



การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง  
Development a prototype of the smart bin  
for supporting solid waste management at source

ศิริชัย สาระมันัส  
วรินธร บุญยะโรจน์

งานวิจัยได้รับการจัดสรรงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง

ผู้วิจัย ศิริชัย สารมนัส  
วรินทร์ บุญยะโรจน์

ปีที่ทำวิจัย พ.ศ. 2564

### บทคัดย่อ

การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการทำงานของถังขยะให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน การออกแบบต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ ตัวถังเป็นพลาสติก มีฝาปิดมิดชิด ขนาด 25 ซม. x 36 ซม. x 48 ซม. ปริมาตรของถังขยะโดยรวม 31.5 กิโลกรัม โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM STM32F4 Series ควบคุมการทำงาน มีเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ เซนเซอร์วัดค่าระดับด้วยอัลตราโซนิก เซนเซอร์วัดค่าระยะทางด้วยอินฟราเรด และเซนเซอร์วัดค่าน้ำหนักด้วยโหลดเซลล์ ส่วนแสดงผลข้อมูล ควบคุมการเปิดและปิดถังด้วยเซอร์โวมอเตอร์ ต้นแบบถังขยะอัจฉริยะสามารถแจ้งเตือนปริมาณขยะ สามารถแสดงระดับของขยะ และแสดงน้ำหนักของขยะที่อยู่ภายในถัง รวมทั้งแสดงค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในถัง สำหรับระยะเวลาการตอบสนองของเซนเซอร์ที่เหมาะสมสำหรับการเปิดปิดฝาถังขยะมีค่าอยู่ในช่วง 20-50 ซม. และในการเปิดฝาถังขยะแต่ละครั้งใช้ระยะเวลาการคงสถานะการเปิดฝาถังขยะประมาณ 7-9 วินาที คิดเป็นระยะเวลาเฉลี่ย  $7.4 \pm 0.9$  วินาที โดยงานวิจัยนี้จะมีส่วนช่วยในการส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทางอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดปัญหาขยะตกค้างสะสม

คำสำคัญ : ถังขยะอัจฉริยะ การจัดการขยะที่ต้นทาง การแจ้งเตือนอัตโนมัติ ไมโครคอนโทรลเลอร์

Title	Development a prototype of the smart bin for supporting solid waste management at source		
Researcher	Sirichai	Saramanus	
	Varinthorn	Boonyaroj	
Year	2021		

### Abstract

Develop a prototype of the smart bin for supporting solid waste management at the source. The objective is to develop the functionality of the smart bin to meet the requirements of users. A body design of the smart bin prototype made from plastic with a lid, size 25 cm. x 36 cm. x 48 cm., the total volume of the smart bin was 31.5 kg, and using ARM STM32F4 series micro controller to control the functions of the smart bin. There is a sensor to measure the temperature and humidity. Ultrasonic level sensor Infrared distance measuring sensor and weight sensor with load cell data display controlling the opening and closing of the smart bin by servo motor. A Smart bin prototype can show the amount of waste. Moreover, the level of waste and the weight of the waste inside were showed. The smart bin was showed relative temperature and humidity values inside a bin. The optimum distance to the reflective object of the sensor for opening and closing the smart bin was in the range of 20-50 cm. The Smart bin lid provided approximately 7-9 seconds to maintain the status to lid open, representing an average time of  $7.4 \pm 0.9$  seconds. This research will help promote waste management at the source and effectively benefits to solve the problem of waste accumulation in place.

**Keywords:** Smart bin, solid waste management at source, automatic notification, micro controller

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ สถานที่ อุปกรณ์ ในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการและวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ฝ่ายการเงินและพัสดุทุกท่าน

ท้ายสุดนี้ คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะนำผลงานวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์

คณะผู้วิจัย



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
บัญชีตาราง	(ฉ)
บัญชีภาพประกอบ	(ช)
<b>1. บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	3
1.5 แผนการดำเนินการวิจัยโครงการวิจัย	3
<b>2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>4</b>
2.1 ขยะ ปริมาณ และประเภท	4
2.2 องค์ประกอบขยะ (Solid Waste Compositions)	6
2.3 การจัดการขยะ (Solid Waste Management)	7
2.4 ผลกระทบจากการจัดการขยะไม่ถูกวิธี	8
2.5 ประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0)	10
2.6 แนวทางการจัดการขยะและการจัดการของเสียให้เหลือศูนย์ (Zero Waste) และระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)	10
2.7 เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์	11
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
<b>3. วิธีดำเนินการวิจัย</b>	<b>16</b>
3.1 สังเกตพฤติกรรมกาทิ้งขยะ	16
3.2 การออกแบบต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ	21
3.3 การทำงานของระบบและการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ	19

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	<b>23</b>
4.1 ผลการสังเกตพฤติกรรมการทำงานที่ขยะ	23
4.2 ผลของการออกแบบต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ	25
4.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ	27
<b>5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	<b>32</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย	32
5.2 ข้อเสนอแนะ	32
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>33</b>
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	<b>35</b>



## บัญชีตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบขยะ	6
3.1	ข้อกำหนดการออกแบบความสามารถของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ	17
4.1	การสังเกตและพฤติกรรมการทำงานของต้นแบบถังขยะเดือนมิถุนายน 2564	23
4.2	ความสามารถของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะตามข้อกำหนดการออกแบบ	26
4.3	น้ำหนักของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะและระดับอุปกรณ์เซนเซอร์	28
4.4	ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	28
4.5	ระยะเวลาการคงสถานะการเปิดฝาถังขยะ ประมาณ 7 – 9 วินาที	29
4.6	การตอบสนองแรงดันไฟฟ้าต่อระยะเวลาการตอบสนองของเซนเซอร์	30



## บัญชีภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
2.1	ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในประเทศไทย พ.ศ. 2553 – 2562	5
2.2	รูปแบบการจัดการขยะของประเทศไทย	5
2.3	ถังขยะและองค์ประกอบขยะของไทย	7
3.1	แบบร่างรูปทรงของถังขยะ	16
3.2	ขนาดของถังขยะปกติก่อนการปรับปรุง	17
3.3	ขนาดของถังขยะหลังการปรับปรุงเป็นถังขยะอัจฉริยะ	18
3.4	แบบแสดงขนาดก่อนและหลังการปรับปรุงแบบซ้อนทับกัน	18
3.5	แบบแสดงขนาดก่อนและหลังการปรับปรุงแบบแยกกัน	19
3.6	แบบไดอะแกรมแผนผัง (Schematic Diagram)	21
3.7	แผนผังการทำงานของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ	22
4.1	ปริมาณขยะเฉลี่ยที่เกิดขึ้นภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แยกรายประเภทเปรียบเทียบกับปริมาณขยะรวมที่เกิดขึ้นทั้งหมด	24
4.2	ด้านหน้าของถังขยะ	25
4.3	ด้านหลังของถังขยะ	25
4.4	การยกเปิดฝาถังขยะ	26
4.5	ภาพแสดงระยะของเซนเซอร์ของถังขยะจะทำงานในช่วงระยะ 20–50 เซนติเมตร	27
4.6	ระยะการทำงานของเซนเซอร์ ยี่ห้อ Sharp (รุ่น GP2Y0A02YK0F)	31
4.7	ระยะการทำงานของเซนเซอร์ในช่วงระยะการตอบสนอง 20–50 เซนติเมตร	31



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) แผนการปฏิรูปประเทศด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals (SDGs)) นโยบายรัฐบาล แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 -2564 ยุทธศาสตร์การจัดการมลพิษ 20 ปี และแผนจัดการมลพิษ พ.ศ. 2561-2580 นโยบายรัฐบาล เรื่องการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนาและนวัตกรรม นโยบายมหาวิทยาลัยที่ต้องพัฒนางานวิจัย นวัตกรรม เพื่อการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ ซึ่งการวิจัยนี้เป็นตอบสนองนโยบายรัฐบาลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ และการจัดการ Zero waste to landfill ส่งเสริมการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครนั้น เป็นหน่วยงานทางการศึกษาทำหน้าที่ให้บริการด้านการศึกษา มีผู้เข้ารับบริการในพื้นที่ทั้งนักศึกษาและคณาจารย์ ภายในคณะและจากคณะต่างๆ ปัจจุบันประสบปัญหาทางการจัดการขยะ เช่น มีขยะตกค้าง ขยะล้นถัง เป็นจำนวนมาก ทำให้พื้นที่เกิดความสกปรก ผู้มีหน้าที่ดำเนินการไม่สามารถดูแลได้อย่างทั่วถึง ไม่สามารถทราบได้ว่ามีขยะจำนวนเท่าใดที่ตกค้างภายในถัง ส่งผลให้มีปริมาณขยะมากเกินกว่าที่จะดูแลได้อย่างครอบคลุม การจัดการขยะที่เกิดขึ้นภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ นั้น จะต้องศึกษาปริมาณขยะที่เกิดขึ้น และแนวทางการจัดการขยะที่สำคัญ คือ การคัดแยกก่อนทิ้ง การจัดการประเภทขยะ การใช้ประโยชน์ขยะทั้งขยะชุมชน และขยะติดเชื้อและ/ขยะอันตราย ตลอดจนการส่งเสริมและการสนับสนุนการเรียนรู้ด้านการจัดการขยะทั้งปริมาณและการแยกประเภทของขยะ

จากข้อมูลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ เพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง ตอบสนองนโยบายของรัฐบาล และนโยบายของมหาวิทยาลัยฯ รวมถึงรองรับนโยบายของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ต้องการพัฒนาทางด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย (Green & Clean Faculty) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยส่งเสริมการจัดทำสำนักงานสีเขียว หรือ Green Office งานวิจัยดังกล่าวเป็นเครื่องมือในการแจ้งเตือนปริมาณขยะภายในถัง และช่วยลดปัญหาขยะตกค้าง ขยะล้นถัง อันจะทำให้เกิดความสกปรกของพื้นที่ และส่งผลต่อภาพลักษณ์ขององค์กร

