85) 18.751 บาท





## สรุป

จากผลการศึกษาในด้านของสิ่งแวดล้อมพบว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอล์ลดการปลดปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ได้มากกว่าแต่มีอัตราการปล่อยไฮโดรคาร์บอนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีน ในส่วนของของการปลดปล่อยก๊าซในกลุ่มไนโตรเจนของออกไซด์นั้นจะเห็นความแตกต่างได้ไม่ชัดเจนนัก เมื่อพิจารณาในด้านมาตรฐานการทดสอบมลพิษไอเสีย ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษของน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และเมื่อพิจารณาในแง่ของเศรษฐกิจพบว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซฮอล์มีอัตราการสิ้นเปลืองมากกว่าแต่กลับมีความประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดแก๊สโซลีนเมื่อเปรียบเทียบในสภาวะการขับขี่เดียวกัน และระยะทางที่เท่ากัน

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันยานยนต์ สถาบันยานยนต์ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ สำหรับความรู้และคำแนะนำในเรื่องการทดสอบสารมลพิษไอเสีย และขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากร ของสาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ผู้มีส่วนสำคัญในการช่วยให้การศึกษางานวิจัยชิ้นนี้ผ่านพ้นไปด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม “คลังความรู้อากาศ: มลพิษทางอากาศ” สืบค้นเมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2564, จาก <https://datacenter.deqp.go.th/knowledge/%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8/%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0%B8%9E-%E0%B8%A9%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8/>
- [2] ศ.ดร. ชงชัย พรรณสวัสดิ์, “น้ำมันแก๊สโซฮอล์”, (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2550) น.9
- [3] ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๓๕๓ (พ.ศ. ๒๕๕๔) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟเฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 8 (มอก. 2540-2554)
- [4] ฝ่ายสื่อสารองค์กร บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), “สารานุกรม เปิดโลกปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน”, (กรุงเทพ, 2553) น. 176
- [5] Battal Dog˘an a, Dervis Erol b, Hayri Yaman b and Evren Kodanli ( 2017), “The effect of ethanol-gasoline blends on performance and exhaust emissions of a spark ignition engine through exergy analysis” (Applied Thermal Engineering 120 2017., 433-443)
- [6] สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี “การวิเคราะห์มลพิษไอเสีย (Emission Analyzer)” สืบค้นเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2564, จาก <http://eng.sut.ac.th/me/2014/document/VehicleSystemLab/LAB03%20-%20Emission%20Analyzer.pdf>
- [7] Wei-Dong Hsieh, Rong-Hong Chen, Tsung-Lin Wu and Ta-Hui Lin (2002) "Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol-gasoline blended fuels" Atmospheric Environment 36 (2002) 403 - 410
- [8] กำพลศักดิ์ วัชรประทีปกุล, “การเตรียมความพร้อมสำหรับการขอใบอนุญาต มอก. และการตรวจประเมินระบบคุณภาพของโรงงานตามมาตรฐานยูโร 5 และ 6” สืบค้นเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2564, จาก [http://www.thaiauto.or.th/2020/th/news/news-detail.asp?news\\_id=4889](http://www.thaiauto.or.th/2020/th/news/news-detail.asp?news_id=4889)

# การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากการร่างขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง (Term of Reference : TOR)

## Risk analysis in term of reference for construction project

นิจจิรา วัชรระ<sup>1\*</sup> เสรีย์ ตู้ประกาย<sup>2</sup> นันทน์ภัสร์ อินย์ม<sup>3</sup> และ สิริวัลภ์ เรืองช่วย ตู้ประกาย<sup>4</sup>

Nijjira Watchara<sup>1\*</sup> Seree Tuprakay<sup>2</sup> Nannapatsorn Inyim<sup>3</sup> and Siriwan Ruangchay Tuprakay<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup> นักศึกษาบัณฑิตศึกษาศาขการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

<sup>2</sup> รองศาสตราจารย์ ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

<sup>3</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

<sup>4</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาสิ่งแวดล้อมเมืองและอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

โทรศัพท์ : 0932691974, E-mail : 6214772001@rumail.ru.ac.th

### บทคัดย่อ

งานศึกษาวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากการร่างขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง (Term of Reference : TOR) เนื่องจากการจัดทำขอบเขตงานเป็นส่วนที่สำคัญ และเงินที่นำมาจัดจ้างเป็นเงินงบประมาณแผ่นดิน แต่มีหลายโครงการเกิดการทิ้งงาน ได้งานที่ไม่มีคุณภาพ งานแล้วเสร็จล่าช้ากว่ากำหนด ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อหน่วยงานและประเทศชาติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาขั้นตอนในการจัดทำร่างขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง ด้วยวิธีการบ่งชี้ความเสี่ยงและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What – If ซึ่งวิธีนี้สามารถวิเคราะห์ถึงปัญหาได้จากข้อสันนิษฐานที่คาดว่าจะเกิดความเสี่ยงต่อการล้มเหลวในโครงการก่อสร้าง แต่จะยังไม่ครอบคลุมถึงปัญหาทั้งหมด และจากผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการจัดทำขอบเขตงาน พบว่าหัวข้อที่มีความเสี่ยงสูงสุดที่สุด คือ 1.คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ 2.หลักเกณฑ์และสิทธิในการพิจารณา 3.ระยะเวลาก่อสร้าง ดังนั้นในการจัดทำขอบเขตงานควรมีความถูกต้อง ระบุเนื้อหาต่างๆ อย่างครบถ้วน ชัดเจน ไม่เอื้อผู้ยื่นข้อเสนอรายใดรายหนึ่ง เพื่อให้ได้งานที่มีคุณภาพและนำเงินงบประมาณไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

**คำสำคัญ :** การบ่งชี้ความเสี่ยง; ประเมินความเสี่ยง

### Abstract

For the research study on Risk analysis in term of reference for construction project, the term of Reference is the important part and the budget to government procurement from the annual government statement of expenditure. Many projects have been stopped the work or abandoned, poor quality work, and delay in finishing the jobs as scheduled. This disadvantage reflects in the related agencies and the nation. Therefore, the researcher is interested in studying the process of the Term of Reference of Construction Work. With the method of risk identification and risk assessment using the What-If method. This method can analyze the issue from the assumption that caused by the expectation risk of failure in construction projects, but not cover all problems. From the results of the analysis of risks that may arise from the Term of Reference. The highest risk topics are 1. Qualifications of the tenderer 2. Criteria and right to consider 3. Construction period. Thus, the scope of work in the Term of Reference should be accurate, specifying the contents completely and clearly and unfavorable to any bidder. This will get the best quality work and use the annual government statement of expenditure to valuest benefits.

**Keywords :** Risk identification; Risk assessment



## บทนำ

ร่างขอบเขตของงาน [1] มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลงานที่จะได้จากผู้ประกอบ การร่างขอบเขตของงานจะต้องมีความชัดเจน ที่สามารถสื่อสารให้ดำเนินการได้ตรงตามความต้องการและการกำหนดประเด็นต่างๆ ที่ให้ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการไว้ อย่างชัดเจน การจัดทำร่างขอบเขตของงานที่มีความชัดเจนจะทำให้การจัดหาหรือคัดเลือกผู้ประกอบการได้ง่ายทำให้งาน สำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์และเป็นไปตามกำหนดไม่ล่าช้า มีความโปร่งใส [2] ร่างขอบเขตของงาน จึงต้องมีความชัดเจนเพียงพอต่อการ ประเมินปริมาณและคุณภาพงานของผู้ประกอบการ นอกจากนั้นร่างขอบเขตของงาน ยังเป็นเอกสารอ้างอิงซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ สัญญา ดังนั้นร่างขอบเขตของงานที่ดีจะต้องไม่เป็นการกำหนดเนื้อหาในลักษณะที่กว้างจนเกินไป จนทำให้ได้สิ่งที่ต้องการแต่ไม่มี คุณภาพ ในการจัดทำร่างขอบเขตของงานจึงต้องมีการวิเคราะห์ในเบื้องต้นว่า สิ่งสำคัญที่ต้องการคืออะไร ดังนั้น จึงควรมีการร่วม หาหรือกันเพื่อให้ได้มุมมองที่หลากหลายครอบคลุมครบถ้วนเหมาะสมที่สุด

แต่เนื่องจากการจัดทำขอบเขตงานไม่มีรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน การจัดทำจึงขึ้นอยู่กับแต่ละหน่วยงาน โดยลักษณะที่กำหนด จะขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ความต้องการของหน่วยงานนั้น ๆ จึงอาจก่อให้เกิดโอกาสในเกิดความเสียหายต่อการล้มเหลวของ โครงการที่มาจากข้อกำหนดร่างขอบเขตงาน ซึ่งอาจจะส่งผลให้ได้งานที่ไม่มีคุณภาพ เกิดการทิ้งงาน และเกิดการฟ้องร้องต่างๆ ตาม มากมาย [3] งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาเปรียบเทียบพร้อมทั้งวิเคราะห์โอกาสในการเกิดความเสียหาย [4] ต่อการล้มเหลวของโครงการ [5] เพื่อเสนอแนวทางป้องกันปัญหาที่อาจก่อให้เกิดขึ้นได้

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

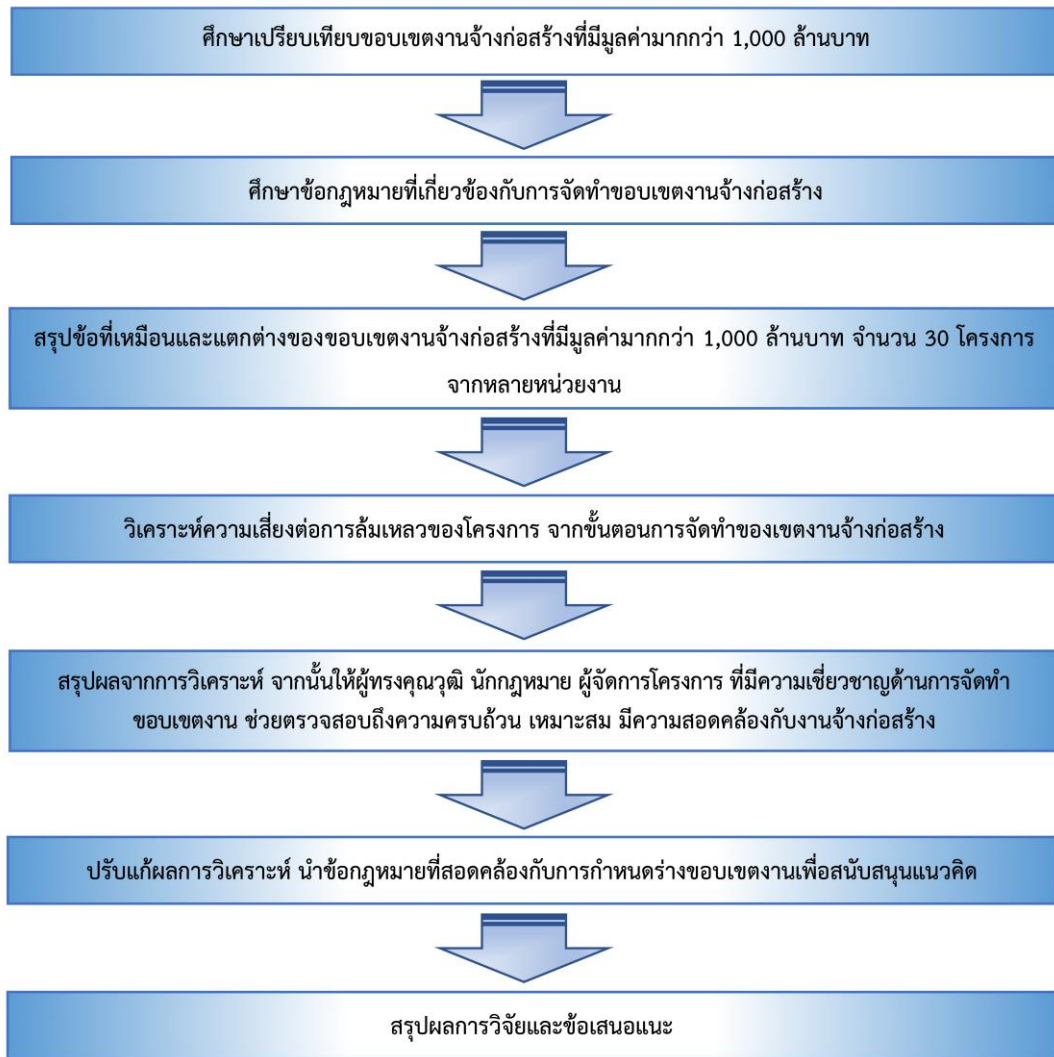
1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบขอบเขตงาน (Terms of Reference – TOR) ในการกำหนดเนื้อหาความแตกต่างและความ เหมือนกันของร่างขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง
2. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการล้มเหลวของโครงการจากการกำหนดขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง (Terms of Reference – TOR)

## กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การค้นคว้าอิสระเรื่องการศึกษาวิเคราะห์ขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง (Term of Reference : TOR) ในกรณีศึกษาโดยการนำ ร่างขอบเขตงานจ้างก่อสร้างของหลาย ๆ หน่วยงานที่มีมูลค่ามากกว่า 1,000 ล้านบาทมาทำการเปรียบเทียบความแตกต่าง และ วิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการล้มเหลวของโครงการ ในขั้นตอนการจัดทำร่างขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของ งานวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาและนำมาวิเคราะห์สรุปผล โดยศึกษาค้นคว้าจากทฤษฎี แนวคิด บทความ หรือเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยในรูปแบบของการวิจัยเชิงผสม (Mixed Research Methodology) เพื่อทำเปรียบเทียบความแตกต่าง ของร่างขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง จำนวน 30 โครงการ จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาความเสี่ยงต่อการล้มเหลวของโครงการ จากการ จัดทำร่างขอบเขตงาน โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้



## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### What – if

เป็นวิธีการซึ่บ่งอันตรายที่ดำเนินการโดยกลุ่มคนที่มีประสบการณ์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาระดมสมองร่วมกันจัดทำทะเบียนรายการคำถามที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงที่เฉพาะเจาะจงที่อาจเกิดขึ้นในเรื่องนั้น [4] แล้วส่งผลกระทบต่อให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ขึ้น โดยใช้คำถาม “จะเกิดอะไรขึ้น.....ถ้า.....?” ใช้สำหรับการทำงานเป็นทีมเพื่อให้มีการเสริมสร้างความคิดในการตั้งคำถามและบันทึกลงในบัญชีรายการคำถาม

คำถาม-คำตอบ เกิดจากประสบการณ์ของบุคลากรในทีม คำถามอาจจะเป็นประเภททั่วไปหรือเฉพาะเจาะจงก็ได้ โดยทั่วไปไม่มีรูปแบบของลำดับของคำถามตายตัว ซึ่งอาจจะเรียงลำดับตามขั้นตอนของกระบวนการก็ได้เพื่อให้ทีมงานเกิดการระดมสมองได้อย่างต่อเนื่อง

### ผลการเปรียบเทียบ

**ตารางที่ 1** ผลการเปรียบเทียบหัวข้อที่มีของขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง ข้อมูลที่นำมาใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้นำขอบเขตงานจ้างก่อสร้างของโครงการที่มีมูลค่า 1,000 ล้านบาทขึ้นไป เป็นการประกวดราคาจ้างก่อสร้างด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) จำนวน 30 โครงการ โดยโครงการที่เลือกมานั้น เป็นโครงการที่ได้ทำการจัดซื้อจัดจ้างตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560 [2] ในภาคส่วนของหน่วยงานรัฐ รัฐวิสาหกิจ และกรม จากหลายหน่วยงานเพื่อนำมาวิเคราะห์ความเหมือน และความแตกต่าง ดังนี้



ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนความถี่/30 โครงการ	หมายเหตุ
1	ความเป็นมาของโครงการ	20	
2	วัตถุประสงค์	21	
3	ขอบเขตของงาน/แบบรูปรายการคุณลักษณะเฉพาะ	24	
4	คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ	26	
5	เงื่อนไขและข้อกำหนดในการยื่นข้อเสนอ	3	
6	หลักเกณฑ์และสิทธิ์ในการพิจารณา	20	
7	ค่าจ้างและการจ่ายเงิน	17	
8	ระยะเวลาก่อสร้าง	30	
9	อัตราค่าปรับ	13	
10	การรับประกันความชำรุดบกพร่อง	13	
11	วงเงินในการจัดจ้าง	11	
12	บุคลากรที่ใช้ในการดำเนินงาน	1	
13	การจ่ายเงินล่วงหน้า	7	
14	หลักประกันการเสนอราคา	2	
15	เงินประกันผลงาน	6	
16	สถานที่ก่อสร้าง	9	
17	ติดต่อสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่	11	
18	เอกสารแนบท้ายการประกวดราคา	3	
19	การทำสัญญาก่อสร้าง	6	

ตารางที่ 2 ผู้จัดทำนำผลการเปรียบเทียบหัวข้อที่มีของขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง จำนวน 30 โครงการ มาวิเคราะห์ความถี่และนำหัวข้อที่มีความถี่มากกว่า 10 ขึ้นไป กำหนดเป็นหัวข้อขอบเขตงานที่จำเป็นต้องมี ดังนี้

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนความถี่/30 โครงการ	หมายเหตุ
1	ระยะเวลาก่อสร้าง	30	
2	คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ	26	
3	ขอบเขตของงาน/แบบรูปรายการคุณลักษณะเฉพาะ	24	
4	วัตถุประสงค์	21	
5	ความเป็นมาของโครงการ	20	
6	หลักเกณฑ์และสิทธิ์ในการพิจารณา	20	
7	ค่าจ้างและการจ่ายเงิน	17	
8	อัตราค่าปรับ	13	
9	การรับประกันความชำรุดบกพร่อง	13	
10	วงเงินในการจัดจ้าง	11	
11	ติดต่อสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่	11	

### ผลการศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยง

โดยเกณฑ์การวิเคราะห์ความเสี่ยงได้จากผลรวมคะแนนความเสี่ยงของโอกาสการเกิดความผิดพลาด, ความถี่ในการเกิด, การจัดการปัญหาเพื่อป้องกันการเกิดความเสี่ยง และความรุนแรงและผลกระทบที่เกิดขึ้น ผลจากการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงต่อการล้มเหลวของโครงการ จากหัวข้อหลักในการจัดทำร่างขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง ทั้ง 11 หัวข้อ ด้วยวิธี What-if Analysis ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการล้มเหลวของโครงการที่อาจเกิดขึ้นในการจัดทำร่างขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง

ลำดับ	หัวข้อเรื่อง	จำนวนความถี่/ 30โครงการ	คะแนนจากการ วิเคราะห์ความเสี่ยง	หมายเหตุ
1	ความเป็นมาของโครงการ	20	4.67	
2	วัตถุประสงค์	21	4.67	
3	คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ	26	10.00	ลำดับที่ 1
4	ขอบเขตของงาน/แบบรูปรายการคุณลักษณะเฉพาะ	24	7.25	
5	หลักเกณฑ์และสิทธิในการพิจารณา	20	9.00	ลำดับที่ 2
6	ค่าจ้างและการจ่ายเงิน	17	7.50	
7	ระยะเวลาก่อสร้าง	30	8.50	ลำดับที่ 3
8	อัตราค่าปรับ	13	7.50	
9	การรับประกันความชำรุดบกพร่อง	13	7.50	
10	วงเงินในการจัดจ้าง	11	7.00	
11	ติดต่อสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่	11	7.50	

จากตารางที่ 3 ผลจากการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงต่อการล้มเหลวของโครงการ จากหัวข้อหลักในการจัดทำร่างขอบเขตงาน หัวข้อที่มีความเสี่ยงสูงที่สุด คือ *คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ* ระดับความเสี่ยงอยู่ที่ 10 คะแนน ซึ่งเป็นความเสี่ยงระดับสูง หากผู้จัดทำร่างขอบเขตงานก่อสร้างกำหนดคุณสมบัติไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วนอาจทำให้ได้ผู้รับจ้างที่ไม่ตรงกับงานที่ต้องการจ้างก่อสร้าง หรือได้งานที่ไม่มีคุณภาพ หรืองานไม่แล้วเสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด หรืออาจจะเกิดการฟ้องร้องหากมีการกำหนดคุณสมบัติเหนือผู้ยื่นข้อเสนอรายใดรายหนึ่ง จึงจำเป็นต้องจัดการความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ต่อไป ความเสี่ยงลำดับที่ 2 คือ *หัวข้อหลักเกณฑ์และสิทธิในการพิจารณา* ซึ่งมีระดับความเสี่ยงที่ 9.00 คะแนน ถือว่าเป็นความเสี่ยงระดับสูง การกำหนดหลักเกณฑ์และสิทธิในการพิจารณา ผู้จัดทำควรกำหนดให้ถูกต้อง ชัดเจน เพื่อป้องกันการสับสนในการจัดทำเอกสารของผู้ยื่นข้อเสนอ หากมีผู้ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินเพราะเอกสารไม่ถูกต้องหรือไม่ชัดเจนอาจเกิดการฟ้องร้องขึ้นได้ จึงจำเป็นต้องจัดการความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ต่อไป และความเสี่ยงลำดับที่ 3 คือ *หัวข้อระยะเวลาในการก่อสร้าง* ระดับความเสี่ยง 8.50 คะแนน ถือว่าเป็นความเสี่ยงระดับสูง ผู้จัดทำร่างขอบเขตงานต้องกำหนดระยะเวลาในการก่อสร้าง เนื่องจากระยะเวลาก่อสร้างจะต้องสอดคล้องกับแผนงานก่อสร้าง แผนบุคลากร เครื่องจักร รวมถึงการจ่ายงวดงาน จึงจำเป็นต้องจัดการความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ต่อไป

### กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำขอบเขตงานจ้างก่อสร้าง

1. พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 [2] เริ่มใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม 2560 ซึ่งประกอบด้วยมาตรา ต่อไปนี้ มาตรา 8 มาตรา 9 มาตรา 51 มาตรา 59 และ มาตรา 64

2. กฎกระทรวง และประกาศ ที่ออกตามความในพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 [6] ซึ่งประกอบด้วยหนังสือเวียน ดังต่อไปนี้ หนังสือด่วนที่สุด ที่ กค(กวจ)0405.2/ว54 ลงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562 เรื่อง ซ้อมความเข้าใจการกำหนดเรื่อง ข้อตกลงคุณธรรม หรือนโยบายและแนวทางการป้องกันการทุจริตในการจัดซื้อจัดจ้าง และตัดคุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด ออกจากแบบประกาศและเอกสารเชิญชวน และหนังสือด่วนที่สุด ที่ กค(กวจ)0433.5/ว208 ลงวันที่ 3 พฤษภาคม 2562 เรื่อง แจ้งแนวทางการเสนอราคาด้วยวิธี e-bidding สำหรับผู้ค้ากับภาครัฐที่ได้ปรับปรุงใหม่ และหนังสือด่วนที่สุด ที่ กค(กวจ)0405.2/ว521 ลงวันที่ 30 ตุลาคม 2562 เรื่อง แนวทางปฏิบัติในการกำหนดคุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอและการกำหนดผลงาน และหนังสือด่วนที่สุด ที่ กค(กวจ)0405.2/ว581 ลงวันที่ 7 ธันวาคม 2563 เรื่อง การพิจารณาคุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอที่เป็นกิจการร่วม





คำ และหนังสือด่วนที่สุด ที่ กค(กวจ)0405.2/ว582 ลงวันที่ 9 ธันวาคม 2563 เรื่อง การแก้ไขแบบประกาศและเอกสารประกวดราคาจ้างก่อสร้างด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e - bidding) สำหรับกรณีการขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการงานก่อสร้าง และหนังสือด่วนที่สุด ที่ กค(กวจ)0405.2/ว164 ลงวันที่ 25 มีนาคม 2564 เรื่อง มาตรการการคลังด้านการใช้จ่ายภาครัฐ และหนังสือด่วนที่สุด ที่ กค(กวจ)0405.2/ว198 ลงวันที่ 8 เมษายน 2564 เรื่อง แนวทางการปฏิบัติในการจัดทำร่างขอบเขตของงาน กรณีหน่วยงานของรัฐกำหนดเกณฑ์การพิจารณาโดยใช้เกณฑ์ราคาประกอบเกณฑ์อื่น

3. ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 [1] ซึ่งประกอบด้วยข้อต่อไปนี้ ข้อ 15 ข้อ 21 ข้อ 43 ข้อ 44 ข้อ 45 ข้อ 46 ข้อ 47 ข้อ 48 ข้อ 49 ข้อ 50 ข้อ 51 ข้อ 52 ข้อ 53 ข้อ 54 ข้อ 55 และ ข้อ 83

### มาตรการจัดการความเสี่ยง

ผลจากการวิเคราะห์ความเสี่ยง พบว่าหัวข้อที่เสี่ยงต่อการล้มเหลวของโครงการ 3 หัวข้อ ถือว่าเป็นความเสี่ยงระดับสูง ซึ่งจำเป็นต้องจัดการความเสี่ยงให้อยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ผู้จัดทำจึงเสนอมาตรการในการจัดการความเสี่ยง ดังต่อไปนี้

#### ความเสี่ยงลำดับที่ 1 หัวข้อคุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ

1. ผู้จัดทำต้องกำหนดคุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอให้ตรงกับงานที่ต้องการจ้างก่อสร้าง โดยการกำหนดมูลค่าผลงานที่ต้องนำมายื่นเสนอ ซึ่งกำหนดได้ไม่เกิน 50% ของมูลค่าที่ต้องการจ้างก่อสร้าง (ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงผู้ที่สามารถยื่นข้อเสนอได้ต้องไม่ต่ำกว่า 3 ราย) เพื่อให้ได้ผู้รับจ้างที่ตรงกับงาน คัดกรองผู้ที่จะยื่นข้อเสนอให้มีศักยภาพเพียงพอ ซึ่งจะส่งผลให้ได้งานที่มีคุณภาพและงานแล้วเสร็จตามระยะเวลา

2. กำหนดระยะเวลาแล้วเสร็จของผลงานที่นำมายื่น เช่น ผลงานที่นำมายื่นเสนอต้องแล้วเสร็จไม่เกินระยะเวลา 10 ปี เพื่อให้ได้ผลงานที่ไม่เก่าเกินไป มีการนำเทคโนโลยีรวมถึงเครื่องมือเครื่องจักรใหม่ๆ มาใช้ และให้ได้ผู้รับจ้างที่มีความชำนาญมีผลงานต่อเนื่อง

3. หากเป็นงานที่ซับซ้อนและเป็นงานเฉพาะด้าน อาจต้องกำหนดเครื่องมือหรือเครื่องที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อให้ได้ผู้รับจ้างที่มีศักยภาพเพียงพอ

4. กำหนดคุณสมบัติให้ถูกต้อง ชัดเจน ไม่เอื้อผู้ยื่นข้อเสนอรายใดรายหนึ่ง เพื่อให้ได้ผู้รับจ้างที่ตรงกับงานจ้างก่อสร้าง ได้ ผลงานที่มีคุณภาพ ไม่เกิดการทิ้งงาน

#### ความเสี่ยงลำดับที่ 2 หัวข้อหลักเกณฑ์และสิทธิในการพิจารณา

1. ต้องทำการกำหนดให้ชัดเจนว่าใช้เกณฑ์ใดในการพิจารณา เช่น เกณฑ์ราคา หรือเกณฑ์ราคาและข้อเสนอด้านเทคนิค

2. ต้องกำหนดให้ครบถ้วน และถูกต้อง ว่าผู้ยื่นข้อเสนอต้องนำเสนอข้อมูลใดบ้าง และมีสัดส่วนในการให้คะแนนอย่างไร เช่น แผนบุคลากร แผนเครื่องมือเครื่องจักร แผนการทำงาน เป็นต้น ถ้าหากกำหนดไม่ครบถ้วน หรือกำหนดไม่ชัดเจน ส่งผลให้ผู้ยื่นข้อเสนอส่งเอกสารไม่ถูกต้อง แล้วไม่ผ่านการประเมิน อาจเกิดการฟ้องร้องขึ้นได้

#### ความเสี่ยงลำดับที่ 3 หัวข้อระยะเวลาก่อสร้าง

1. ต้องทำการกำหนดระยะเวลาในการก่อสร้าง เพื่อให้งานแล้วเสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด และระยะเวลาก่อสร้างจะต้องสอดคล้องกับแผนการทำงาน แผนบุคลากร แผนการใช้เครื่องมือเครื่องจักร รวมถึงแผนการเบิกจ่ายวงเงิน

### สรุป

จากการวิเคราะห์ความเสี่ยงเพื่อหาหัวข้อที่จำเป็นต้องมีจากโครงการจ้างก่อสร้างจำนวน 30 โครงการ ผู้จัดทำเลือกหัวข้อที่มีความถี่มากกว่า 10 ครั้ง ขึ้นไป ซึ่งสรุปได้ว่าเป็นหัวข้อที่จำเป็นต้องมีในการจัดทำร่างขอบเขตงานจ้างก่อสร้างมีทั้งหมด 11 หัวข้อ ดังนี้ 1.ระยะเวลาก่อสร้าง 2.คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ 3.ขอบเขตของงาน/แบบรูปรายการคุณลักษณะเฉพาะ 4.วัตถุประสงค์ 5.ความเป็นมาของโครงการ 6.หลักเกณฑ์และสิทธิในการพิจารณา 7.ค่าจ้างและการจ่ายเงิน 8.อัตราค่าปรับ 9.การรับประกันความชำรุดบกพร่อง 10.วงเงินในการจัดจ้าง 11.ติดต่อสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ จากนั้นผู้จัดทำนำทั้ง 11 หัวข้อมาทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการล้มเหลวของโครงการ โดยวิธี What if โดยเกณฑ์การวิเคราะห์ความเสี่ยงดังกล่าวได้จากผลรวมคะแนนความเสี่ยงของโอกาสการเกิดความผิดพลาด, ความถี่ในการเกิด, การจัดการปัญหาเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหาย และความรุนแรงและผลกระทบที่เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์ความเสี่ยงของหัวข้อขอบเขตงานจ้างก่อสร้างทั้งหมด พบว่าหัวข้อที่มีความเสี่ยงที่สุด 3 ลำดับแรก 1.คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ ระดับความเสี่ยงอยู่ที่ 10 คะแนน 2.หลักเกณฑ์และสิทธิในการพิจารณา ระดับความเสี่ยงอยู่ที่ 9 คะแนน 3.ระยะเวลา