---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

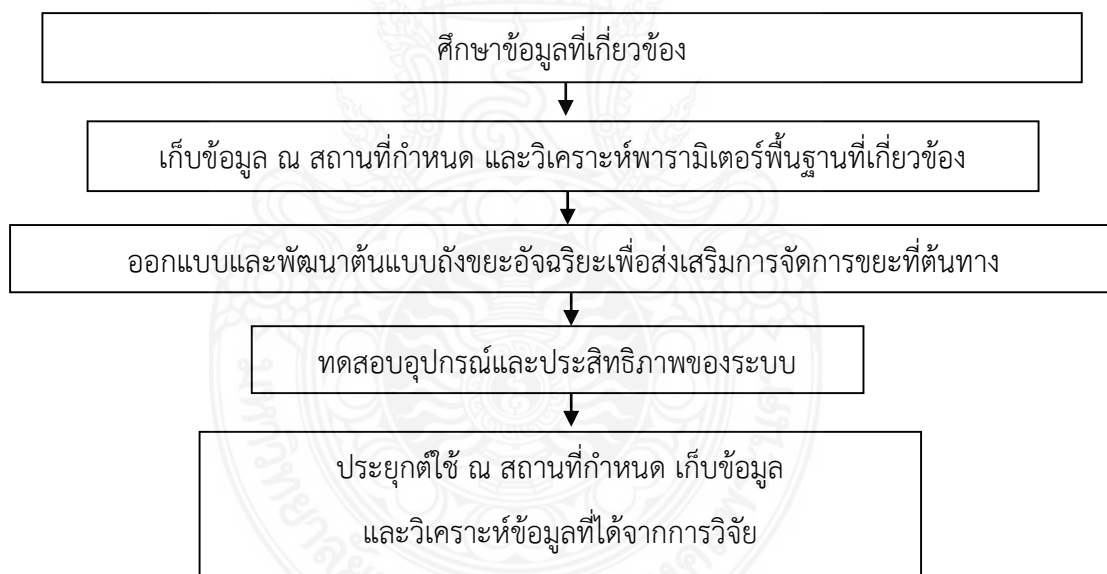
## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ
- 1.2.2 เพื่อนำต้นแบบถังขยะอัจฉริยะไปใช้ภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.2.3 เพื่อการถ่ายทอดองค์ความรู้จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะที่ต้นทางให้กับสถานศึกษา

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1 พื้นที่วิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- 1.3.2 กลุ่มเป้าหมายในถ่ายทอดองค์ความรู้จากการวิจัย คือ นักศึกษาและบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.3.3 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการแจ้งเตือนปริมาณขยะภายในถัง

## 1.4 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

## 1.5 แผนการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินโครงการวิจัย ตั้งแต่ วันที่ 1 ตุลาคม 2563 ถึง 30 กันยายน 2564



---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ขยะ ปริมาณ และประเภท

ขยะ (Solid Waste) หมายถึง เศษสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ทั้งที่เนาเปื่อยได้และไม่เนาเปื่อย แก้ว ซากสัตว์ มูลสัตว์ ฟุ่นละออง และเศษวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง ตลาดและโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยอาจสามารถองค์ประกอบของขยะประเภทต่างๆ เช่น เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า กระจกพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร แก้ว มูลสัตว์ ซากสัตว์ สิ่งที่เกิดจากกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่นๆ (พระราชบัญญัติการสาธารณสุข, 2535) ปัจจุบันขยะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ การเมือง สังคม ตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยี การอยู่อาศัยอย่างหนาแน่น หากใช้วิธีกำจัดที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยขยะที่เกิดขึ้นจากชุมชนนั้นจะมีแหล่งกำเนิดขยะที่แตกต่างกัน ได้แก่ บ้านเรือน (Residential Wastes) พาณิชยกรรม (Commercial Wastes) โรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Wastes) หน่วยงานและสถาบัน (Institution Wastes) ขยะจากการรื้อถอนทำลายสิ่งปลูกสร้าง (Demolition Wastes) พื้นที่สาธารณูปโภค (Infrastructure Systems) ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment Systems) พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Wastes)

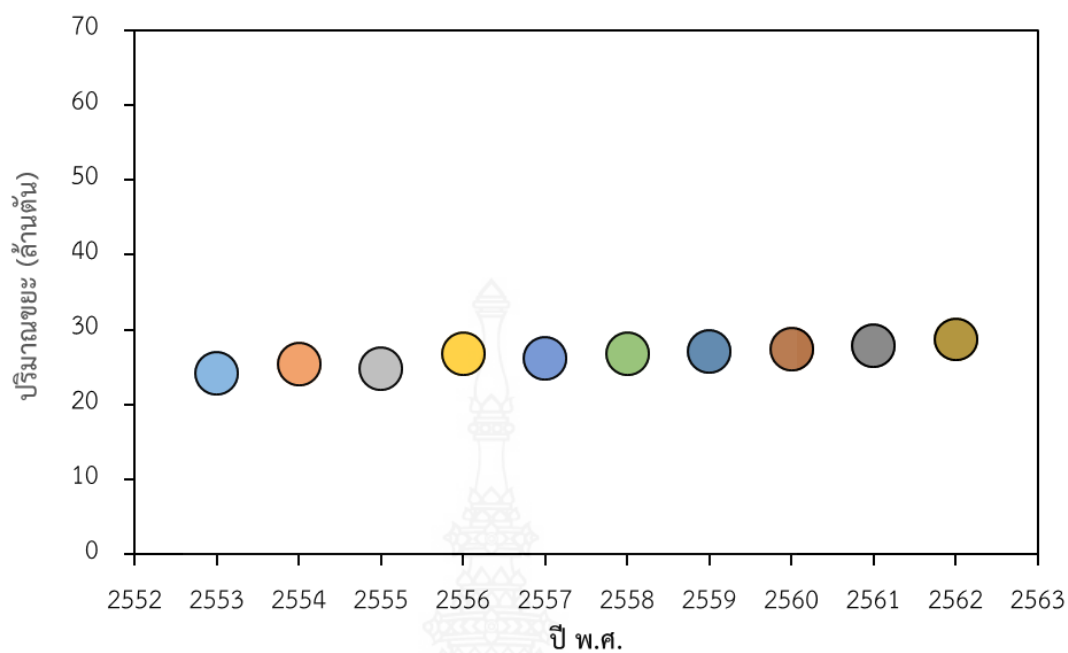
ข้อมูลรายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2562 ได้รายงานปริมาณขยะที่เกิดขึ้นตั้งแต่ พบว่า ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2553 – 2562 นั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และมีปริมาณขยะมีค่าอยู่ในช่วง 24.22 – 27.93 ล้านตัน เฉลี่ย  $26.52 \pm 1.41$  ล้านตัน ดังแสดงข้อมูลใน **ภาพที่ 2.1** โดยแบ่งประเภทของข้อมูลไว้ 3 ประเภทหลัก ได้แก่ การกำจัดขยะอย่างถูกต้อง การกำจัดขยะที่ไม่ถูกต้อง และการนำขยะ/ของเสียกลับไปใช้ประโยชน์ จากข้อมูลดังกล่าว พบว่า ในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีการกำจัดขยะอย่างถูกต้อง ร้อยละ 34 การกำจัดขยะที่ไม่ถูกต้อง ร้อยละ 22 และการนำขยะ/ของเสียกลับไปใช้ประโยชน์ ร้อยละ 44 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลร้อยละของการจัดการขยะที่มีการกำจัดอย่างถูกต้องและร้อยละของการนำกลับไปใช้ประโยชน์นั้น ข้อมูลทั้งสองส่วนมีน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณการเกิดขยะทั้งหมด (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) ดังแสดงข้อมูลใน **ภาพที่ 2.2**

---

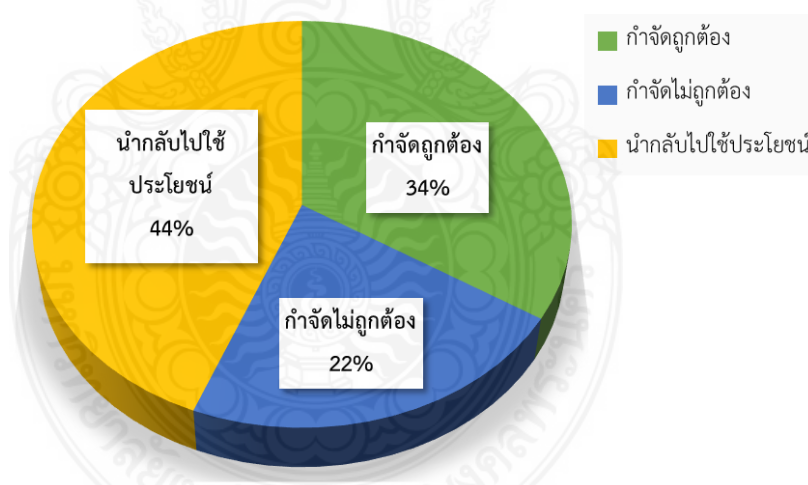
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมณีส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์



ภาพที่ 2.1 ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในประเทศไทย พ.ศ. 2553 – 2562



ภาพที่ 2.2 รูปแบบการจัดการขยะของประเทศไทย

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

## 2.2 องค์ประกอบขยะ (Solid Waste Compositions)

ขยะประกอบด้วยวัสดุต่างๆ หลากหลายชนิด (Heterogeneous) สำหรับองค์ประกอบของขยะนั้นจะเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะของแหล่งกำเนิด ฤดูกาล ตลอดจนพฤติกรรมของชุมชนนั้นๆ ซึ่งลักษณะองค์ประกอบของขยะ สามารถแสดงได้ดัง ตารางที่ 2.1 ซึ่งจำแนกองค์ประกอบของขยะจากการเผาไหม้ได้ โดยกลุ่มของขยะที่เผาไหม้ได้ ได้แก่ จำแนกองค์ประกอบของขยะชุมชนโดยทั่วไป ได้แก่ เศษอาหาร กระดาษ ผ้า เศษหญ้า กิ่งไม้และใบไม้ พลาสติก ยาง หนังสื กลุ่มของขยะที่เผาไหม้ไม่ได้ ได้แก่ แก้ว โลหะทั้งที่เป็นเหล็กและไม่ใช่เหล็ก กระเบื้อง อิฐ หิน กรวด ทราย (กรมควบคุมมลพิษ, 2536)