ก่อสร้าง ระดับความเสี่ยงอยู่ที่ 8.50 คะแนน ซึ่งทั้ง 3 หัวข้อเป็นความเสี่ยงระดับสูงจำเป็นต้องจัดการความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ต่อไป เนื่องจากการจัดทำขอบเขตงานเป็นส่วนที่สำคัญ และเงินที่นำมาจัดจ้างเป็นเงินงบประมาณแผ่นดิน การจัดทำร่างขอบเขตงานควรมีความชัดเจน ถูกต้อง ไม่เอื้อผู้ยื่นข้อเสนอรายใดรายหนึ่ง เนื่องจากหากเกิดความผิดพลาดจากการจัดทำขอบเขตงาน จะส่งผลให้เสียงบประมาณโดยเปล่าประโยชน์ เพราะในการจัดทำร่างขอบเขตงานหนึ่งงาน ต้องมีค่าดำเนินการต่างๆ หลายส่วน ไม่ว่าจะ เป็น ค่าจ้างที่ปรึกษาด้านงานออกแบบ งานจัดทำราคากลาง งานจัดทำเอกสารประกวดราคา และนอกจากนั้นหากได้ผู้รับจ้างที่ไม่ตรงกับสายงาน ผลงานไม่ได้ตามมาตรฐาน งานไม่แล้วเสร็จตรงตามกำหนดเวลา เกิดการทิ้งงาน จะส่งผลเสียอย่างมากต่อหน่วยงาน รวมไปถึงส่งผลเสียต่อโครงการที่ต้องทำการก่อสร้างต่อจากโครงการดังกล่าว ทำให้เกิดความล่าช้าในการพัฒนาประเทศ

### กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ก็ด้วยความกรุณาจากคณะอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิที่ช่วยพิจารณาผลการวิเคราะห์ความเสี่ยง ทั้ง 5 ท่าน รวมถึงคณาจารย์และบุคลากร ของสาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ได้ให้คำปรึกษา เสนอแนะข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยแก้ไขข้อบกพร่องจนวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ จึงกราบขอบพระคุณ ณ โอกาสนี้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560. (2560) กรุงเทพฯ: กรมบัญชีกลาง.
- [2] พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560. (2560) กรุงเทพฯ : กรมบัญชีกลาง.
- [3] คู่มือการปฏิบัติงาน ตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560. (2561). กลุ่มกองทุนพลังงาน สำนักบริหารกลาง.
- [4] คู่มือการบริหารความเสี่ยง. (2562). องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งก่อ จังหวัดเชียงราย
- [5] ทิวากร ชมะโม. (2563). ศึกษาความปลอดภัยเกี่ยวกับการทำงานด้านระบบไฟฟ้าแรงต่ำภายในโครงการก่อสร้าง (งานวิจัย). คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- [6] กฎกระทรวง และประกาศ ที่ออกตามความในพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 กรุงเทพฯ : กรมบัญชีกลาง.

# การพัฒนามาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าในสถานประกอบการ ตามกฎหมาย : กรณีศึกษา บริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด

## Developing the standards for safety inspection services of electrical system according to law : A case study of Witsawakam La-lad Co., Ltd.

ภาคภูมิ ทิพย์ประเสริฐ<sup>1\*</sup> เลิศเลขา ศรีรัตน์<sup>2</sup> กฤษดา พิศลยบุตร<sup>2</sup> และ บุญธรรม หาญพานิชย์<sup>3</sup>  
Pakpoom Thipprasert<sup>1\*</sup> Lerdlekha Sriratana<sup>2</sup> Krisda Bisalyaputra<sup>2</sup> and Boontham Harnphanich<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>นิสิตบัณฑิตศึกษา ; <sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

<sup>3</sup>อาจารย์ สาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

โทรศัพท์ : 02-310 8577-8, โทรสาร : 02-310 8579, E-mail : 6214772010@rumail.ru.ac.th

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัญหาของงานบริการและตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า และเพื่อพัฒนามาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า โดยใช้ บริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด เป็นกรณีศึกษา จากการวิเคราะห์พบปัญหา 4 ด้านคือ 1.) ด้านวิศวกรผู้ตรวจสอบ 2.) ด้านเครื่องมือประกอบการตรวจสอบ 3.) ด้านวิธีการตรวจสอบ 4.) ด้านสถานที่ในการตรวจสอบ จึงได้พัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานโดยใช้ คู่มือการปฏิบัติงาน แบบฟอร์มการตรวจสอบ และการอบรมให้ความรู้ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ภายหลังจากการนำเอาเอกสารและแผนงานต่างๆที่ได้พัฒนาขึ้นไปใช้งาน จึงได้ทำการประเมินผลโดยพิจารณาจาก 1.) การพัฒนาความรู้และทักษะในการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้ปฏิบัติงาน 2.) การพัฒนาประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้ปฏิบัติงาน 3.) ระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการ ซึ่งจากการประเมินผลในด้านการพัฒนาความรู้และทักษะในการปฏิบัติงาน พบว่าวิศวกรผู้ปฏิบัติงานมีความรู้เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 49 % และจากการประเมินผลในด้านการพัฒนาประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน พบว่าวิศวกรผู้ปฏิบัติงานมีการใช้เวลาในการปฏิบัติงานลดลงโดยเฉลี่ย 14.58% ของเวลาทำงานในหนึ่งวัน และจากการประเมินผลในด้านระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการ พบว่าในปีที่ใช้แนวทางการพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงาน ผู้รับบริการมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.72) ดังนั้นแนวทางการพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้ปฏิบัติงานและสร้างความพึงพอใจต่อผู้รับบริการได้ อีกทั้งยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต่อไป

คำสำคัญ : ระบบไฟฟ้า; การตรวจสอบ; มาตรฐานการให้บริการ; ประสิทธิภาพ; ผู้รับบริการ

## Abstract

The purpose of this study is to analyze service problems and to develop the standard for safety inspection services of electrical system using Witsawakam La-lad Co., Ltd. as a case study. From analysis, there were 4 main problems including: 1.) Inspection Engineers, 2.) Inspection tools, 3.) Inspection method and 4.) Inspection environment. Therefore, the standard of performance was developed by adopting guideline, operation manual, inspection forms, and training to overcome those mentioned problems. After applying the standard, service performance was observed by considering: 1.) Knowledge development and operational skills of inspection engineers, 2.) Performance development in operation of inspection engineers, 3.) Satisfaction level of service recipients regarding to the evaluation of knowledge development and operational skills. From evaluation, it was found that the inspection engineers have improved their knowledge by 49% according to the tests after training and the working time per day could be reduced by 14.58%. From the evaluation of satisfaction level of service recipients, it was found that the service recipients would provide the highest level of overall satisfaction (average score 4.72). In conclusion, the standard developed by using guideline, operation manual, inspection forms, and training could improve the inspection and service performance of engineers as well as the satisfaction of service recipients. Moreover, the standard would be continuingly developed to improve other performances for benefiting the organization further.

**Keywords :** electrical system; inspection; standard; performance; recipients

## บทนำ

จากกฎหมายของกระทรวงอุตสาหกรรม ตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าในโรงงาน พ.ศ. 2550 และกฎหมายของกระทรวงแรงงาน ตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการ ด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. 2558 โดยประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการจัดทำบันทึกผลการตรวจสอบและรับรอง ระบบไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้า ซึ่งจากทั้ง 2 กฎกระทรวงฯ สามารถสรุปสาระสำคัญได้คือ ได้กำหนดให้สถานประกอบกิจการทั้งหลายจะต้องจัดให้มีการตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าเป็นประจำอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยวิศวกรที่มีคุณสมบัติตามกฎหมาย [1-3] จึงทำให้เกิดงานบริการด้านการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าในสถานประกอบกิจการอย่างแพร่หลายเพื่อรองรับต่อความต้องการของสถานประกอบกิจการ [4, 5] และจากการศึกษาแนวทางการตรวจสอบระบบไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย พบว่าควรพัฒนาเครื่องมือและแบบฟอร์มในการตรวจสอบระบบไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับสถานที่ เพื่อให้ระบบไฟฟ้าเกิดความปลอดภัยสูงสุด [6-9]

บริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด เป็นหนึ่งในบริษัทผู้ให้บริการด้านวิศวกรรม โดยงานบริการหลักของบริษัทนั้นจะเป็นด้านการตรวจสอบงานวิศวกรรม และด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและพลังงาน ซึ่งงานบริการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าในสถานประกอบกิจการ เป็นอีกหนึ่งงานบริการที่บริษัทมีการดำเนินงานอย่างเป็นประจำ โดยปัจจุบันได้พบปัญหาของการให้บริการงานดังกล่าวในหลายด้านด้วยกัน คือ ปัญหาด้านวิศวกรผู้ปฏิบัติงาน ปัญหาด้านเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ปัญหาด้านวิธีการปฏิบัติงาน และปัญหาด้านสถานที่ปฏิบัติงาน จึงควรทำการวิเคราะห์สาเหตุและแก้ไขปัญหาย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนามาตรฐานการให้บริการตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าของสถานประกอบกิจการ สำหรับองค์กรให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพมากยิ่งขึ้น

## วิธีดำเนินการวิจัย

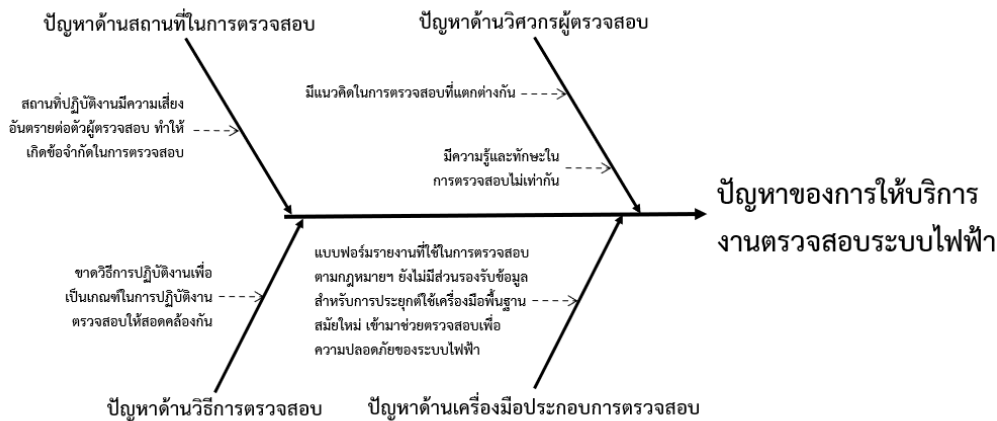
การศึกษาการพัฒนามาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า ตามกฎหมายฯ กรณีศึกษาบริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อกำหนดของกฎหมายการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า
2. ศึกษาแนวความคิดการให้บริการทางวิศวกรรม และประสิทธิภาพของการให้บริการ รวมถึงมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานด้านการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า
3. เก็บข้อมูลและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา [10]

4. พัฒนาแนวทางในการแก้ไขปัญหา
5. นำแนวทางการแก้ไขปัญหาที่พัฒนาขึ้นไปใช้งาน และประเมินผลหลังการใช้งาน

### การวิเคราะห์ปัญหา

จากการสังเกตการดำเนินงานและจากการระดมสมอง (Brainstorm) ของวิศวกรผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้าทั้ง 5 คน ของบริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า ของบริษัทฯ ได้วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาโดยแสดงในรูปแบบของแผนภูมิแก๊งปลา ดังนี้



รูปที่ 1 แผนภูมิแก๊งปลาแสดงสาเหตุของปัญหา

### การพัฒนาแนวทางในการแก้ไข

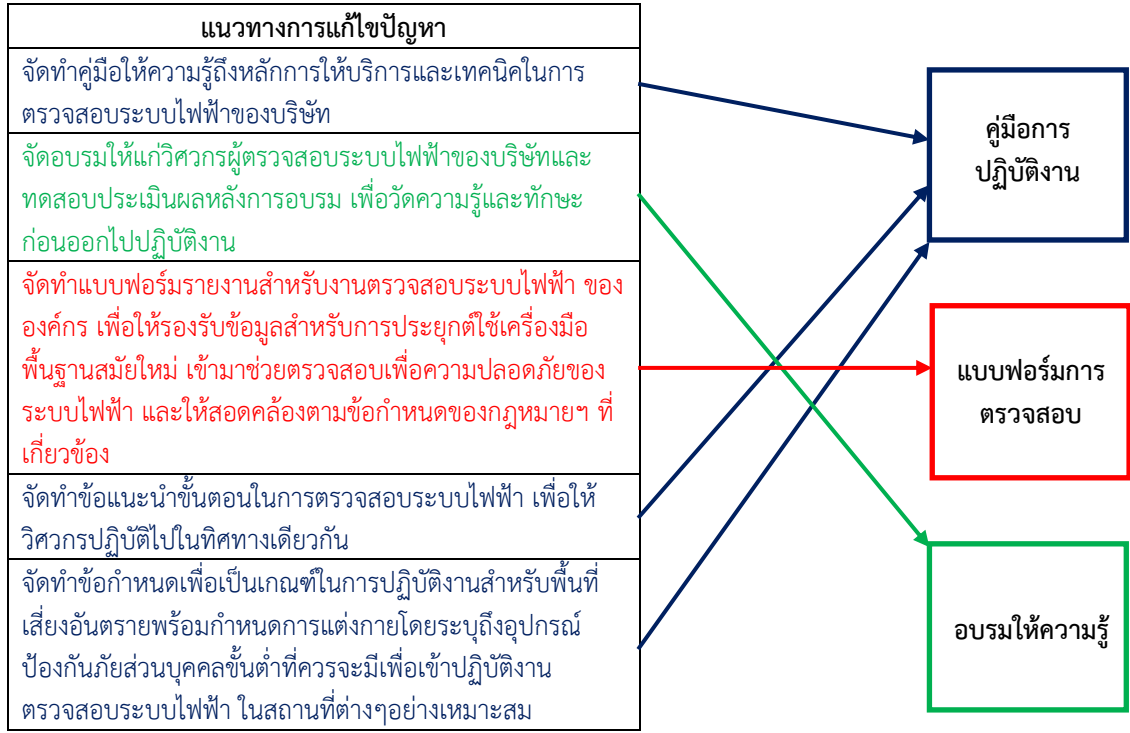
จากปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่ได้ทำการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 1 ผู้ศึกษาจึงได้การวิเคราะห์แนวทางการแก้ไขปัญหาและพัฒนามาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าของบริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด ได้ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปปัญหาและสาเหตุของปัญหาพร้อมแนวทางการแก้ไขปัญหา