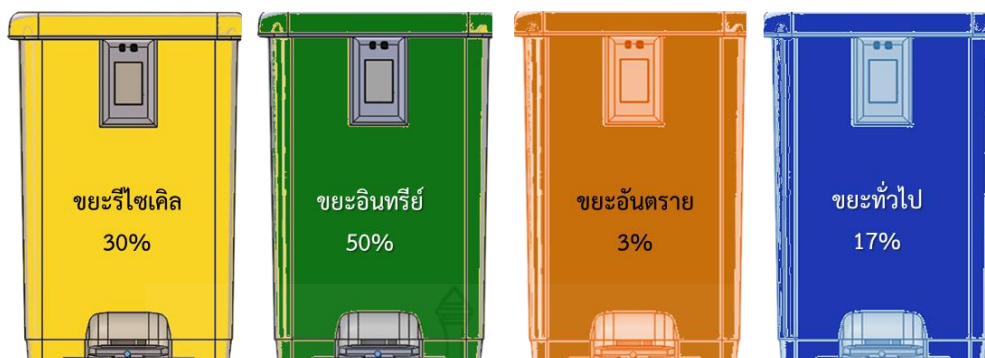
ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบขยะ

องค์ประกอบขยะ	การเผาไหม้	
	การเผาไหม้ได้	การเผาไหม้ไม่ได้
เศษอาหาร	✓	
กระดาษ	✓	
ผ้า	✓	
เศษหญ้า กิ่งไม้ และใบไม้	✓	
พลาสติก	✓	
ยาง	✓	
หนัง	✓	
แก้ว		✓
โลหะ		✓
กระเบื้อง		✓
อิฐ หิน กรวด ทราย		✓

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์



ภาพที่ 2.3 ถังขยะและองค์ประกอบขยะของไทย

## 2.3 การจัดการขยะ (Solid Waste Management)

ขยะมีปริมาณ ชนิด และประเภทที่แตกต่างกันตามประเภทของแหล่งกำเนิด ฤดูกาล และพฤติกรรมของชุมชนนั้นๆ ซึ่งหากขยะมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น จะต้องมีการแนวทาง/เทคโนโลยีในการจัดการขยะที่เหมาะสม สำหรับเทคโนโลยีการจัดการขยะที่เหมาะสม สามารถแบ่งออกเป็นวิธีต่างๆ ตามประเภทขององค์ประกอบขยะ ได้แก่ การหมักทำปุ๋ยสำหรับการจัดการขยะอินทรีย์ การเผาขยะในเตาเผาสำหรับการจัดการขยะที่มีการให้ค่าความร้อนสูงและมีความชื้นต่ำเพื่อเปลี่ยนขยะให้อยู่ในรูปพลังงาน การฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะสำหรับการจัดการขยะที่ไม่เหมาะสมในการนำไปหมักทำปุ๋ยและเผาไหม้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2562)

ขั้นตอนการจัดการขยะในปัจจุบันจะเริ่มต้นจากการจัดการขยะที่ต้นทางโดยประยุกต์ใช้หลัก 3Rs (Reduce เพื่อลดการใช้, Reuse, Recycle โดยอาศัยการคัดแยกขยะเพื่อให้มีการจัดการขยะที่ง่ายขึ้น) จากนั้นจึงจะเป็นขั้นตอน Transformation และการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เพื่อนำไปสู่ขยะเหลือศูนย์ (Zero Waste)

## 2.4 ผลกระทบจากการจัดการขยะไม่ถูกวิธี

แหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงนำโรค และสาเหตุของการเกิดโรค เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับขยะมีโอกาสที่จะขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนมากยิ่งขึ้นได้ เพราะขยะมีทั้งความชื้นและสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหาร ขยะอินทรีย์ที่ทิ้งค้างไว้ จะเกิดการเน่าเปื่อยกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวัน นอกจากนี้หากมีการทิ้งขยะไว้นานๆ จะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงและสัตว์กัดแทะ เพราะมีทั้งอาหารและที่หลบซ่อน ดังนั้น ขยะที่ขาดการเก็บรวบรวม และการกำจัด จึงทำให้เกิดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญของเชื้อโรค แมลงวัน หนู แมลงสาบ ซึ่งเป็นพาหะนำโรคมารูคน นอกจากนี้การเก็บรวบรวมและการกำจัดขยะไม่ดี ทำให้มีขยะตกค้างในชุมชน จะเป็นบ่อเกิดของเชื้อโรคต่างๆ เช่น ตับอักเสบบวม เชื้อไทฟอยด์ เชื้อโรคเอดส์ และอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถเป็นแหล่งกำเนิดและอาหารของสัตว์ต่างๆ ที่เป็นพาหะนำโรคมารูคน เช่น แมลงวัน แมลงสาบ และหนู เป็นต้น นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดความรำคาญและมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจาก กลิ่นรบกวน กระจายอยู่ทั่วไปในชุมชน ฝุ่นละอองที่เกิดจากการเก็บรวบรวมการขนถ่าย และการกำจัดขยะก็ยังคงเป็นเหตุรำคาญที่มักจะได้รับกรร้องเรียนจากประชาชนในชุมชนอยู่เสมอ โดยขยะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดมลพิษของน้ำ มลพิษของดิน และมลพิษของอากาศ เนื่องจากขยะส่วนที่ขาดการเก็บรวบรวม หรือไม่นำมากำจัดให้ถูกวิธี ปล่องทิ้งค้างไว้ในพื้นที่ของชุมชน เมื่อมีฝนตกลงมาจะไหลชะนำความสกปรก เชื้อโรค สารพิษจากขยะไหลลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำเกิดเน่าเสียได้ และนอกจากนี้ขยะยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพดิน ซึ่งจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของขยะ ถ้าขยะมีซากถ่านไฟฉาย ซากแบตเตอรี่ ซากหลอดฟลูออเรสเซนต์มาก จะส่งผลกระทบต่อปริมาณโลหะหนักพวกปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ในดินมาก ซึ่งจะส่งผลเสียต่อระบบนิเวศน์ในดิน และสารอินทรีย์ในขยะ โดยเมื่อขยะเมื่อมีการย่อยสลายจะเกิดน้ำชะขยะ (Leachate) หมายถึง ของเหลวที่ไหลชะล้างหรือผ่านออกมาจากขยะ ซึ่งอาจประกอบด้วย สารละลาย หรือสารแขวนลอยผสมอยู่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) ซึ่งองค์ประกอบของขยะและอายุของขยะนั้นๆ จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงลักษณะสมบัติของน้ำชะขยะ (Leachate Characteristics) หากรั่วไหลออกสู่สิ่งแวดล้อมจะทำให้เกิดสภาพความเป็นกรดในดิน และเมื่อฝนตกมาชะกองขยะจะทำให้ น้ำเสียจากกองขยะไหลปนเปื้อนดินบริเวณรอบๆ ทำให้เกิดมลพิษของดินได้ การปนเปื้อนของดิน ยังเกิดจากการนำขยะไปฝังกลบ หรือการลักลอบนำไปทิ้งทำให้ของเสียอันตรายปนเปื้อนลงสู่ดิน ถ้ามี

---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมณีส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์



การเผาขยะกลางแจ้งทำให้เกิดควันมีสารพิษทำให้คุณภาพของอากาศเสีย ส่วนมลพิษทางอากาศจากขยะนั้น อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากมลสารที่มีอยู่ในขยะและพวกแก๊สหรือไอระเหย ที่สำคัญก็คือ กลิ่นเหม็นที่เกิดจากการเน่าเปื่อย และสลายตัวของอินทรีย์สารเป็นส่วนใหญ่ รวมถึงส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ง่าย เช่น โรคทางเดินอาหารที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่มีแมลงวันเป็นพาหะนำโรคหรือการได้รับสารพิษปนเปื้อนที่มาจากของเสียอันตราย

ในปัจจุบันประเทศไทยยังคงมีอัตราการการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ กล่าวคือ อัตราอัตราการการนำกลับมาใช้ใหม่ของประเทศไทยอยู่ที่ร้อยละ 23 ในขณะที่ฮ่องกง สิงคโปร์ และเกาหลีใต้ มีอัตราการอัตราการการนำกลับมาใช้ใหม่ ร้อยละ 36, 39 และ 45 ตามลำดับ โดยในบางประเทศมีการนำขวดพลาสติกประเภทต่างๆ เช่น ขวดพีอีที (PET) ชนิดใส นำไปผลิตเส้นใยสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ เช่น การผลิตเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม เป็นต้น

การเก็บรวบรวม การกำจัดขยะ และการเก็บรวบรวมขยะเพื่อส่งไปกำจัด ณ สถานที่กำจัดขยะอย่างถูกหลักสุขาภิบาล โดยการเก็บรวบรวมขยะนั้น จะเป็นการเก็บขยะใส่ไว้ในภาชนะ เพื่อรอพนักงานเก็บขนขยะมาเก็บขนไปเทใส่รวบรวมในรถบรรทุกขยะ และการที่พนักงานกวาดถนนเก็บรวบรวมขยะไว้ให้รถเก็บขนขยะ โดยขยะที่รวบรวมจากแหล่งต่างๆ จะถูกนำไปถ่ายใส่ในรถบรรทุกขยะ เพื่อที่จะขนส่งต่อไปยังสถานกำจัดขยะ การเก็บรวบรวมที่ถูกต้องควรใช้ภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด น้ำไม่สามารถจะรั่วซึมได้ เช่น ถังเหล็กหรือถังพลาสติก การใช้ถังเหล็กอาจจะฝุ่กร่อนได้ง่ายกว่าถังพลาสติกไม่ควรใช้แข่งในการเก็บรวบรวมขยะ

## 2.5 ประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0)

การสร้างความสำเร็จจากภายใน Thailand 4.0 เน้นการปรับเปลี่ยนใน 4 ทิศทาง โดยน้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และการพัฒนาที่สมดุล” ใน 4 มิติ ประกอบด้วย ความ มั่งคั่งทางเศรษฐกิจ (Economic Wealth) ความอยู่ดีมีสุขของผู้คนในสังคม (Social Well-beings) การรักษาสีงแวดล้อม (Environmental Wellness) และการยกระดับศักยภาพและคุณค่าของมนุษย์ (Human Wisdom) การพัฒนาที่สมดุลใน 4 มิติของ Thailand 4.0 ตามแนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงนี้ สอดรับกับ 17 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals) ของสหประชาชาติได้อย่างลงตัว 1.2) สำหรับปริมาณกากอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้ทำการประเมินปริมาณกากอุตสาหกรรม โดยใช้ “ปริมาณกากอันตรายและกากไม่อันตรายที่โรงงานแต่ละประเภท มีการแข่งขันส่งออกไปกำจัดทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2557 เทียบกับจำนวนรวมมวลรวมของโรงงานแต่ละประเภท” จากการคำนวณ พบว่า ประเทศไทยควรมีกากอันตรายปีละ 3.35 ล้านตัน และมีกากไม่อันตรายปีละ 50.30 ล้านตัน และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณกากอุตสาหกรรมที่โรงงานได้ขออนุญาตออกไปบำบัด/กำจัด/รีไซเคิล และแข่งขันส่งแล้วจริง ในปี พ.ศ. 2557 สำหรับกากอันตราย จำนวน 1.03 ล้านตัน (หรือร้อยละ 31) และกากไม่อันตราย จำนวน 12.24 ล้านตัน (หรือร้อยละ 24) (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2561)

## 2.6 แนวทางการจัดการขยะและการจัดการของเสียให้เหลือศูนย์ (Zero Waste) และระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)

แนวทางการจัดการขยะ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

2.6.1 ขยะเหลือศูนย์ (Zero Waste) โดยใช้หลัก 3Rs (Reduce, Reuse, Recycle) ผ่านกระบวนการคัดแยกขยะ

2.6.2 การส่งเสริมผลิตภัณฑ์ประเภท Green Product

2.6.3 การบริหารจัดการขยะแบบผสมผสานโดยใช้ระบบ Zero Landfill ซึ่งหมายถึง ขบวนการลดปริมาณขยะโดยการนำขยะที่ผ่านการบำบัดแล้วออกจากพื้นที่ให้ได้ถึง 90% ซึ่งส่วนที่

---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมณีส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

เหลือจะอยู่ในระบบบำบัดและขยะที่นำออกไปนั้นสามารถพัฒนาให้เกิดมูลค่าและนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ดังนี้ - CDM (นำไปชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) - CPR (วัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตเป็นเม็ดพลาสติก) - RDF (ขยะที่สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงพลังงานทดแทน) - Compost (ขยะขยะที่สามารถย่อยสลายได้ สามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยใช้เพื่อการเกษตร ที่เน้นการแปรรูปเป็นพลังงาน

2.6.4 การรวมกลุ่มองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การบริหารจัดการขยะ โดยเชิญชวนภาคเอกชนร่วมลงทุน

2.6.5 การสร้างระบบ/เครื่องมือบริหารจัดการของเสียอันตรายชุมชน โดยเน้นการเรียกคืนซากของเสียอันตรายจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้ว ส่วนแนวคิดและหลักการของ Zero waste หรือการจัดการของเสียให้เหลือศูนย์ ซึ่งเป็นวิสัยทัศน์สำหรับศตวรรษใหม่ที่มีเป้าหมายและกระบวนการการเปลี่ยนแปลง การจัดการขยะขยะได้อย่างยั่งยืนตามหลัก 3Rs คือ ลดการใช้ (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) และ การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) การก้าวเข้าสู่สังคมปลอดขยะ (Zero Waste Society) ซึ่งผู้ผลิตต้องแสดงความรับผิดชอบต่อตลอดวงจรตั้งแต่กระบวนการผลิต การใช้งานและการกำจัดผลิตภัณฑ์ ซึ่งในระดับนโยบายนั้นจะต้องมีการบังคับใช้กฎหมายการฝังกลบและการเผาให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2562)

## 2.7 เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

ระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใดก็ตามที่มีการนำไปประยุกต์ใช้งาน มีความจำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์นำข้อมูลจากภายนอกเข้าไปประมวลผลภายในระบบคอมพิวเตอร์ตามกระบวนการทำงานที่ออกแบบไว้ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าว คือเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

### 2.7.1 เซนเซอร์

วิศรุต ศรีรัตน์ ได้อธิบายว่า เซนเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจรู้ปริมาณของตัวแปรต่างๆ เพื่อป้อนให้กับระบบและกระบวนการ (วิศรุต ศรีรัตน์ เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม) ตัวอย่างของเซนเซอร์อาทิเช่น เซนเซอร์วัดระยะทาง อุณหภูมิและความชื้น

### 2.7.2 ฟร็อกซิมีตีเซนเซอร์

ฟร็อกซิมีตีเซนเซอร์ ใช้หลักการทำงานของ อัลตราซาวด์ อินฟราเรด และค่าประจุ ฟร็อกซิมีตีเซนเซอร์บางอย่างอาจจะเรียกได้ว่า เซนเซอร์วัดระยะทาง อัลตราซาวด์ ใช้หลักการทำงานโดยส่งสัญญาณคลื่นเสียงช่วงสั้น และรอรับสัญญาณคลื่นเสียงสะท้อนกลับจากวัตถุที่อยู่ด้านหน้า สัญญาณคลื่นเสียงถูกสร้างขึ้นจากเพียโซอิเล็กทริกช่วงความถี่ระหว่าง 30 kHz และ 50 kHz ช่วงความถี่ดังกล่าวเกินความสามารถการรับรู้ของมนุษย์ อินฟราเรดใช้หลักการทำงานโดยส่งลำแสงอินฟราเรดจาก แอลอีดี ให้แสงสะท้อนวัตถุที่อยู่ด้านหน้า ตรวจรับการสะท้อนแสงได้จากโฟโตทรานซิสเตอร์หรือโฟโตไดโอด

#### เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

เอ็นทีซี เทอร์มิสเตอร์เป็นเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ ใช้หลักทำงานของค่าความต้านทานที่ลดลงเมื่อมีค่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ ใช้หลักการตรวจจับองค์ประกอบเพื่อวัดความชื้นสัมพัทธ์มี 2 ประเภทคือ เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์แบบความต้านทาน และเซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์แบบค่าประจุ

เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์แบบความต้านทาน ประกอบด้วยชั้นของแผ่นวัสดุแบบบางเช่น โพลีเมอร์ เกลือ หรือสารดูดความชื้นชนิดอื่น วางบนพื้นผิววัสดุที่มีส่วนประกอบจากเซรามิก หรือวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยา หลักการทำงานของเซนเซอร์จะใช้การดูดซับความชื้นในอากาศ ส่งผลให้ค่าการนำกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับการละลายของไอน้ำ กระแสไฟฟ้างกล่าวจะถูกแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อนำไปใช้งานในวงจรต่อไป

เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์แบบค่าประจุ ประกอบด้วยชั้นของแผ่นวัสดุแบบบางเช่น โพลีเมอร์ หรือโลหะออกไซด์ วางบนพื้นผิววัสดุที่มีส่วนประกอบจากเซรามิก หรือแก้ว แผ่นวัสดุแบบบางทำหน้าที่เป็นไดอิเล็กทริก ระหว่างโลหะสองชนิด อิเล็กโทรดทำหน้าที่เป็นเพลตของตัวเก็บประจุ ค่าไดอิเล็กทริกจะเปลี่ยนไปเมื่อแผ่นวัสดุแบบบางดูดซับความชื้น และทำให้ค่าประจุเปลี่ยนแปลง

โดยทั่วไปค่าประจุอยู่ในช่วง 0.2pF ถึง 0.5pF สำหรับการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ 1% แต่ครั้ง เป็นความสัมพันธ์แบบเส้นตรงที่รองรับช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 0% ถึง 100% (Charles Platt, 2016)

### 2.7.3 ทรานสดิวเซอร์

วิศรุต ศรีรัตน์ ได้ให้ความหมายของคำว่า ทรานสดิวเซอร์ หมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงพลังงานจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง (วิศรุต ศรีรัตน์ เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม) ตัวอย่างของทรานสดิวเซอร์ เช่น โหลดเซลล์ เป็นต้น

โหลดเซลล์ มีวัตถุประสงค์เพื่อการใช้งานในการวัดค่าน้ำหนักของวัตถุ หลักการในการวัดน้ำหนัก จะใช้การวัดเปลี่ยนแปลงจากแรง 2 วิธี คือ ตัวต้านทาน และเพียโซอิเล็กทริก

โหลดเซลล์ที่ใช้เพียโซอิเล็กทริก มีส่วนประกอบจากผลึกควอตซ์ ทำหน้าที่แปลงแรงเป็นแรงดันไฟฟ้าขนาดต่ำ สามารถทำการขยายแรงดันขนาดต่ำด้วยแอมพลิฟายเออร์ เซนเซอร์ชนิดนี้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงกับการใช้โหลดแบบคงที่ ค่าเอาต์พุตจะสูงสุดอย่างรวดเร็วและจากนั้น ค่อยๆ ลดลงจนเหลือศูนย์

โหลดเซลล์ที่ใช้ตัวต้านทาน ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้า เมื่อมีแรงกระทำ เช่น สเตรนเกจโลหะ และฟิล์มพลาสติก เซนเซอร์ชนิดนี้ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้า ต่อเมื่อมีแรงกดกระทำต่อตัวเซนเซอร์ (Charles Platt, 2016)

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรรณพงษ์ อยู่ภาค และคณะ (2559) การวางแผนการจัดการขยะขยะภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ได้กล่าวถึงการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยโดยผ่านทางการศึกษาปริมาณขยะที่เกิดขึ้น ได้พบแนวทางการจัดการโดย การคัดแยกก่อนทิ้ง การจัดการประเภทขยะ การใช้ประโยชน์ขยะ การจัดการขยะติดเชื้อและขยะอันตราย และการส่งเสริมและการสนับสนุนปริมาณและการแยกประเภทขยะ

---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

ปัญจพล ไทยปิยะ (2560) การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ภายใต้แผนงานวิจัย การพัฒนาระบบบริหารจัดการขยะเพิ่มสุขภาวะและเศรษฐกิจแบบสร้างสรรค์ ได้กล่าวถึง การออกแบบ พัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะที่คัดแยกบรรจุภัณฑ์โลหะควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