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
ปัญหาด้านวิศวกรผู้ตรวจสอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีแนวคิดในการตรวจสอบที่แตกต่างกัน</li> <li>- มีความรู้และทักษะในการตรวจสอบไม่เท่ากัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จัดทำคู่มือให้ความรู้ถึงหลักการให้บริการและเทคนิคในการตรวจสอบระบบไฟฟ้าของบริษัท</li> <li>- จัดอบรมให้แก่วิศวกรผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้าของบริษัท</li> <li>- จัดให้มีการสอบประเมินผลหลังการอบรม เพื่อวัดความรู้และทักษะก่อนออกไปปฏิบัติงาน</li> </ul>
ปัญหาด้านเครื่องมือประกอบการตรวจสอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบฟอร์มรายงานที่ใช้ในการตรวจสอบตามกฎหมายฯ ยังไม่มีส่วนรองรับข้อมูลสำหรับการประยุกต์ใช้เครื่องมือพื้นฐานสมัยใหม่ เข้ามาช่วยตรวจสอบเพื่อความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จัดทำแบบฟอร์มรายงานสำหรับงานตรวจสอบระบบไฟฟ้าขององค์กร เพื่อให้รองรับข้อมูลสำหรับการประยุกต์ใช้เครื่องมือพื้นฐานสมัยใหม่ เข้ามาช่วยตรวจสอบเพื่อความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า และให้สอดคล้องตามข้อกำหนดของกฎหมายฯ ที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>
ปัญหาด้านวิธีการตรวจสอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขาดวิธีการปฏิบัติงานเพื่อเป็นเกณฑ์ในการปฏิบัติงานตรวจสอบให้สอดคล้องกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จัดทำข้อเสนอแนะขั้นตอนในการตรวจสอบระบบไฟฟ้า เพื่อให้วิศวกรปฏิบัติไปในทิศทางเดียวกัน</li> </ul>
ปัญหาด้านสถานที่ในการตรวจสอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สถานที่ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงอันตรายต่อตัวผู้ตรวจสอบ ทำให้เกิดข้อจำกัดในการตรวจสอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จัดทำข้อกำหนดเพื่อเป็นเกณฑ์ในการปฏิบัติงานสำหรับพื้นที่เสี่ยงอันตรายพร้อมกำหนดการแต่งกายโดยระบุถึงอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลขั้นต่ำที่ควรจะมีเพื่อเข้าปฏิบัติงานตรวจสอบระบบไฟฟ้า ในสถานที่ต่างๆอย่างเหมาะสม</li> </ul>

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปแนวทางการแก้ไขปัญหาและพัฒนามาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าของบริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด ได้ดังนี้

ตารางที่ 2 สรุปแนวทางการแก้ไขปัญหา



### การนำไปใช้งาน

จากตาราง 2 จะเห็นได้ว่าจากแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนั้น สามารถรวมรูปแบบเพื่อวางแผนพัฒนาจัดทำเป็นมาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าของบริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด ได้เป็น 3 หมวดหลัก คือ

1. **คู่มือการปฏิบัติงานให้บริการตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า** ควรมีเนื้อหาครอบคลุมถึง หลักการให้บริการและข้อแนะนำขั้นตอนในการตรวจสอบระบบไฟฟ้าพร้อมด้วยเทคนิคในการตรวจสอบระบบไฟฟ้าที่วิศวกรผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้าควรทราบ และข้อแนะนำในการเลือกใช้เครื่องมือเพื่อตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในงานตรวจสอบระบบไฟฟ้าอย่างถูกต้อง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน และต้องมีข้อกำหนดอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลขั้นต่ำที่ควรมี เพื่อเข้าปฏิบัติงานตรวจสอบระบบไฟฟ้า ในสถานที่ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
2. **แบบฟอร์มการตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า** ควรเป็นแบบฟอร์มที่สามารถรองรับข้อมูลสำหรับการใช้เครื่องมือพื้นฐานสมัยใหม่เข้ามาช่วยตรวจสอบเพื่อความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าได้ และใช้งานได้ง่ายแต่ต้องมีข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าอย่างครบถ้วน ซึ่งในแบบฟอร์มนี้ต้องระบุเกณฑ์ขั้นต่ำในการตรวจวัดค่าต่างๆในระบบไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน โดยอ้างอิงจากมาตรฐานสากลหรือมาตรฐานภายในประเทศไทยที่เกี่ยวข้อง
3. **อบรมให้ความรู้** เมื่อจัดทำคู่มือและแบบฟอร์มมาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าแล้วเสร็จ ต้องจัดให้มีการอบรมให้ความรู้แก่วิศวกรผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้าของ บริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด เพื่อให้สามารถใช้งาน คู่มือ และ แบบฟอร์ม ดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากการอบรมเสร็จต้องจัดให้มีการสอบประเมินผลวัดความรู้และทักษะในการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า เพื่อให้สามารถออกไปปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



## ผลการศึกษา

ภายหลังจากการนำแนวทางการพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานไปใช้ ผู้ศึกษาจึงได้ทำการวิเคราะห์และประเมินผลการดำเนินงาน เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในหัวข้อเพื่อพัฒนามาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า ซึ่งทำการวิเคราะห์และมีผลการศึกษาใน 3 ประเด็น คือ

### 1.) การพัฒนาความรู้และทักษะในการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าของวิศวกรผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า

ผลการศึกษาในส่วนนี้เป็นผลการศึกษาจากการจัดให้มีการทดสอบประเมินผลวัดความรู้และทักษะในการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าของวิศวกรผู้ปฏิบัติงานทั้ง 5 คน ของบริษัทฯ โดยได้ทำการทดสอบทั้งก่อนและหลังจากที่วิศวกรได้รับการอบรมให้ความรู้ตามแนวทางปฏิบัติเพื่อพัฒนามาตรฐานการให้บริการงานดังกล่าว ด้วยแบบทดสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ คะแนนรวม 20 คะแนน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว เพื่อนำผลคะแนนที่ได้ของวิศวกรผู้ปฏิบัติงาน มาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

จากผลคะแนนทดสอบความรู้ทั้งก่อนและหลังอบรมให้ความรู้ของวิศวกรผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้าของบริษัทฯ นั้นสามารถนำมาทดสอบสมมติฐาน Paired t-Tests [11] เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสองค่าว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ดังรูปที่ 2

t-Test: Paired Two Sample for Means		
	หลังอบรม(20)	ก่อนอบรม(20)
Mean	19.80	10.00
Variance	0.20	5.00
Observations	5	5
Pearson Correlation	0.75	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	4.00	
t Stat	11.392	
P(T<=t) one-tail	0.000	
t Critical one-tail	2.132	
P(T<=t) two-tail	0.000	
t Critical two-tail	2.776	

รูปที่ 2 ผลการทดสอบสมมติฐาน Paired t-Tests ของผลคะแนนก่อนและหลังอบรมของวิศวกรผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้าทั้ง 5 คน

โดยจากผลการทดสอบสมมติฐาน Paired t-Tests ดังรูปที่ 2 สามารถสรุปผลทดสอบสมมติฐานได้ดังนี้  
สมมติฐานทางสถิติ

$$H_0 : \mu_{\text{ก่อนอบรม}} = \mu_{\text{หลังอบรม}} \quad \text{ผลการทดสอบก่อนและหลังอบรมของวิศวกรผู้ตรวจสอบ} \quad (1)$$

ไม่แตกต่างกัน

$$H_1 : \mu_{\text{ก่อนอบรม}} \neq \mu_{\text{หลังอบรม}} \quad \text{ผลการทดสอบก่อนและหลังอบรมของวิศวกรผู้ตรวจสอบ} \quad (2)$$

แตกต่างกัน

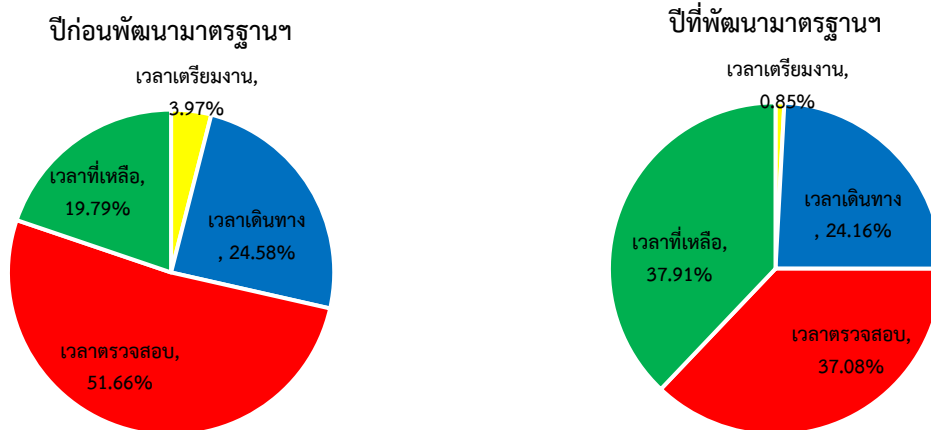
ซึ่ง P (ความน่าจะเป็น) = 0.000 และค่าอัลฟา (ระดับนัยสำคัญ) = 0.05

ดังนั้น ค่า P น้อยกว่า ค่าอัลฟา (ระดับนัยสำคัญ) จึงปฏิเสธ  $H_0$  ยอมรับ  $H_1$

จึงสรุปได้ว่าผลการทดสอบประเมินผลวัดความรู้และทักษะในการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าของวิศวกรผู้ปฏิบัติงาน ก่อนและหลังจากที่วิศวกรได้รับการอบรมให้ความรู้ นั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ค่าอัลฟา 0.05) แสดงให้เห็นว่าวิศวกรผู้ปฏิบัติงานมีความรู้เพิ่มมากขึ้นหลังจากที่ได้รับการอบรมให้ความรู้ตามแนวทางปฏิบัติเพื่อพัฒนามาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าของบริษัทฯ

## 2.) การพัฒนาประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า

ผลการศึกษาในส่วนนี้จะเป็นผลการศึกษาประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า โดยผู้ศึกษาได้ทำการสร้างแบบบันทึกข้อมูลเวลาของการปฏิบัติงานให้บริการตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า ในสถานประกอบกิจการกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาทั้ง 10 แห่ง ซึ่งจะทำการบันทึกเวลาของการปฏิบัติงานดังกล่าวในช่วงปีก่อนพัฒนามาตรฐานฯ เปรียบเทียบกับปีที่พัฒนามาตรฐานฯ ในสถานประกอบกิจการแห่งเดียวกัน โดยอ้างอิงข้อมูลจากบันทึกเวลาการปฏิบัติงานให้บริการงานวิศวกรรมทั้งหมดของบริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด เพื่อนำข้อมูลเวลาที่ได้มาศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้ปฏิบัติงาน ก่อนและหลังจากการพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงาน

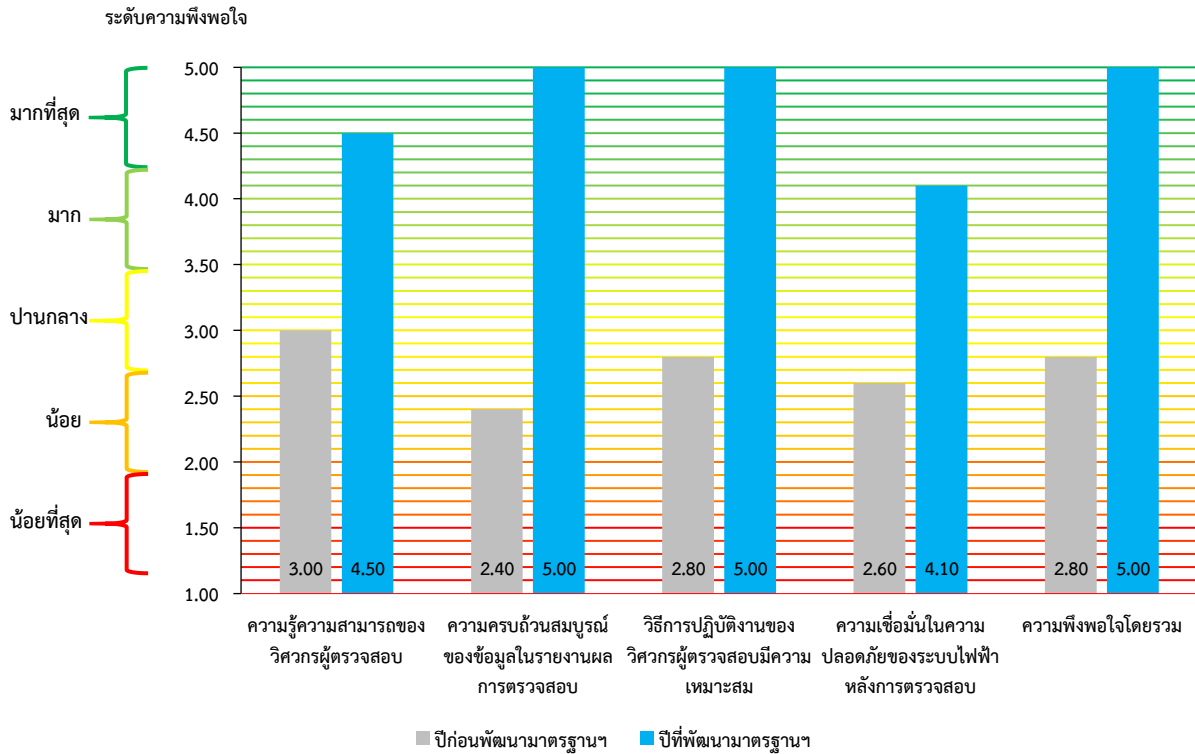


รูปที่ 3 แผนภูมิเปรียบเทียบร้อยละของเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานโดยเฉลี่ยต่อวัน