อานนท์ เนตรयोग และธิตติมา นริศเนตร (2562) ถังขยะอัจฉริยะ ได้กล่าวถึง การทำถังขยะที่สามารถแจ้งเตือนผ่านเว็บไซต์ สามารถเปิดปิดได้อย่างอัตโนมัติ ช่วยลดการสัมผัสเชื้อโรคบริเวณฝาถังขยะและช่วยให้เจ้าหน้าที่ทราบสถานะปริมาณขยะภายในถัง

ทิพานัน พงษ์สุวรรณ และคณะ (2562) ระบบติดตามถังขยะอัจฉริยะ ได้กล่าวถึงการนำเซ็นเซอร์วัดคุณภาพอากาศ การใช้ระบบนำทาง (GPS) และมีการแจ้งเตือนผ่านเว็บและแอปพลิเคชัน เพื่อแก้ไขปัญหาถังขยะในห้องสมุด

Mohan Kumar.V and et al. (2019) Design and Fabrication of Smart Bin ได้กล่าวถึงการนำเสนอระบบที่ใช้ในการแจ้งเตือนการเต็มของถังขยะโดยใช้การส่งข้อความแจ้งเตือนให้ผู้มีหน้าที่ในหน่วยงานเทศบาล เข้ามาจัดเก็บขยะได้ทันเวลา ลดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม

Aksan Surya Wijaya and et al. (2017) Design a Smart Waste Bin for Smart Waste Management ได้กล่าวถึงการนำเสนอถังขยะอัจฉริยะ ที่สามารถจัดการขยะในโครงการเมืองอัจฉริยะ ระบบประกอบด้วยเซนเซอร์ วัดน้ำหนักของเสีย และระดับของของเสียภายในถัง ระบบยังสามารถเชื่อมโยงเข้ากับเครือข่าย เพื่อจัดการข้อมูลทั้งหมดจากขยะ

Harnani Hassan and et al. (2018) A Low-Cost Automated Sorting Recycle Bin powered by Arduino Microcontroller ได้กล่าวถึงการนำเสนอการสร้างต้นแบบถังขยะรีไซเคิลด้วยกลไกการตรวจจับที่สามารถคัดแยกขยะรีไซเคิลได้ (เช่น โลหะ กระดาษ และพลาสติก) และสามารถคัดแยกของเสียตามประเภทได้โดยอัตโนมัติ ผลงานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าต้นแบบถังรีไซเคิลสามารถคัดแยกขยะได้ โดยเฉพาะขยะพลาสติก และสามารถที่จะนำไปใช้ในอนาคตได้

Kellow Pardini and et al. (2018) Smart Waste Bin: A New Approach for Waste Management in Large Urban Centers ได้กล่าวถึงการนำเสนอระบบบูรณาการที่รวมการระบุตัวตน ผ่านเซนเซอร์ อัลตราโซนิกและเซนเซอร์ โพลดเซลล์ อุปกรณ์ระบุตำแหน่ง และการติดต่อสื่อสารผ่านระบบการสื่อสารแบบเคลื่อนที่ ระบบดังกล่าวยังช่วยในการจัดตารางการจัดเก็บขยะให้มีประสิทธิภาพ โดยการค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุด



## บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

### 3.1 สังเกตพฤติกรรมการทิ้งขยะ

สังเกตและติดตามพฤติกรรมการทิ้งขยะของบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเก็บรวบรวมข้อมูลในวันจันทร์ ถึงวันศุกร์ ซึ่งเป็นเวลาปฏิบัติราชการตลอดเดือนมิถุนายน 2564 เพื่อพิจารณาถึงวงจรการเกิดขยะเพื่อนำมาใช้ประกอบการพัฒนาปรับปรุงการทำงานของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ โดยกำหนดเวลาในการเก็บข้อมูลออกเป็น 4 ช่วงเวลา ได้แก่ เวลา 8.30 น., 11.00 น., 13.00 น. และ 16.30 น. ตามลำดับ

### 3.2 การออกแบบต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ

คณะผู้วิจัยออกแบบถังขยะ ถังขยะก่อนติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ มีปริมาตร 30 ลิตร โดยแบบร่างรูปทรงของถังขยะ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.1 และระบุข้อกำหนดความสามารถของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ แสดงรายละเอียดดัง ตารางที่ 3.1



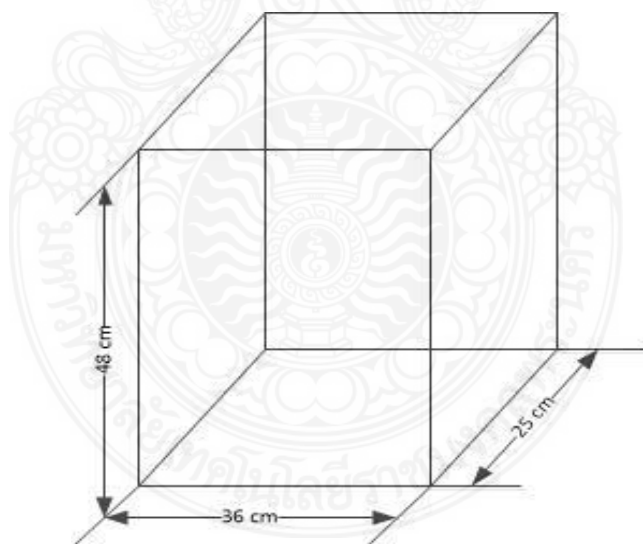
ภาพที่ 3.1 แบบร่างรูปทรงของถังขยะ



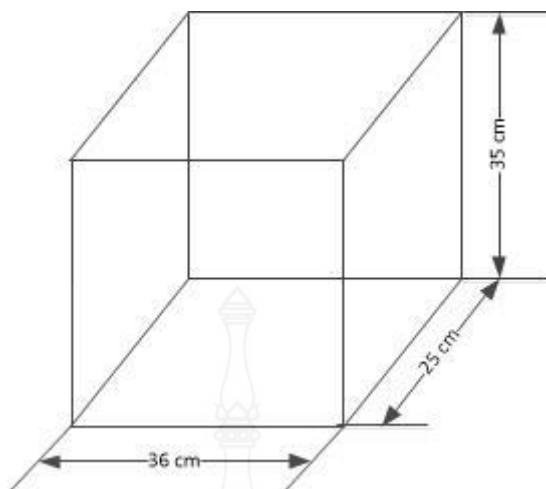
ตารางที่ 3.1 ข้อกำหนดการออกแบบความสามารถของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ

ลำดับ	รายละเอียด
1	บอกระดับของขยะที่อยู่ภายในถังได้
2	บอกน้ำหนักของขยะที่อยู่ภายในถังได้
3	บอกอุณหภูมิภายในภายในถังได้
4	บอกความชื้นภายในภายในถังได้
5	เปิดฝาถังขยะได้เมื่อมีคนอยู่ในระยะเซนเซอร์

สำหรับถังขยะปกติก่อนการปรับปรุงมีขนาด 25 cm x 36 cm x 48 cm โดยมีปริมาตร 43.2 ลิตร หรือ 43.2 กิโลกรัม ดัง ภาพที่ 3.2 โดยภายหลังการปรับปรุงถังขยะเพื่อพัฒนาเป็นถังขยะอัจฉริยะ ความสูงของถังขยะมีขนาดลดลง 13 cm จากความสูงเดิม กล่าวคือ ถังขยะภายหลังการปรับปรุงมีขนาด 25 cm x 36 cm x 35 cm มีปริมาตร 31.5 ลิตร หรือ 31.5 กิโลกรัม ดังแสดงใน ภาพที่ 3.3

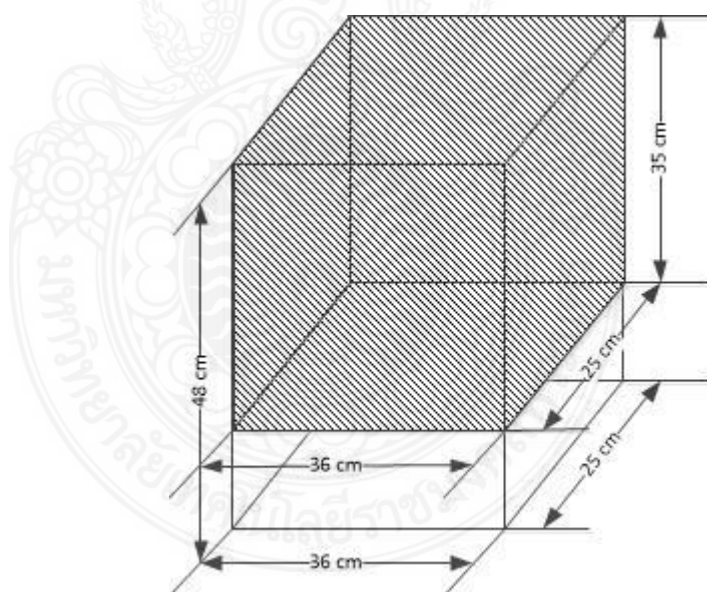


ภาพที่ 3.2 ขนาดของถังขยะปกติก่อนการปรับปรุง

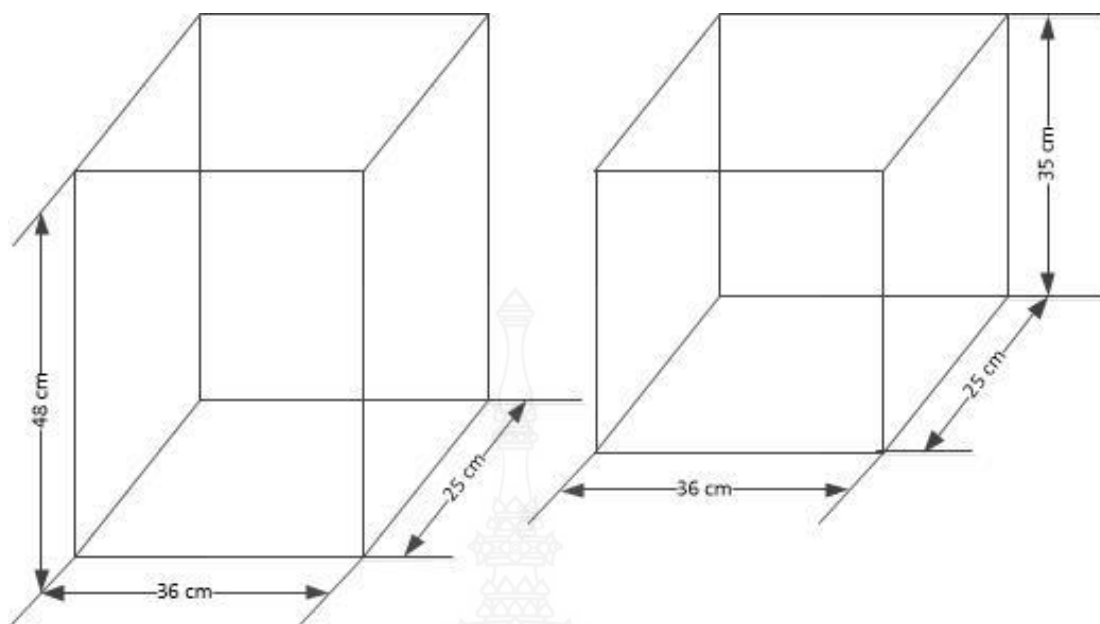


ภาพที่ 3.3 ขนาดของถังขยะหลังการปรับปรุงเป็นถังขยะอัจฉริยะ

เมื่อเปรียบเทียบขนาดก่อนและหลังการปรับปรุงถังขยะ สามารถแสดงขนาดก่อนและหลังการปรับปรุงแบบซ้อนทับกันและแบบแสดงขนาดก่อนและหลังการปรับปรุงแบบแยกกัน ได้ดัง ภาพที่ 3.4 และภาพที่ 3.5 ตามลำดับ



ภาพที่ 3.4 แบบแสดงขนาดก่อนและหลังการปรับปรุงแบบซ้อนทับกัน



ภาพที่ 3.5 แบบแสดงขนาดก่อนและหลังการปรับปรุงแบบแยกกัน

### 3.3 การทำงานของระบบและการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ

ใช้ Microcontroller ARM STM32 F4 Series ควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ ทำการควบคุมการนำข้อมูลเข้าและออก ดังนี้

เซนเซอร์อ่านค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature, Humidity Sensor) ผ่านทางพอร์ต Digital

เซนเซอร์อ่านค่าระดับของขยะด้วยอัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) ผ่านทางพอร์ต ADC (Analog to Digital Converters)

เซนเซอร์วัดค่าระยะทาง (Distance Measuring Sensor) ผ่านทางพอร์ต ADC (Analog to Digital Converters)

เซนเซอร์อ่านค่าน้ำหนัก (Load cell Sensor) ผ่านทางพอร์ต Digital

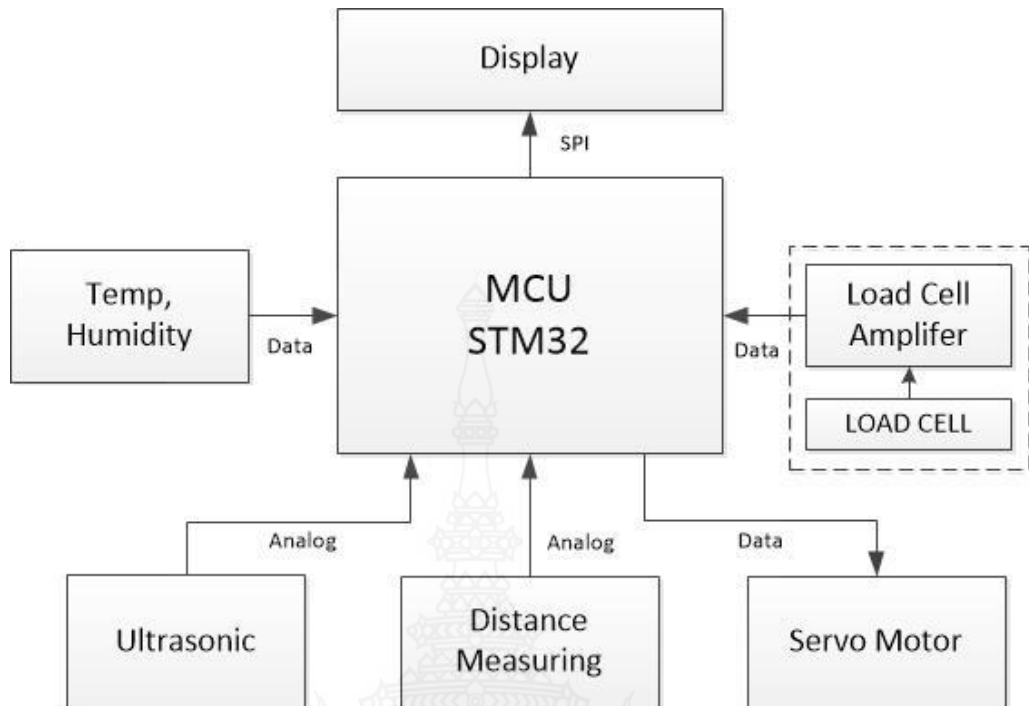
ส่วนควบคุมการเปิด/ปิดถัง (Servo Motor) ผ่านทางพอร์ต Digital ด้วยสัญญาณ PWM (Plus-width Modulation)

ส่วนแสดงผล (Display) ผ่านทางพอร์ต SPI (Serial Peripheral Interface)

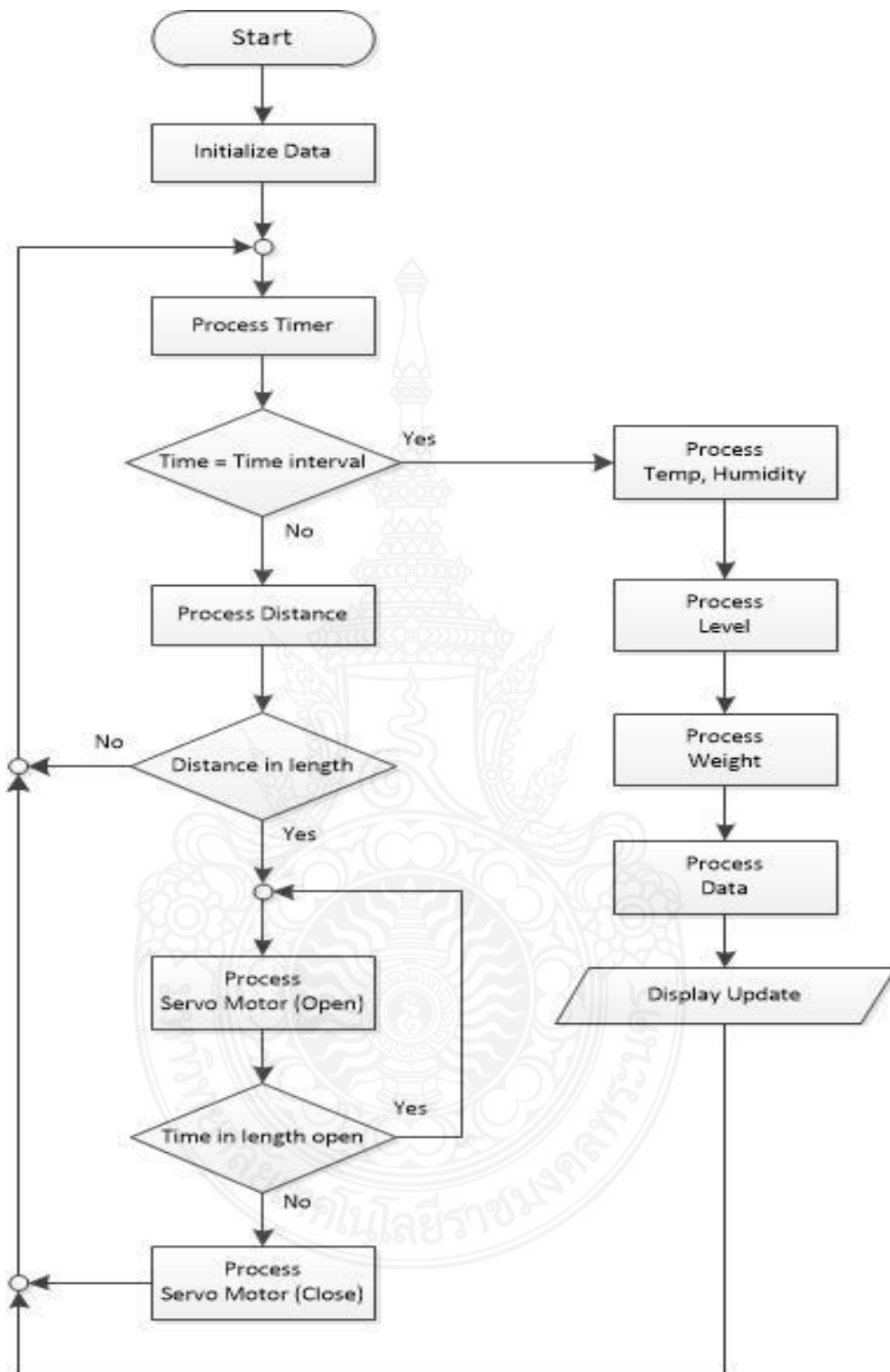
นอกจากนี้ แบบไดอะแกรมแผนผัง (Schematic Diagram) สามารถแสดงได้ดัง **ภาพที่ 3.6** การทำงานของระบบจะแสดงดัง **ภาพที่ 3.7** เริ่มต้นจาก ระบบจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นของระบบ อาทิเช่น ระบบฐานเวลาควบคุมการทำงาน (Timer) ส่วนการเชื่อมต่อระบบ Serial Peripheral Interface (SPI) Analog-to-digital Converter (ADC) ส่วนการควบคุม และส่วนอ่านข้อมูลจากค่า เซนเซอร์ต่างๆ จากนั้นระบบทำการประมวลผลฐานเวลา จากนั้นระบบทำการตรวจสอบฐานเวลา ตรงกับช่วงเวลาที่กำหนดหรือไม่ หากตรงระบบทำการประมวลผลเซนเซอร์อ่านค่าอุณหภูมิและค่า ความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature, Humidity Sensor) จากนั้นระบบทำการประมวลผลเซนเซอร์อ่านค่าระดับของขยะด้วยอัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) จากนั้นระบบทำการประมวลผลเซนเซอร์อ่านค่าน้ำหนัก (Load Cell Sensor) จากนั้นระบบทำการประมวลผลข้อมูลภายในระบบเพื่อนำไปใช้งานในส่วนอื่นต่อไป จากนั้นส่วนแสดงผลของระบบจะทำการปรับปรุงข้อมูลการแสดงผล