จากรูปที่ 3 หากเปรียบเทียบการปฏิบัติงานให้บริการตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า ในสถานประกอบกิจการกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา ในระหว่างปีก่อนพัฒนามาตรฐานฯ กับปีที่พัฒนามาตรฐานฯ จะเห็นได้ว่าในระหว่างทั้ง 2 ปีนี้วิศวกรผู้ปฏิบัติงานมีชั่วโมงการทำงานโดยเฉลี่ยต่อวันที่เท่ากันคือ 8 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 80 ของเวลาทำงานในหนึ่งวัน และมีชั่วโมงเฉลี่ยการเดินทางสำหรับไปปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงกันคือ ในปีก่อนพัฒนามาตรฐานฯ คิดเป็นร้อยละ 24.58 ของเวลาทำงานในหนึ่งวัน และในปีที่พัฒนามาตรฐานฯ คิดเป็นร้อยละ 24.16 ของเวลาทำงานในหนึ่งวัน แต่เวลาที่วิศวกรผู้ปฏิบัติงานใช้สำหรับการให้บริการตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้านั้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด คือในปีก่อนพัฒนามาตรฐานฯ มีเวลาการปฏิบัติงานตรวจสอบระบบไฟฟ้าโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 51.66 ของเวลาทำงานในหนึ่งวัน และในปีที่พัฒนามาตรฐานฯ มีเวลาการปฏิบัติงานตรวจสอบระบบไฟฟ้าโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 37.08 ของเวลาทำงานในหนึ่งวัน จากผลเวลาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในปีที่มีการพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานให้บริการตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า ใช้เวลาในการปฏิบัติงานตรวจสอบระบบไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 14.58 ของเวลาทำงานในหนึ่งวัน เนื่องจากวิศวกรผู้ปฏิบัติงานมีความเข้าใจในเนื้อหาของมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ได้พัฒนาขึ้นและสามารถนำความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเวลาที่เหลือจะทำให้วิศวกรผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานเพื่อเป็นประโยชน์ต่อบริษัทฯ และสถานประกอบกิจการหรือผู้รับบริการได้มากยิ่งขึ้น

## 3.) การประเมินระดับความพึงพอใจของมาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าในสถานประกอบกิจการ ตามกฎหมายฯ บริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด

ผลการศึกษาในส่วนนี้จะเป็นผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของสถานประกอบกิจการหรือผู้รับบริการกลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 แห่ง โดยผู้ศึกษาได้ทำแบบประเมินความพึงพอใจโดยได้สร้างแบบสอบถามที่เป็นแบบมาตราส่วนการประมาณค่า (Rating Scale) เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจของสถานประกอบกิจการหรือผู้รับบริการ ที่มีต่อการให้บริการตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าในปีก่อนพัฒนามาตรฐานฯ เปรียบเทียบกับปีที่พัฒนามาตรฐานฯ ในสถานประกอบกิจการแห่งเดียวกัน โดยการแบ่งความพึงพอใจที่ต้องการพิจารณาทั้งหมดออกเป็น 5 ด้านคือ 1) ด้านความรู้ความสามารถของวิศวกรผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบฯ 2) ด้านวิธีการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบฯ 3) ด้านความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลในรายงานผลการตรวจสอบฯ 4) ด้านความเชื่อมั่นในความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าหลังการรับบริการ 5) ด้านความพึงพอใจโดยรวม โดยได้ผลประเมินระดับความพึงพอใจโดยรวมเฉลี่ย ดังแผนภูมิในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภูมิแสดงผลค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของสถานประกอบการ ที่มีต่อมาตรฐานการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า ตามกฎหมายฯ ของบริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด ในปีก่อนพัฒนามาตรฐานฯ กับปีที่พัฒนามาตรฐานฯ

จากแผนภูมิในรูปที่ 4 พบว่าในปีก่อนพัฒนามาตรฐานฯ นั้นระดับความพึงพอใจของสถานประกอบการหรือผู้รับบริการที่มีต่อการให้บริการในทุกด้านโดยเฉลี่ยแล้วจะอยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.72) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาของการให้บริการดังกล่าวที่ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ไว้ก่อนที่จะพัฒนาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และจากผลประเมินในปีที่พัฒนามาตรฐานฯ นั้นระดับความพึงพอใจของสถานประกอบการหรือผู้รับบริการที่มีต่อการให้บริการในทุกด้านโดยเฉลี่ยแล้วจะอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.72) โดยมีความพึงพอใจต่อการรายงานผลการตรวจสอบและการปฏิบัติงานของวิศวกรมากที่สุดในระดับ 5

### สรุป

จากการศึกษาปัญหาของการให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าของบริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด พบว่าปัญหาของการให้บริการดังกล่าวนี้มีปัจจัยมาจากปัญหาทั้ง 4 ด้านด้วยกัน 1.) ด้านวิศวกรผู้ตรวจสอบ 2.) ด้านเครื่องมือประกอบการตรวจสอบ 3.) ด้านวิธีการตรวจสอบ 4.) ด้านสถานที่ในการตรวจสอบ จึงได้พัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานให้บริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าของบริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด เพื่อแก้ไขปัญหาทั้ง 4 ด้านของการให้บริการดังกล่าว ซึ่งแนวทางการพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานนั้นได้จัดทำ คู่มือการปฏิบัติงาน แบบฟอร์มการตรวจสอบ และการอบรมให้ความรู้ โดยภายหลังจากการนำแนวทางการพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานทั้งหมดไปใช้งาน พบว่าแนวทางการพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นสามารถพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานของวิศวกรผู้ปฏิบัติงานได้และสร้างความพึงพอใจต่อผู้รับบริการได้ ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาและสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต่อไปได้ โดยการพัฒนาวิศวกรผู้ปฏิบัติงานมีคะแนนการประเมินจากการทดสอบเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 49 และมีการใช้เวลาในการปฏิบัติงานลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 14.58 ของเวลาทำงานในหนึ่งวัน และความพึงพอใจของผู้รับบริการที่เพิ่มขึ้นจากระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.72) เป็นระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.72) โดยมีความพึงพอใจต่อการรายงานผลการตรวจสอบและการปฏิบัติงานของวิศวกรมากที่สุด

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิศวกรผู้ตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้า สถานประกอบการหรือผู้รับบริการงานตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าตามกฎหมายฯ และคณะผู้บริหารบริษัท วิศวกรรมละเอียด จำกัด ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้ทั้งด้านข้อมูลและสถานที่ในการศึกษาวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

- [1] กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. 2558.
- [2] ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการจัดทำบันทึกผลการตรวจสอบและรับรองระบบไฟฟ้าและบริษัทไฟฟ้า. 2558.
- [3] กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าในโรงงาน พ.ศ. 2550.
- [4] ยุทธพงศ์ นันทพงศ์. (2548). แนวทางการตรวจสอบระบบไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย (การค้นคว้าอิสระ). สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [5] ลือชัย ทองนิล. (2553). คู่มือความปลอดภัยทางไฟฟ้าในสถานประกอบการ. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2553.
- [6] อธิพน ปัดชาศรี. (2555). การปรับปรุงความพึงพอใจของลูกค้าในงานบริการด้านวิศวกรรม ด้วยเครื่องมือแปลงหน้าที่ทางคุณภาพประกอบกับโมเดลคานัน และทฤษฎีคุณภาพในการบริการ. วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น: บริหารธุรกิจและภาษา. 1(1), 1-5.
- [7] ปรัชญา ไชยอินคำ. (2556). ปัจจัยต่อการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (งานนิพนธ์). สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา. สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [8] พรพงศ์ แสงแก้ว. (2556). การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานในการบริหารงานโครงการของ บริษัท เอสซีจี เพเปอร์ จำกัด (ราชบุรี) ในส่วนงานวิศวกรรมและโครงการ (การค้นคว้าอิสระ). บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [9] Millett, J.D. *Management in the public Service: the quest for effective performance*. New York: McGraw-Hill Book Company. 1954.
- [10] เอกชัย ทายิดา และวนัส พลราช. (2555). ทฤษฎีและการจัดการความรู้. ค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2564, จาก [http://akachai99.blogspot.com/2012/09/blog-post\\_30.html](http://akachai99.blogspot.com/2012/09/blog-post_30.html)
- [11] ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2548). การใช้ SPSS เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล. ค้นเมื่อ 8 สิงหาคม 2564, จาก <http://www.watpon.in.th/spss>

# ผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานใน หน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร กรณีศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษา ในพื้นที่อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา

## Effects on Construction Supervision of the Non-Engineer Supervisors in Government Sector: A Case Study of Secondary Schools in Mueang Phayao District, Phayao Province

กิตติธัช เย็นใจ<sup>1\*</sup> วรานนท์ คงสง<sup>2</sup> ชีรเดช สนองทวีพร<sup>3</sup> และ ชัยวัฒน์ ภูวรกุลชัย<sup>4</sup>

Kittitath Yenjai<sup>1</sup> Waranon Kongsong<sup>2</sup> Teeradech sanongthaweepon<sup>3</sup> and Chaiwat Pooworakulchai<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup> นักศึกษาระดับปริญญาตรี; <sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์; <sup>3</sup> อาจารย์พิเศษ; <sup>4</sup> อาจารย์พิเศษ สาขาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

โทรศัพท์ : 083-1836821, E-mail : 6214772004@rumail.ru.ac.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร และเพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร กรณีศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษาในพื้นที่อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 162 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และดัชนีชี้วัดลำดับความสำคัญ ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้ 1) ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่ดำรงตำแหน่งข้าราชการ การศึกษาระดับปริญญาตรี ประสบการณ์ในการควบคุมงานน้อยกว่า 3 ปี 2) ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร ด้านคุณภาพ ในภาพรวมของปัจจัยอยู่ในระดับมาก ค่าดัชนีชี้วัดลำดับความสำคัญ (RII) ที่มีค่าสูงสุด คือ การตรวจสอบแผนอนุมัติและนำเข้าวัสดุ อยู่ในระดับมาก ด้านเวลา ในภาพรวมของปัจจัยอยู่ในระดับมาก ค่าดัชนีชี้วัดลำดับความสำคัญ (RII) ที่มีค่าสูงสุด คือ เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านต้นทุน ในภาพรวมของปัจจัยอยู่ในระดับมาก ค่าดัชนีชี้วัดลำดับความสำคัญ (RII) ที่มีค่าสูงสุด คือ เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า อยู่ในระดับมาก ดังนั้น แนวทางในการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกรเพื่อให้มีประสิทธิภาพในด้านบุคคล กล่าวคือ เมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย ครูผู้ควบคุมงานควรปรึกษากับวิศวกรเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนในขั้นตอนการก่อสร้าง และด้านปฏิบัติงาน เรื่องปัจจัยด้านภัยธรรมชาติ ควรติดตามสภาพอากาศเพื่อวางแผนกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้น รวมไปถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เป็นต้น

**คำสำคัญ :** ผลกระทบต่อการควบคุมงาน; การควบคุมงาน; โรงเรียนมัธยมศึกษา

## Abstract

This research aims at studying the factors influencing the construction supervision of non-engineer supervisors in government sector and propose the guideline for improvement of the construction supervision of non-engineer supervisors in government sector by focusing on a case study of secondary schools in Mueang Phayao District, Phayao Province. 162 participants were selected as the sample group. Questionnaires were used as the research tool. The statistics employed for data analysis included percentage, mode, standard deviation, and relative importance index. The results suggest that 1) the majority of the respondents held the official positions related to educational field, obtained a bachelor's degree, and had at least 3 years' supervisory experience; 2) the factors influencing the construction supervision of non-engineer supervisors in government sector in the aspect of overall quality was at a high level. The relative importance index (RII) having the highest value was examination of approval plan and material import which was at a high level. In terms of time, the overall was at a high level. The relative importance index (RII) having the highest value was occurrence of unforeseeable incidents which was at the highest level. Regarding the cost, the overall was at a high level. The relative importance index (RII) having the highest value was occurrence of unforeseeable incidents which was at a high level. Therefore, the guideline for improvement of the construction supervision of non-engineer supervisors in government sector to ensure personnel efficiency was that, in case of any questions or inquiries, the supervisors should consult with the engineers to clearly understand the construction process. In terms of operation regarding the natural risks, they should update the weather condition to plan appropriate work period for the actual environment and uncontrollable natural phenomenon such as COVID-19 pandemic.

**Keywords :** Effects on Construction Supervision; Supervision; Secondary School

## บทนำ

ในปัจจุบันการจัดซื้อจัดจ้างของหน่วยงานภาครัฐ เมื่อพิจารณามูลค่าที่จัดหาได้ หน่วยงานของรัฐทำสัญญาจ้างก่อสร้างมากที่สุด ซึ่งการก่อสร้างแต่ละโครงการใช้เงินงบประมาณเป็นจำนวนมาก หลายหน่วยงานที่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการก่อสร้าง โดยเฉพาะสถานศึกษาโรงเรียนของรัฐบาล ซึ่งโรงเรียนของรัฐนั้นจะบริหารจัดการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โครงการก่อสร้างต่างๆที่ได้รับการจัดสรรงบประมาณจากรัฐบาล ดำเนินการก่อสร้าง โดยส่วนมากอาศัยครู อาจารย์ หรือบุคลากรทางการศึกษา ซึ่งไม่ได้เป็นวิศวกรเป็นผู้ควบคุมงาน

การควบคุมและตรวจงานก่อสร้าง ต้องใช้ประสบการณ์ และหลักวิชาการด้านงานช่างเข้ามาผสมผสานกัน การควบคุมงานจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในงานก่อสร้าง ผู้ควบคุมงานก่อสร้างจึงเป็นบุคคลที่มีความสำคัญที่มีหน้าที่ควบคุมการก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบรูปรายการและข้อกำหนดต่างๆของสัญญาจ้าง ซึ่งในการปฏิบัติหน้าที่ของผู้ควบคุมงานก่อสร้างนั้นมักพบปัญหาโดยปัญหานั้นเกิดจากปัจจัยหลายด้าน เช่น ความผิดพลาดจากแบบรูปรายการ การขาดความเอาใจใส่ต่อหน้าที่ควบคุมงาน การขาดความรู้ความชำนาญ ระยะเวลาก่อสร้าง สภาพพื้นที่ ศักยภาพของผู้รับจ้าง มาตรฐานฝีมือแรงงาน ผลประโยชน์ทับซ้อน และใช้อำนาจทางการเมืองแทรกแซงการปฏิบัติงาน การบริหารสัญญา การควบคุมคุณภาพงานก่อสร้าง ปัญหาการก่อสร้างที่ไม่เป็นไปตามแบบรูปรายการที่กำหนด เป็นต้น ซึ่งการก่อสร้างที่ไม่เป็นไปตามแบบรูปรายการที่กำหนดหรือไม่เป็นไปตามหลักวิศวกรรมเป็นข้อที่ควรระวังเป็นอย่างยิ่ง ที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อตัวโครงสร้าง ต่อชีวิตและทรัพย์สินได้

จากสภาพปัญหาความผิดพลาดดังกล่าวล้วนเกิดจากผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายควบคุมงานก่อสร้างที่ขาดความรู้ความเข้าใจ หรือประสบการณ์ ความชำนาญในวิชาชีพของวิศวกร เพื่อที่จะให้เกิดการใช้จ่ายเงินให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ และมีประสิทธิภาพสูงสุดของหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งการวิจัยได้ตระหนักถึงผลกระทบการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร เพื่อได้วิเคราะห์และหาแนวทางพัฒนา ส่งเสริมสมรรถนะ ด้านความรู้ความเข้าใจ ของผู้ปฏิบัติงานควบคุมงาน ในด้านงานบริหารสัญญาจ้างการก่อสร้าง การปฏิบัติตามสัญญาและข้อกำหนดต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง เรียบร้อย และแล้วเสร็จ



ตามกำหนดในระยะเวลาในสัญญา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่าการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร กรณีศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษา ในพื้นที่อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา มีผลกระทบในเรื่องใดบ้าง และเกิดผลกระทบด้านใดมากที่สุด

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

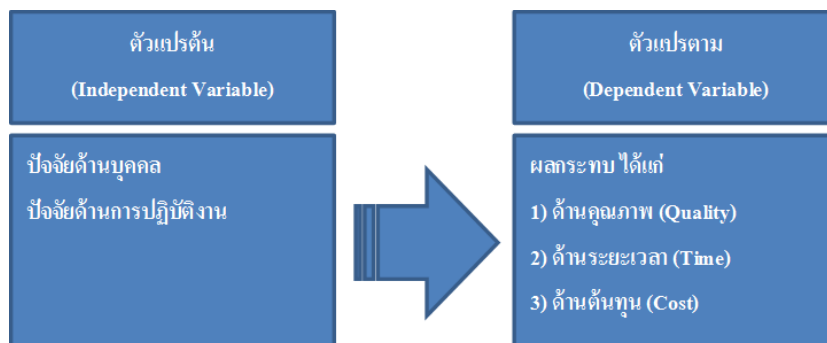
1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร
2. เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา เป็นการศึกษาผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร กรณีศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษาในพื้นที่อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา เท่านั้น
2. ขอบเขตด้านประชากร กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ครูและบุคลากรทางการศึกษาของ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพะเยา จำนวน 272 คน
3. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย
  - 1) ตัวแปรต้น ประกอบด้วย ปัจจัยด้านบุคคล และปัจจัยด้านการปฏิบัติงาน [1]
  - 2) ตัวแปรตาม คือ ผลกระทบการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร ได้แก่ ด้านคุณภาพ (Quality) ด้านระยะเวลาก่อสร้าง (Time) และด้านต้นทุน (Cost) [2]

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษารวบรวมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ คือ ปัจจัยด้านบุคคล และปัจจัยด้านการปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงสรุปกรอบแนวคิดได้ดังนี้ [1, 2]



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดกระบวนการวิจัย

### อุปกรณ์และวิธีการ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

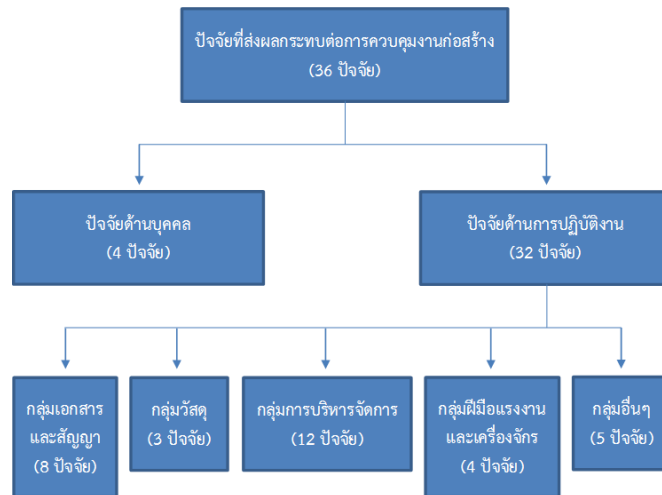
ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ครูและบุคลากรทางการศึกษาของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพะเยา โดยใช้ประชากรในการศึกษา จำนวน 3 โรงเรียน จำนวน 272 คน

กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 162 คน ได้จากการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรของ Taro Yamane และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ร้อยละ 5 ในการกำหนดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีกำหนดตัวอย่างประชากรแบบง่าย Simple Random Sampling (Without Replacement)

2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้  
ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล และข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามของกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ตำแหน่งที่ปฏิบัติงาน ระดับการศึกษา และประสบการณ์ควบคุมงานก่อสร้าง  
ส่วนที่ 2 แบบสอบถามผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร แบ่งออกเป็น ด้านคุณภาพ ด้านระยะเวลา ด้านต้นทุน มีลักษณะเป็นชุดคำถามที่นำมาตรวัดแบบ Likert Scale มาปรับใช้โดยแบ่งเป็น 5 ระดับความสำคัญ คือ มีผลกระทบมากที่สุด มีผลกระทบมาก มีผลกระทบปานกลาง มีผลกระทบน้อย และไม่มีผลกระทบ  
ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเพื่อเป็นข้อเสนอแนะ โดยเป็นคำถามรูปแบบปลายเปิด (Open – Ended Question)
3. การสร้างและการทดสอบแบบสอบถาม  
1) เตรียมแบบสอบถามที่ได้จัดทำ นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาและตรวจสอบขั้นต้น ภายหลังจากที่อาจารย์ที่ปรึกษาเห็นชอบแล้ว ให้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ  
2) กำหนดค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบสอบถาม IOC นำแบบสอบถามที่ดำเนินการทดลองใช้และปรับปรุงมาจัดทำเป็นแบบสอบถามจริงเพื่อนำไปสู่การลงพื้นที่จัดเก็บข้อมูลต่อไป
4. การวิเคราะห์ข้อมูล  
ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้เก็บรวบรวมกลับคืนมาทั้งหมด พร้อมตรวจสอบความเรียบร้อยและความครบถ้วนสมบูรณ์
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล  
1) หาค่าร้อยละ (Percentage) เพื่อใช้อธิบายข้อมูลด้านบุคคลของกลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษา  
2) ใช้วิธี Likert Scale ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าฐานนิยม (Mode), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) การวิเคราะห์โดยการจัดลำดับปัจจัยที่ส่งผลกระทบ ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคคล และปัจจัยด้านการปฏิบัติงาน ด้วยดัชนีชี้วัดลำดับความสำคัญ (Relative Importance Index : RII)

### ผลการทดลองและวิจารณ์

1. วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 164 คน พบว่า  
1) ผู้ตอบแบบสอบถามดำรงตำแหน่งข้าราชการมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 76.2 รองลงมาตำแหน่งพนักงานราชการ ร้อยละ 13.4 น้อยที่สุดตำแหน่งลูกจ้างประจำ/ลูกจ้างชั่วคราว ร้อยละ 10.4  
2) ผู้ตอบแบบสอบถามจบการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุด ร้อยละ 75.6 รองลงมาระดับปริญญาโทหรือสูงกว่า ร้อยละ 20.1 น้อยที่สุดระดับต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 4.3  
3) สำหรับประสบการณ์ในการควบคุมงานน้อยกว่า 3 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 64 รองลงมา 3 – 5 ปี ร้อยละ 28 มากกว่า 10 ปี ร้อยละ 4.3 และน้อยที่สุด 6 – 10 ปี ร้อยละ 3.7
2. วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร จากเอกสาร และวรรณกรรมต่างๆ แบ่งเป็นกลุ่มปัจจัย ดังแสดงในภาพ 2 [1-6]



รูปที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร

2.1 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร

1) ด้านคุณภาพ

พบว่า ลักษณะของเส้นโค้งความถี่ข้อมูลทั้งหมดมีความเบ้ซ้าย ดังนั้นในการเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูลจึงใช้ค่าฐานนิยม (Mode) ซึ่งเป็นค่าของข้อมูลที่มีความถี่สูงสุด ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐ ด้านคุณภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าฐานนิยมเท่ากับ 4 และเมื่อพิจารณาในรายตัวแปร ระดับผลกระทบมากที่สุด คือ ปัจจัยด้านการปฏิบัติงาน ดังนี้

(1) กลุ่มเอกสารและสัญญา ระดับมากที่สุด มีค่าฐานนิยมเท่ากับ 5 จำนวน 1 ปัจจัย ได้แก่ ไม่มีแบบก่อสร้างไว้ประจำหน้างาน

(2) กลุ่มวัสดุ ระดับมากที่สุด มีค่าฐานนิยมเท่ากับ 5 จำนวน 1 ปัจจัย ได้แก่ วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างไม่มีคุณภาพ

(3) กลุ่มฝีมือแรงงานและเครื่องจักร ระดับมากที่สุด มีค่าฐานนิยมเท่ากับ 5 จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ ผู้รับจ้างใช้แรงงานที่ไม่มีมาตรฐานฝีมือแรงงาน และผู้รับจ้างขาดความเข้าใจที่ถูกต้องในขั้นตอนของงานก่อสร้าง

(4) กลุ่มอื่นๆ ระดับมากที่สุด มีค่าฐานนิยมเท่ากับ 5 จำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ การควบคุมงานก่อสร้างขณะมีคาบสอน เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า และการแทรกแซงภายในจากผู้มีอำนาจ

2) ด้านระยะเวลา

พบว่า ลักษณะของเส้นโค้งความถี่ข้อมูลทั้งหมดมีความเบ้ซ้าย ดังนั้นในการเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูลจึงใช้ค่าฐานนิยม (Mode) ซึ่งเป็นค่าของข้อมูลที่มีความถี่สูงสุด ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐ ด้านระยะเวลา โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าฐานนิยมเท่ากับ 4 และเมื่อพิจารณาในรายตัวแปร ระดับผลกระทบมากที่สุด คือ ปัจจัยด้านการปฏิบัติงาน ดังนี้

(1) กลุ่มวัสดุ ระดับมากที่สุด มีค่าฐานนิยมเท่ากับ 5 จำนวน 1 ปัจจัย ได้แก่ การตรวจสอบแผนอนุมัติและนำเข้าวัสดุ

(2) กลุ่มอื่นๆ ระดับมากที่สุด มีค่าฐานนิยมเท่ากับ 5 จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ การปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ และเกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า

3) ด้านต้นทุน

พบว่า ลักษณะของเส้นโค้งความถี่ข้อมูลทั้งหมดมีความเบ้ซ้าย ดังนั้นในการเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูลจึงใช้ค่าฐานนิยม (Mode) ซึ่งเป็นค่าของข้อมูลที่มีความถี่สูงสุด ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐ ด้านต้นทุน โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าฐานนิยมเท่ากับ 4 และเมื่อพิจารณาในรายตัวแปร พบว่า ไม่มีระดับผลกระทบมากที่สุด

ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกรด้านคุณภาพ ด้านระยะเวลา ด้านต้นทุน ที่มีผลกระทบมากที่สุด ซึ่งบางปัจจัยมีผลกระทบต่อทุกด้าน อย่างมีนัยสำคัญ

2.2 ผลการจัดลำดับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร ซึ่งในที่นี่อาศัยค่า Relative Importance Index (RII) ในการพิจารณาลำดับความสำคัญ โดยให้ความสำคัญกับ 5 อันดับแรก ในแต่ละกลุ่มปัจจัยของแต่ละด้านที่พิจารณา

1) ด้านคุณภาพ ประกอบไปด้วย

- (1) การตรวจสอบแผนอนุมัติและนำเข้าวัสดุ (RII = 76.46%)
- (2) การตรวจสอบคุณภาพวัสดุก่อนใช้งานว่าเป็นไปตามมาตรฐานและสัญญา (RII = 75.98%)
- (3) ตรวจสอบการก่อสร้างให้ถูกต้องตามแบบรูปรายการที่กำหนด (RII = 75.85%)
- (4) เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น ภัยธรรมชาติ สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เป็นต้น (RII = 75.49%)
- (5) การแทรกแซงภายในจากผู้มีอำนาจ (RII = 74.88%)

ในขณะที่การพิจารณาค่าฐานนิยม คือ 4, 4, 4, 5 และ 5 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยมีผลกระทบต่อ การควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร ด้านคุณภาพ ในระดับมาก และมากที่สุด

2) ด้านระยะเวลา ประกอบไปด้วย

- (1) เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น ภัยธรรมชาติ สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เป็นต้น (RII = 78.90%)
- (2) การตรวจสอบแผนอนุมัติและนำเข้าวัสดุ (RII = 76.10%)
- (3) การปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ (RII = 75.49%)
- (4) การควบคุมงานมีปัญหาทางวิศวกรรมที่ไม่สามารถแก้ไขได้เอง และต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา (RII = 75.37%)
- (5) ตรวจสอบการก่อสร้างให้ถูกต้องตามแบบรูปรายการที่กำหนด (RII = 75.24%)

ในขณะที่การพิจารณาค่าฐานนิยม คือ 5, 5, 5, 4 และ 4 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยมีผลกระทบต่อ การควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร ด้านระยะเวลา ในระดับมาก และมากที่สุด

3) ด้านต้นทุน ประกอบไปด้วย

- (1) เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น ภัยธรรมชาติ สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เป็นต้น (RII = 77.80%)
- (2) การตรวจสอบคุณภาพวัสดุก่อนใช้งานว่าเป็นไปตามมาตรฐาน และสัญญา (RII = 75.61%)
- (3) การตรวจสอบแผนอนุมัติและนำเข้าวัสดุ (RII = 75.24%)
- (4) การเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง (RII = 74.02%)
- (5) การแทรกแซงภายในจากผู้มีอำนาจ (RII = 73.78%)

ในขณะที่การพิจารณาค่าฐานนิยม คือ 4, 4, 4, 4 และ 3 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยมีผลกระทบต่อ การควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร ด้านต้นทุน ในระดับปานกลาง มาก และมากที่สุด

### สรุป

สรุปผลการวิเคราะห์การจัดลำดับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร กรณีศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษา ในพื้นที่อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา โดยพบว่า

- 1) ด้านคุณภาพ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร 5 อันดับแรก ได้แก่ การตรวจสอบแผนอนุมัติและนำเข้าวัสดุ การตรวจสอบคุณภาพวัสดุก่อนใช้งานว่าเป็นไปตามมาตรฐานและสัญญา ตรวจสอบการก่อสร้างให้ถูกต้องตามแบบรูปรายการที่กำหนด เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น ภัยธรรมชาติ สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เป็นต้น และการแทรกแซงภายในจากผู้มีอำนาจ ซึ่งมีค่าฐานนิยม เท่ากับ 4, 4, 4, 5 และ 5 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย มีผลกระทบในด้านคุณภาพระดับ มาก และมากที่สุด



2) ด้านระยะเวลา ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร 5 อันดับแรก ได้แก่ เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น ภัยธรรมชาติ สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เป็นต้น การตรวจสอบแผนอนุมัติและนำเข้าวัสดุ การปฏิบัติตามนอกเวลาราชการ การควบคุมงานมีปัญหาทางวิศวกรรมที่ไม่สามารถแก้ไขได้เองและต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา และตรวจสอบการก่อสร้างให้ถูกต้องตามแบบรูปรายการที่กำหนด ซึ่งมีค่านิยม เท่ากับ 5, 5, 5, 4 และ 4 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย มีผลกระทบในด้านระยะเวลาในระดับมาก และมากที่สุด

3) ด้านต้นทุน ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการควบคุมงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานในหน่วยงานภาครัฐที่ไม่เป็นวิศวกร 5 อันดับแรก ได้แก่ เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น ภัยธรรมชาติ สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เป็นต้น การตรวจสอบคุณภาพวัสดุก่อนใช้งานว่าเป็นไปตามมาตรฐานและสัญญา การตรวจสอบแผนอนุมัติและนำเข้าวัสดุ การเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง และการแทรกแซงภายในจากผู้มีอำนาจ ซึ่งมีค่านิยม เท่ากับ 4, 4, 4, 4 และ 3 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย มีผลกระทบในด้านต้นทุนในระดับปานกลาง และมาก

จากผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการควบคุมงานก่อสร้างด้านบุคคล ที่มีผลกระทบต่อการควบคุมงานมากที่สุด คือ การควบคุมงานมีปัญหาทางวิศวกรรมที่ไม่สามารถแก้ไขได้เอง และต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการควบคุมงานก่อสร้างด้านการปฏิบัติงาน ที่มีผลกระทบต่อการควบคุมงานมากที่สุด คือ เกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น ภัยธรรมชาติ สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เป็นต้น

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วรานนท์ คงสง อ.ดร.ธีรเดช สนองทวีพร อ.ดร.ชัยวัฒน์ ภูวกรกุลชัย ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ อันช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมถึงคณาจารย์และบุคลากรทุกท่าน เพื่อร่วมสาขาวิชาการตรวจสอบและกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ได้ให้คำปรึกษา เสนอแนะข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยมาโดยตลอด และครอบครัวของข้าพเจ้า ผู้เป็นกำลังใจ เป็นส่วนสำคัญในการจัดทำงานวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] มนต์ชัย วงศ์สันติราษฎร์. (2556). ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการควบคุมงานก่อสร้าง กรณีศึกษาองค์การบริหารส่วนตำบล ภายในจังหวัดนครราชสีมา
- [2] ชัยวัฒน์ ภูวกรกุลชัย. (2559). ผลกระทบต่อการบริหารจัดการสัญญาก่อสร้างโครงการของส่วนราชการ
- [3] พรหมมล เทียนพูล และ อภิชาติ ประสิทธิ์สม. (2561). ปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงานโครงการก่อสร้างอาคารชลประทาน กรณีศึกษา: โครงการก่อสร้างอาคารชลประทาน ของสำนักงานชลประทานที่ 9
- [4] พัชรุชญา ยุพพัฒน์. (2561). ปัจจัยที่เป็นปัญหาต่อประสิทธิภาพการบริหารควบคุมงานก่อสร้างในกรุงเทพมหานคร ประเทศกัมพูชา
- [5] นิตยา เทพอรุณรัตน์. (2538). การศึกษาสภาพและปัญหาการปฏิบัติงานของครูผู้ควบคุมงานก่อสร้าง โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา
- [6] สุธิรา จันทรา. (2557). การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อในงานก่อสร้าง พ.ศ. 2550 – พ.ศ. 2556 กรณีศึกษา บริษัท อุดมกิจวิศวะ จำกัด



# ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของ ผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร

## Factors Affecting Consumers' Decision to Buy Condominium Residences at Phra Khanong District, Bangkok

ภฤตภาส คงประสิทธิ์<sup>1\*</sup> วรานนท์ คงสง<sup>2</sup> กรชกร ทวีสิน<sup>3</sup> ชිරเดช สนองทวีพร<sup>4</sup> และ เสรีย์ ตูประภาย<sup>5\*</sup>  
Krittapas Kongprasit<sup>1\*</sup> Waranon Kongsong<sup>2</sup> Kotchakorn Tawesin<sup>3</sup>  
Teradech Sanongtaweepon<sup>4</sup> and Saree Tuprakay<sup>5\*</sup>

<sup>1\*</sup> นักศึกษาปริญญาโท ; <sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ; <sup>3</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ; <sup>4</sup> อาจารย์พิเศษ ; <sup>5\*</sup> รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาการตรวจสอบ  
และกฎหมายวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240  
\*E-mail : 6214772006@rumail.ru.ac.th, seree.t@rumail.ru.ac.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยลักษณะประชากรศาสตร์ ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ปัจจัยด้านความสำเร็จของโครงการ และปัจจัยทัศนคติด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร อาคารชุดและการก่อสร้างคอนโดมิเนียมที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร เป็นการศึกษาวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่เคยซื้อ หรือมีความตั้งใจซื้อคอนโดมิเนียมที่อยู่ในเขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร จำนวน 200 คน ทำการวิเคราะห์สถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุ ผลการวิจัยพบว่า

- 1) ปัจจัยลักษณะประชากรศาสตร์ ด้านรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานครอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- 2) ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านบุคลากรมีผลต่อการตัดสินใจซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานครอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- 3) ปัจจัยด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร อาคารชุด และการก่อสร้างคอนโดมิเนียมมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับต่ำต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**คำสำคัญ :** ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด; การตัดสินใจเลือกซื้อ; คอนโดมิเนียม; ปัจจัยด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร



## Abstract

This research the objective was to study the demographic factors. Marketing mix factors Project success factors and attitude factors on building construction control law condominium and condominium construction affecting consumer's decision to purchase residential condominium, Phra Khanong District, Bangkok it is quantitative research study. The questionnaire was used as a tool to collect data from a sample of consumers who had previously purchased or intending to buy a condominium located in Phra Khanong area, 200 persons were statistically analyzed using one-way analysis of variance and multiple linear regression analysis. The results showed that

1) Demographic factors the average monthly income had a statistically significant effect on consumer's decision to purchase residential condominiums in Phra Khanong District, Bangkok at 0.05 level.

2) Marketing mix factors distribution channel and the personnel aspect had a statistically significant effect on the consumer's decision to buy a residential condominium in Phra Khanong District, Bangkok at 0.05 level.

3) Law of building construction control Condominium and condominium construction factors had a low relation on consumer's decision to purchase residential condominiums in Phra Khanong District, Bangkok at 0.05 level

**Keywords :** marketing mix; purchasing decision; condominium; law of construction control

## บทนำ

ที่อยู่อาศัยเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่เป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต เป็นสิ่งที่แสดงถึงความมั่นคง และความปลอดภัยในชีวิต ซึ่งปัจจุบันเศรษฐกิจและสังคมไทยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จากครอบครัวเดิมที่อยู่กันเป็นครอบครัวใหญ่เปลี่ยนเป็นแยกออกมามีครอบครัวหลังแต่งงาน หรือแยกออกมาทำงานโดยเฉพาะในเขตพื้นที่เศรษฐกิจหรือเขตเมืองหลวงอย่างกรุงเทพมหานคร [1] และจากมาตรการกระตุ้นภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ของรัฐบาลที่มีนโยบายสนับสนุนให้ประชาชนได้มีบ้านหลังแรก เป็นของตนเอง มาตรการทางด้านการลดหย่อนภาษี ลดค่าธรรมเนียมการโอนกรรมสิทธิ์ จึงทำให้ผู้บริโภค มองหาที่อยู่อาศัยใหม่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ผลจากนโยบายทางภาครัฐ ในการสร้างระบบรถไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร และการรวมกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน AEC ทำให้มีการลงทุนซื้อขายอสังหาริมทรัพย์เติบโตอย่างรวดเร็ว [2] และคอนโดมิเนียมก็เป็นอีกอสังหาริมทรัพย์หนึ่งที่ผู้บริโภคนิยมซื้อ

คอนโดมิเนียมนั้นสามารถตอบสนองความต้องการของคนในกรุงเทพมหานครได้ ไม่ว่าจะเป็นด้านความสะดวกด้านคมนาคม ความปลอดภัย และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ รวมถึงพฤติกรรมที่ต้องอาศัยความเร่งรีบความสะดวกสบาย และถูกจำกัดด้วยด้านเวลาในการเดินทาง จึงทำให้คนในกรุงเทพมหานครให้ความสนใจที่จะมาพักอาศัยอยู่คอนโดมิเนียมมากกว่าแต่ก่อน จึงส่งผลให้คอนโดมิเนียมมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ผู้บริโภคต้องมีการตัดสินใจเลือกซื้อ เพื่อให้ตรงกับความต้องการของตนเองมากที่สุดในด้านของผู้ประกอบการจึงไม่ควรคำนึงถึงแต่ด้านต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง แต่ควรจะทำให้ผู้บริโภคเกิดความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญมากกว่า เพราะจะทำให้ผู้ประกอบการสามารถประสบผลสำเร็จในระยะยาวได้ อันมีส่วนทำให้เกิดความภักดีในตราสินค้า ผู้ประกอบการควรคำนึงถึงคุณภาพของสินค้าและบริการต่าง ๆ ที่ดี เพราะผู้บริโภคจะบอกต่อถึงคุณภาพและบริการที่ดีของสินค้า ซึ่งถือว่าเป็นการโฆษณาอย่างหนึ่ง [3] และผู้ประกอบการนำเสนอประสมทางการตลาดมาช่วยในการดึงดูดความสนใจจากผู้บริโภคได้ และจะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้บริโภค

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนประสมการตลาด ปัจจัยด้านความสำเร็จของโครงการที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาทัศนคติด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร อาคารชุด และการก่อสร้างคอนโดมิเนียมที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร

## สมมติฐานการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร โดยทำการค้นคว้าข้อมูล และทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ ทั้งทฤษฎีและแนวคิดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปปัจจัยเพื่อนำมาตั้งเป็นสมมติฐานได้ 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปัจจัยลักษณะประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ส่วนที่ 2 ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด ได้แก่ ผลัดภัณฑ์, ราคา, ช่องทางการจัดจำหน่าย, การส่งเสริมการตลาด, บุคลากร, กระบวนการ และลักษณะทางกายภาพ

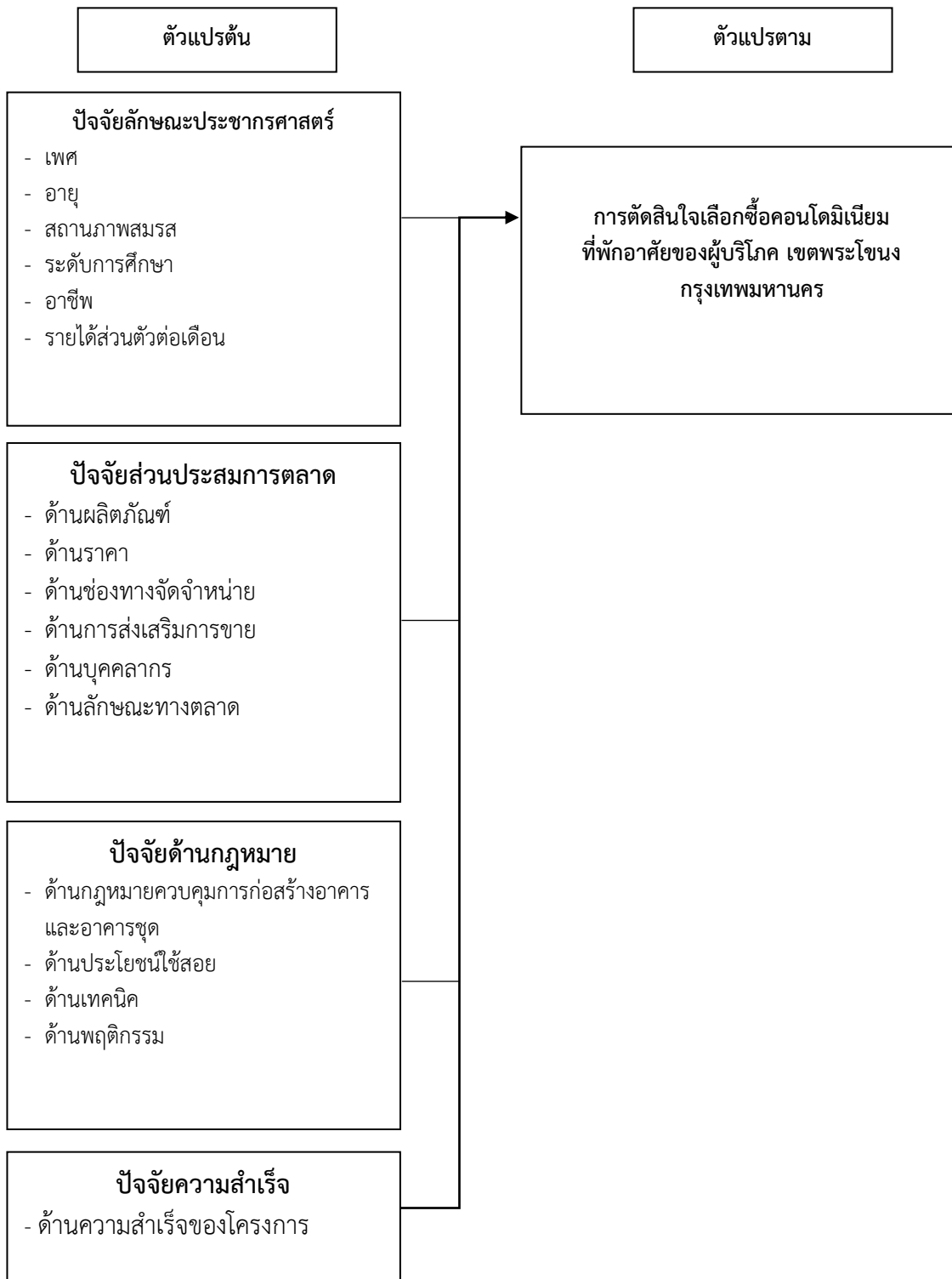
ส่วนที่ 3 ปัจจัยด้านความสำเร็จของโครงการ

ส่วนที่ 4 ปัจจัยด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร อาคารชุด และการก่อสร้างคอนโดมิเนียม ได้แก่ กฎหมายควบคุมการก่อสร้าง หรืออาคารชุด, ประโยชน์ใช้สอย, เทคนิค และพฤติกรรม



ภาพที่ 1 ส่วนประสมการตลาด 7Ps  
ที่มา : ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ (2552)

### กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

## ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา การวิจัยครั้งนี้ ผู้ศึกษามุ่งศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด [4] ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ซึ่งส่วนประสมทางการตลาด ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ (Product), ราคา (Price), สถานที่หรือช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ (Place), การส่งเสริมการตลาด (Promotion), บุคคล (People), กระบวนการ (Process) และลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence)
2. ขอบเขตด้านประชากร ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้บริโภคที่ซื้อคอนโดมิเนียม 4 โครงการในเขตพระโขนง โครงการละ 50 ครั้วเรือน
3. ขอบเขตตัวแปร ประกอบด้วย 1) ตัวแปรด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค ประกอบด้วย เพศ, อายุ, สถานภาพสมรส, ระดับการศึกษา, อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 2) ตัวแปรด้านพฤติกรรมในการเลือกซื้อคอนโดมิเนียม ประกอบด้วย แหล่งข้อมูลที่ใช้ค้นหาข้อมูล, จำนวนคอนโดมิเนียม, ขนาดพื้นที่ที่ใช้สอย, ราคา, ระยะเวลาที่ใช้พิจารณา, บุคคลที่มีผลต่อการตัดสินใจ, วัตถุประสงค์ในการตัดสินใจซื้อ, เหตุผลที่ใช้ตัดสินใจซื้อ และลักษณะการตัดสินใจซื้อ 3) ตัวแปรด้านปัจจัยส่วนประสมการตลาด 7Ps 4) ตัวแปรด้านปัจจัยความสำเร็จของโครงการ 5) ตัวแปรด้านทัศนคติกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร อาคารชุดการก่อสร้างคอนโดมิเนียม
4. ขอบเขตระยะเวลา การศึกษาครั้งนี้ ระหว่างเดือน เมษายน ถึงเดือน กันยายน ปี พ.ศ. 2564

## ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมฯ ทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจคอนโดมิเนียมสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงรูปแบบธุรกิจให้สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้อย่างดียิ่งขึ้น หรือสำหรับผู้ที่กำลังประกอบธุรกิจคอนโดมิเนียมสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบธุรกิจได้
2. ทราบแนวทางมาตรการก่อสร้างภายใต้กฎหมายวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างคอนโดมิเนียมที่พักอาศัย เพื่อเป็นประโยชน์กับผู้บริโภค

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) และมุ่งเน้นศึกษาข้อมูลเชิงปริมาณ (Qualitative Research) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Judgement Sampling)

## การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือทำการสำรวจ (Survey) ความเห็นของผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัย เขตพระโขนงฯ เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูป SPSS (Statistic Package for the Social Science) และใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ตามเกณฑ์มาตรฐานทั่วไป โดยกำหนดข้อมูลที่วิเคราะห์และรูปแบบสถิติที่วิเคราะห์ ดังนี้

**ตารางที่ 1 รูปแบบและประเภทเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัย**

ข้อมูลในการวิเคราะห์	รูปแบบการทดสอบที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
<b>ข้อมูลเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)</b> ได้แก่ ข้อมูลลักษณะประชากรศาสตร์ ข้อมูลพฤติกรรมทั่วไป และข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร	- แจกแจงความถี่ (Frequency) - ค่าร้อยละ (Percentiles) - ค่าเฉลี่ย (Average) - ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
<b>ข้อมูลเชิงอนุมาน (Inferential Statistics)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การหาความสัมพันธ์ของปัจจัยตัวแปรอิสระ</li> <li>- การทดสอบสมมติฐานความแตกต่างด้านปัจจัยลักษณะประชากรศาสตร์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร</li> <li>- การทดสอบสมมติฐานของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร</li> </ul>	- การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม แบบ (Independent T-test) การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม (F-Test) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) - การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple Linear Regression) เพื่อทดสอบสมมติฐานของงานวิจัย

**ผลการศึกษา**
**1. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภคเขตพระโขนงฯ**

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.09 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก คือ ด้านผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ย 4.15 ด้านบุคลากร มีค่าเฉลี่ย 4.13 ด้านราคา มีค่าเฉลี่ย 4.10 ด้านลักษณะทางกายภาพ มีค่าเฉลี่ย 4.05 ด้านการส่งเสริมการตลาด มีค่าเฉลี่ย 4.07 และด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีค่าเฉลี่ย 4.04

ปัจจัยความสำเร็จที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.16

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ประกอบด้วย ด้านผลิตภัณฑ์ ( $r = 0.245$ ) ด้านราคา ( $r = 0.270$ ) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ( $r = 0.378$ ) ด้านส่งเสริมการตลาด ( $r = 0.327$ ) ด้านบุคลากร ( $r = 0.176$ ) ด้านกายภาพ ( $r = 0.297$ ) ปัจจัยด้านความสำเร็จของโครงการ ( $r = 0.277$ ) แสดงให้เห็นว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนงฯ พบว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ มากที่สุด ( $Beta = 0.561$ ) และด้านบุคลากร มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ ( $Beta = -0.254$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**2. ปัจจัยด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร อาคารชุดและการก่อสร้างคอนโดมิเนียม**

ทัศนคติเกี่ยวกับกฎหมายก่อสร้างอาคาร อาคารชุด หรือที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างคอนโดมิเนียม ทัศนคติด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร หรืออาคารชุดโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.33 ด้านองค์ประกอบประโยชน์ใช้สอยโดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.21 ด้านเทคนิคโดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.32 ด้านพฤติกรรมโดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.24

ปัจจัยด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร อาคารชุดและการก่อสร้างคอนโดมิเนียมประกอบด้วย ด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร อาคารชุด ( $r = 0.241$ ) ด้านประโยชน์ใช้สอย ( $r = 0.279$ ) ด้านเทคนิค ( $r = 0.225$ ) ด้านพฤติกรรม ( $r = 0.266$ ) มีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับต่ำกับการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร หรืออาคารชุด ไม่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยเขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร

## สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยลักษณะประชากรศาสตร์ ด้านรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ดังนั้น ในการปรับปรุงกลยุทธ์การตลาด การพิจารณาให้ความสำคัญต่อกลุ่มเป้าหมายให้ความสำคัญต่อระดับรายได้ของกลุ่มลูกค้าเป็นหลัก ซึ่งระดับของรายได้ลูกค้ามีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัย

จากผลการวิจัยนี้ ยังพบอีกว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายมีผลต่อการตัดสินใจซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานครอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ในการบริหารการตลาดของคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยต้องให้ความสำคัญต่อ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย เป็นสำคัญ กล่าวคือ มีการนำชมห้องตัวอย่างและให้ข้อมูลอย่างถูกต้องมีความยืดหยุ่นในการให้บริการตามความต้องการของลูกค้า สัญญาจะซื้อจะขายห้องชุดมีมาตรฐานน่าเชื่อถือ สภาพแวดล้อมโดยรอบที่ตั้งโครงการมีความเหมาะสม การจองซื้อมีความสะดวก รวดเร็วทำเลที่ตั้งโครงการใกล้รถไฟฟ้ามาก ทำเลที่ตั้งโครงการใกล้สถานทำงาน/สถานศึกษามาก ทำเลที่ตั้งโครงการใกล้ห้างสรรพสินค้ามาก

## ข้อเสนอแนะ

ถึงแม้ว่าปัจจัยด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร อาคารชุดและการก่อสร้างคอนโดมิเนียม ไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อคอนโดมิเนียมที่พักอาศัยของผู้บริโภค เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร แต่การให้ความรู้ด้านกฎหมายที่จำเป็นแก่ประชาชนก็ยังเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้ทราบแนวทางมาตรการการก่อสร้างภายใต้กฎหมายวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างคอนโดมิเนียมที่พักอาศัย เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้บริโภคเอง

## เอกสารอ้างอิง

- [1] สรัลรัชวี สุธรรมทวี และ กฤษฏา พชรวานิช. (2554). ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อคอนโดมิเนียมของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร
- [2] ณิชูปวิชญ์ คงเกียรติภาคิน. (ม.ป.ป). แนวโน้มซื้อขายบ้าน คอนโด ทาวน์เฮ้าส์ ที่อยู่อาศัย สิ้นเชื่อ. สืบค้นจาก <http://www.poolprop.com/th-th/Article/Read/61>.
- [3] กฤษดา เสือเอี่ยม. (2544) การสำรวจองค์ประกอบทางด้านคุณภาพที่มีผลต่อความพึงพอใจในการเลือกซื้อบ้านพักอาศัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี/กรุงเทพฯ. DOI : [https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve\\_Doi=10.14457/KMUTT.the.2001.113](https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_Doi=10.14457/KMUTT.the.2001.113)
- [4] ศิริวรรณ เสรีรัตน์; และคณะอื่นๆ. (2552). การบริหารการตลาดยุคใหม่: กรุงเทพฯ: ธรรมสาร



# **Technical Talk**

---

# GEOTECHNICS WITH GEOSYNTHETICS SEMINAR:

## NAUE Geosynthetics for Sanitary Landfill project

### ABSTRACT

Over the past 40 years, the advantages in utilising geosynthetic barriers versus traditional barrier materials have been well documented, e. g. greater project economy, extended service lives, enhanced environmental protection, and greater site safety. Achievements such as conserving water resources and enabling beneficial site reuse have even given geosynthetic engineering a level of importance. As such, the use of geosynthetic barriers has increasingly been required. However, there are regions and applications in which the use of these barrier technologies should be more widely adopted. This paper highlights the principles and practices of design using geosynthetic barriers and takes into account a number of different parameters. An ISO design guide aims to assist the process by identifying the various characteristics of barrier types and comparing them with the requirements of a variety of different applications. It also offers design advice to professionals involved in the design of civil engineering and construction solutions using geosynthetic materials. Overall, the intent is to encourage appropriate selection of materials and design methods to suit particular applications, rather than to redesign projects to suit predetermined materials. This paper will describe both the process and outcomes of a new ISO design guide for barrier systems, some of the challenges and make recommendations how it can be used to improve regulations across South East Asia. Further, an example of successful use of barrier systems for encapsulation of various waste types from Thailand with an innovative barrier system is described.

**Bentofix® and Bentofix® X** geosynthetic clay liners are needle-punched composites used for containment systems. PE extruded coatings are available to enhance performance for certain sites and applications

**Carbofol®** geomembranes are made of high density polyethylene for long-term barrier durability and performance

**Combigrd®** is a composite reinforcement material that combines Secugrid® geogrid and Secutex® nonwoven geotextiles in a single product roll

**Secudrain®** is a three-dimensional, geosynthetic drainage system for the management of liquids and gases

**Secugrid®** is a robust, stable geogrid for soil reinforcement applications

**Secugrid® HS** geogrids are high-tensile reinforcement elements

**Secumat®** is a three-dimensional anti-erosion mat

**Secutex®** is a mechanically strengthened nonwoven material for separation, filtration, protection and drainage applications

**Secutex® Soft Rock** is a geobag or container made from needle-punched filter nonwovens for filling with sand

**NAUE**  
Geotechnics with geosynthetics

**CONTINUITY AND SUSTAINABILITY**  
Environment and Responsibility

## ขอขอบคุณ

บุคคลผู้มีรายนามต่อไปนี้ที่เป็นคณะกรรมการวิชาการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาคัดเลือกบทความและบทความที่ตีพิมพ์  
ในเอกสารประกอบการประชุมฯ อีเล็กทรอนิกส์

### สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

ศ.กิตติคุณ ดร. วิชาญ ศรีสถิตย์  
รศ.ดร.วันเพ็ญ วิโรจน์กูฏ  
รศ.ดร.เพชรพร เขาวงกตเจริญ

### ศูนย์วิชาการเพื่อขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหาลพิษอากาศ

รศ.วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์

### วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

อ.ดร.แสน กิ่งดินนันทน์

### ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผศ.ดร.ศรัณย์ เตชะเสน  
ผศ.ดร.ดาว สุวรรณแสง จันเจริญ

### ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ.ดร.ชาติ เจียมไชยศรี  
รศ.ดร.สุชาติ เหลืองประเสริฐ

### คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ผศ.ดร.ธงชัย ขนากแก้ว  
ผศ.ดร.เพ็ญศรี วัจนละญาณ

### ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ศ.ดร.วิชญ์ มีอยู่

### มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผศ.ดร.นราวิชต์พร นวลสวรรค์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม  
ผศ.ดร.พรรณวดี สุวัฒน์กะ สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

### มหาวิทยาลัยนเรศวร

รศ.ดร.ดลเดช ตั้งตระการพงษ์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์  
อ.ดร.เจษฎา โพธิ์จันทร์ คณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน

### คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รศ.ดร.วิภาดา เตชะปัญญา ภาควิชาวิศวกรรมเคมี  
ผศ.ดร.มงคล ปุຍุตานนท์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

### สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

รศ.ดร.วิภาวี เตชะปัญญา

### คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา

รศ.ดร.ต่อพงศ์ กรีธาชาติ

### คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผศ.ดร.นิตา ชัยมูล

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

ผศ.ดร.เกียรติสุดา สมณา

ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ผศ.ดร.โกวิท สุวรรณหงษ์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

รศ.ดร.ตระการ ประภัสพงษา

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รศ.ดร.บุญชัย วิจิตรเสถียร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

ผศ.ดร.อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รศ.ดร.เกษมสันต์ มโนมัยพิบูลย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

รศ.ดร.เสรีย์ ตูประกาย

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อ.ดร.ปรานิน แสงอรุณ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อ.ดร.ประชุม คำพุ่ม

---

## วิทยากร

Mr. Shigeo Ueda

Chairman, LSA

Mr. Fumiyoshi Ohno

Secretary General of APLAS Permanent office, LSA

Assoc. Prof. Warawut Suedee, Ph.D.

Vice President of EEAT

Assoc. Prof. Chart Chiemchaisri, D.Eng.

Technical Committee Chairman of EEAT / Kasetsart University

Prof. Enri Damanhuri, Ph.D.

Institute Technology Bandung, Indonesia

Prof. Kaimin Shih, Ph.D.

The University of Hong Kong

Prof. Kazuei Ishii, Ph.D.

Hokkaido University, LSA, Japan

Assoc. Prof. Dondej Tungtakanpoung, Ph.D.

Board Committee of EEAT / Naresuan University

Mr. Károly Kovács

Chairman of Hungarian Water Partnership

Assoc. Prof. Pongsak (Lek) Noophan, Ph.D.

Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering,  
Kasetsart University, Thailand

Prof. Satoshi Okabe, Ph.D.

Division of Environmental Engineering, Graduate School of Engineering,  
Hokkaido University, Sapporo, Japan

Prof. Emeritus Jih-Gaw Lin, Ph.D., P.E.

Institute of Environmental Engineering, National Yang Ming Chiao  
Tung University, Taiwan

ศ.ดร.จรงค์ ผลประเสริฐ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

รศ.ดร.พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณสมศักดิ์ ปีสานนท์

ผู้เชี่ยวชาญการประปานครหลวง ระดับ 9 สังกัด รองผู้ว่าการ (ผลิตน้ำ)

ดร.เกศรัชฎา กลั่นกรอง

ผู้อำนวยการส่วนวิชาการจัดการคุณภาพน้ำ สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ

กรุงเทพมหานคร

ดร.จิรเมธ ช่างคล่อม

ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

---

## ผู้ดำเนินรายการ

---

รศ.ดร.วันเพ็ญ วิโรจน์ภูมิ	สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย
ศ.ดร.วิษณุ มีอยู่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
รศ.ดร.วิภาดา เดชะปัญญา	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รศ.ดร.เสรีย์ ตู๊ประกาย	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ผศ.ดร.พรรณวดี สุวัฒน์ิกะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.นราวิชต์พร นวลสุวรรณค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.นิตา ชัยมูล	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร.อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
อ.ดร.ปธานิน แสงอรุณ	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
อ.ดร.สุชума ชิตาภรณ์พันธุ์	มหาวิทยาลัยพะเยา
Mr. Taisuke Odera	LSA Japan





**Environmental Engineering Association of Thailand**

122/4 Soi Rawadee, Rama VI Rd., Phayathai, Bangkok 10400, Thailand

Tel: + 66 2617 1530-1 Fax: +66 2 279 9720

E-mail: [info@eeat.or.th](mailto:info@eeat.or.th) Website: <http://www.eeat.or.th>