ในกรณีที่การตรวจสอบฐานเวลาไม่ตรงกับช่วงเวลาที่กำหนด ระบบจะทำการประมวลผล เซนเซอร์วัดค่าระยะทาง (Distance Measuring Sensor) แล้วทำการตรวจสอบกับระยะทางสะท้อน กับของวัตถุที่อยู่ด้านหน้าของถังขยะอยู่ในระยะที่กำหนดหรือไม่ หากอยู่ในระยะที่กำหนดระบบจะทำการประมวลผลให้ส่วนควบคุมการเปิด/ปิดถัง (Servo Motor) ทำการเปิดถัง จากนั้นระบบทำการ ตรวจสอบช่วงเวลาการเปิดถัง อยู่ในระยะเวลาที่กำหนดหรือไม่ หากยังอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนด ส่วน ควบคุมการเปิด/ปิดถัง (Servo Motor) จะยังทำการเปิดถังอยู่ จนกว่าไม่อยู่ในช่วงเวลาการเปิดถังที่ กำหนด ระบบจะทำการประมวลผลให้ส่วนควบคุมการเปิด/ปิดถัง (Servo Motor) ทำการปิดถัง หลังจากการตรวจสอบระยะทางสะท้อนกับของวัตถุที่อยู่ด้านหน้าของถังขยะไม่อยู่ในระยะที่กำหนด หรือ การประมวลผลส่วนควบคุมการเปิด/ปิดถัง (Servo Motor) ทำการปิดถังสำเร็จ หรือ ส่วน แสดงผลของระบบทำการปรับปรุงข้อมูลการแสดงผลสำเร็จ ระบบจะย้อนกลับไปทำการประมวลผล ฐานเวลาซ้ำการทำงานเดิม

สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ จะทดสอบการทำงาน และศึกษาประสิทธิภาพของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะตามข้อกำหนดของการออกแบบที่ได้กำหนดไว้ รวบรวมข้อมูล และจัดบันทึกข้อมูล



ภาพที่ 3.6 แบบไดอะแกรมแผนผัง (Schematic Diagram)



ภาพที่ 3.7 แผนผังการทำงานของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาด้านถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

## บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### 4.1 ผลการสังเกตพฤติกรรมกรรมการทิ้งขยะ

จากการสังเกตและติดตามพฤติกรรมกรรมการทิ้งขยะของบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเก็บรวบรวมข้อมูลในวันจันทร์ ถึงวันศุกร์ ซึ่งเป็นเวลาปฏิบัติราชการตลอดเดือนมิถุนายน 2564 โดยแต่ละวันมีการกำหนดเวลาในการเก็บข้อมูลออกเป็น 4 ช่วงเวลา ได้แก่ เวลา 8.30 น., 11.00 น., 13.00 น. และ 16.30 น. ตามลำดับ เพื่อพิจารณาถึงวงจรการเกิดขยะและนำข้อมูลที่ได้รับมาใช้ประกอบการพัฒนาปรับปรุงการทำงานของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ พบว่า ลักษณะการทิ้งขยะของบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์ ตลอดเดือนมิถุนายน 2564 มีการทิ้งขยะมากในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลได้ดัง ตารางที่ 4.1 และในแต่ละวันจะไม่มีขยะค้างอยู่ในถังขยะเพื่อป้องกันแมลงและสัตว์กัดแทะ

ตารางที่ 4.1 การสังเกตและพฤติกรรมกรรมการทิ้งขยะเดือนมิถุนายน 2564

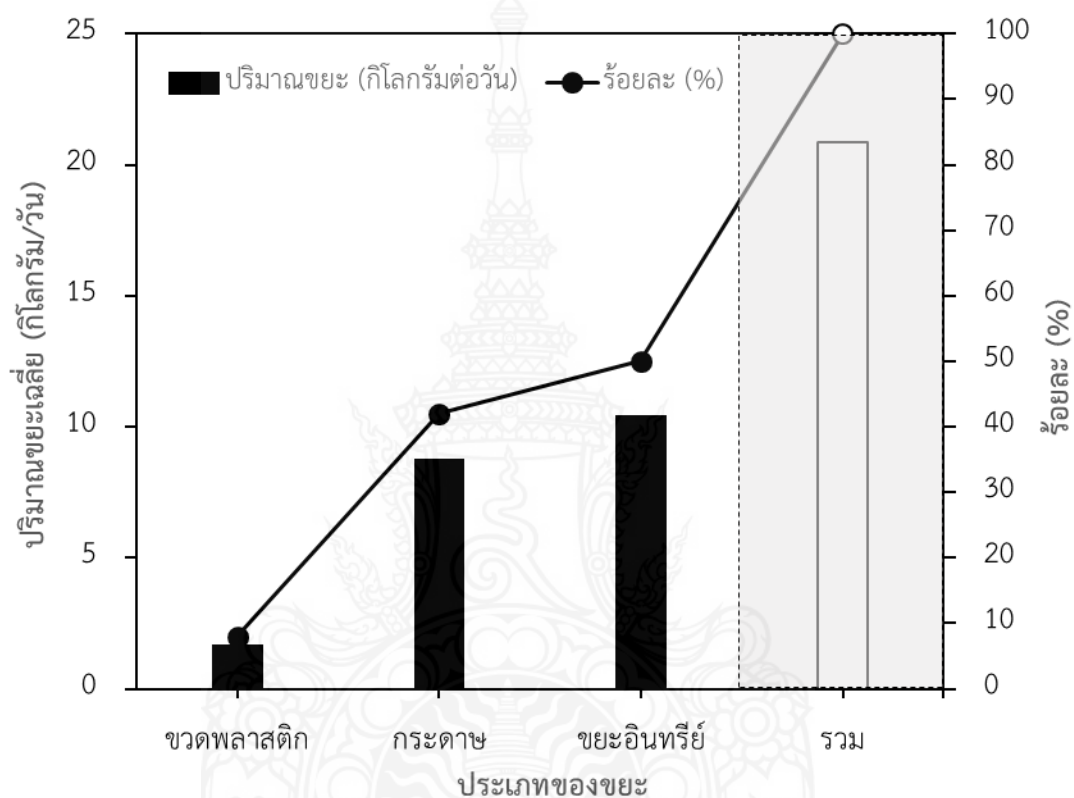
เวลา (ช่วงเช้า)	ลักษณะการทิ้งขยะ	เวลา (ช่วงบ่าย)	ลักษณะการทิ้งขยะ
เวลา 8.30 น.		เวลา 13.00 น.	
เวลา 11.00 น.		เวลา 16.30 น.	

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมณีส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

จากการสำรวจปริมาณขยะที่เกิดขึ้นภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในช่วงเดือน มิถุนายน 2564 (ภาพที่ 4.1) พบว่า ขยะอินทรีย์มีปริมาณมากที่สุด ร้อยละ 50 รองลงมาคือ กระดาษ ร้อยละ 42 ส่วนขวดพลาสติกมีปริมาณขยะน้อยที่สุด ร้อยละ 8



ภาพที่ 4.1 ปริมาณขยะเฉลี่ยที่เกิดขึ้นภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแยกรายประเภท เปรียบเทียบกับปริมาณขยะรวมที่เกิดขึ้นทั้งหมด



#### 4.2 ผลของการออกแบบต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ

สร้างและประกอบต้นแบบถังขยะตามแบบร่างถังขยะที่ได้ออกแบบไว้ โดย ภาพที่ 4.2 ถึง ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะและการยกปิดเปิดฝาทรงขยะด้วยเซนเซอร์ ทั้งนี้ ได้ทดสอบโดยพิจารณาจากข้อกำหนด ดังแสดงข้อมูลใน ตารางที่ 4.2 และระยะของเซนเซอร์ของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะจะทำงานได้ในช่วงระยะ 20–50 เซนติเมตร ดัง ภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.2 ด้านหน้าของถังขยะ



ภาพที่ 4.3 ด้านหลังของถังขยะ

---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมณีส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์



ภาพที่ 4.4 การยกเปิดฝาล้างชยะ

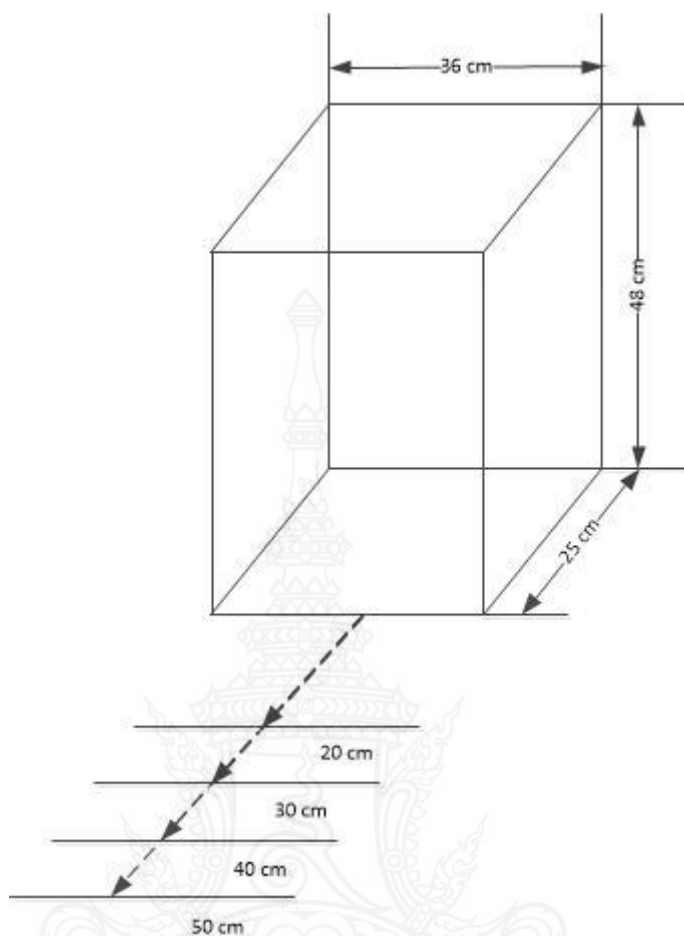
ตารางที่ 4.2 ความสามารถของต้นแบบถังชยะอัจฉริยะตามข้อกำหนดการออกแบบ

ลำดับ	รายละเอียด	ความสามารถของต้นแบบถังชยะอัจฉริยะ
1	แสดงระดับของชยะที่อยู่ภายในถังได้	✓
2	แสดงน้ำหนักรวบรวมชยะที่อยู่ภายในถังได้	✓
3	แสดงอุณหภูมิภายในถังได้	✓
4	แสดงความชื้นภายในถังได้	✓
5	เปิดฝาล้างชยะได้เมื่อมีคนอยู่ในระยะเซนเซอร์	✓

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังชยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์



ภาพที่ 4.5 ภาพแสดงระยะของเซนเซอร์ของถังขยะจะทำงานในช่วงระยะ 20–50 เซนติเมตร

#### 4.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ

การนำระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ต่อยอดในการพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ จะช่วยให้ถังขยะสามารถรับรู้การตอบสนองการใช้งานกับผู้คนได้ โดยสามารถแสดงข้อมูลภายในถังขยะได้แก่ สามารถบอกปริมาณของขยะภายในถังได้ สามารถบอกค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นภายในถังขยะได้ สามารถบอกน้ำหนักของขยะภายในถังได้อย่างถูกต้อง ซึ่งมีความสะดวกในการใช้งาน และลดการสัมผัสถังขยะ ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลน้ำหนักของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะและระดับอุปกรณ์เซนเซอร์

ตารางที่ 4.3 น้ำหนักของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะและระดับอุปกรณ์เซนเซอร์

ลำดับ	ปริมาณ (มิลลิลิตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ระดับ	ระยะ Ultrasonic (เซนติเมตร)	น้ำหนัก Load Cell (กิโลกรัม)
1	6,300	6.3	1	7.00	6.29
2	12,600	12.6	2	14.00	11.75
3	18,900	18.9	3	21.00	18.89
4	25,200	25.2	4	28.00	25.15
5	31,500	31.5	5	35.00	31.46

การทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ โดยใช้ระยะเวลาทดสอบทั้งหมด 60 นาที พบว่าอุณหภูมิภายในถังขยะเฉลี่ย มีค่า  $33.3 \pm 0.43$  องศาเซลเซียส ร้อยละของความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 60-70 และมีค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ คิดเป็นร้อยละ  $66 \pm 5$  โดยสามารถแสดงข้อมูลได้ดัง ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ลำดับ	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ร้อยละของความชื้นสัมพัทธ์
1	0	32.7	60
2	10	32.9	60
3	20	33.1	60
4	30	33.2	70
5	40	33.5	70
6	50	33.7	70
7	60	33.9	70

สำหรับการทดสอบระยะเวลาในการปิดและเปิดฝาลังขยะ ซึ่งทดสอบที่ระยะของเซนเซอร์แตกต่างกันตั้งแต่ 20 ถึง 60 เซนติเมตร พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการเปิดปิดฝาลังขยะ มีค่าอยู่ในช่วง 7-9 วินาที คิดเป็นระยะเวลาเฉลี่ย  $7.4 \pm 0.9$  วินาที ดังแสดงข้อมูลใน ตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ระยะเวลาการคงสถานะการเปิดฝาลังขยะ ประมาณ 7 – 9 วินาที

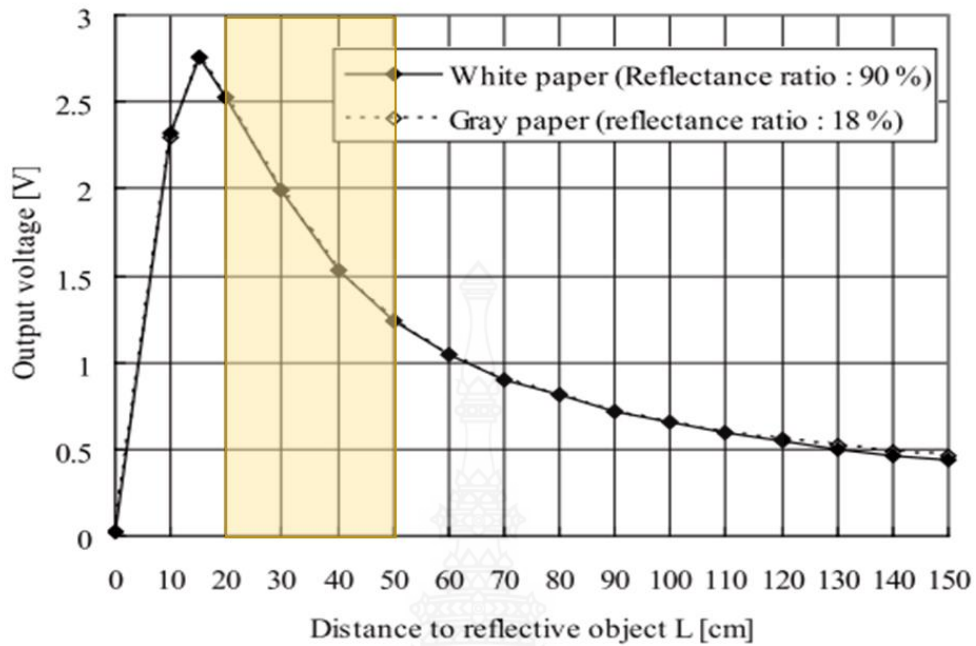
ลำดับ	ระยะห่างจากถังขยะ (เซนติเมตร)	เวลาฝาลังเปิด (เริ่มต้น)	เวลาฝาลังปิด (สิ้นสุด)	ใช้เวลา (วินาที)
1	60	15:01:35	15:01:42	7
2	50	15:26:14	15:26:21	7
3	40	15:43:05	15:43:12	7
4	30	15:50:13	15:50:22	9
5	20	16:05:24	16:05:31	7

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าตอบสนองของเซนเซอร์ซึ่งทำงานในช่วงระยะการตรวจจับระยะทาง อยู่ในช่วง 20-150 ซม. โดยถังขยะที่ได้จากงานวิจัยนี้จะตอบสนองการทำงานระยะทาง อยู่ในช่วง 20-50 ซม. จะทำให้ถังขยะสามารถเปิดได้อัตโนมัติ ระยะการตอบสนองของวัตถุ เนื่องจาก ระยะห่างจากถังขยะประมาณ 20-50 ซม. เป็นระยะที่เหมาะสมกับการทิ้งขยะ ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดการทิ้งขยะใน ระยะที่ไกลจนเกินไป จนอาจทำให้เกิดการโยนทิ้ง และมีขยะร่วงหล่นลงพื้น ซึ่งสร้างความสกปรกใน บริเวณที่ทิ้งขยะและส่งผลกระทบต่อทัศนียภาพของบริเวณโดยรอบ

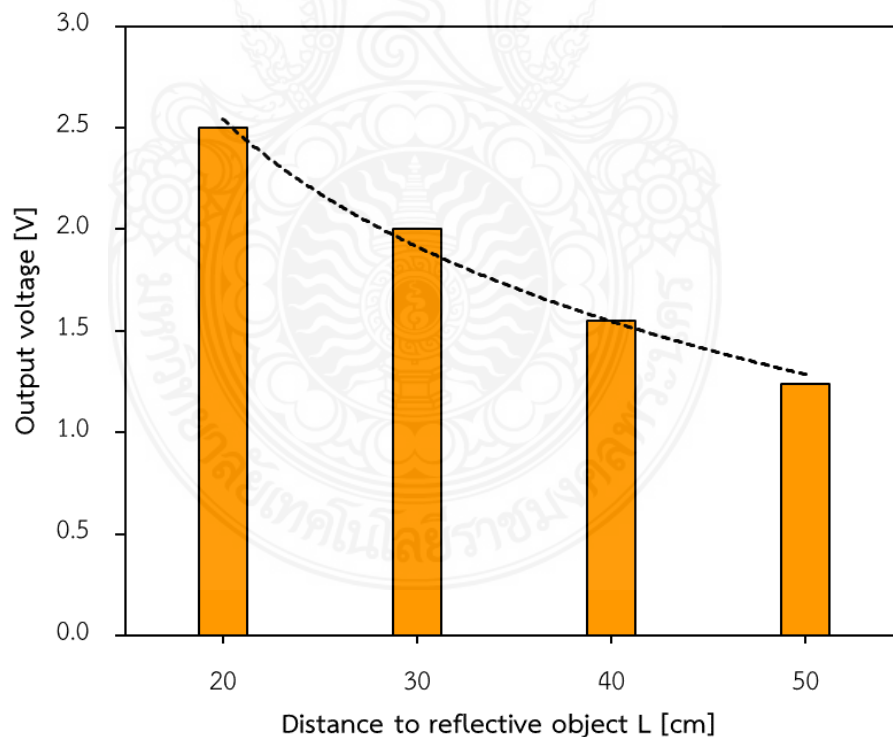
ตารางที่ 4.6 การตอบสนองแรงดันไฟฟ้าต่อระยะการตอบสนองของเซนเซอร์

ลำดับ	แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	ระยะการตอบสนอง (เซนติเมตร)
1	2.80	15
2	2.50	20
3	2.00	30
4	1.55	40
5	1.24	50
6	1.05	60
7	0.91	70
8	0.82	80
9	0.70	90
10	0.66	100
11	0.60	110
12	0.55	120
13	0.50	130
14	0.46	140
15	0.44	150

จากที่กำหนดระยะการตอบสนองการทำงานของต้นแบบถังขยะอัจฉริยะ อยู่ในช่วง 20-50 ซม. เปรียบเทียบกับระยะการทำงานของเซนเซอร์ ที่นำมาใช้งาน การเปรียบเทียบระยะการตอบสนองของเซนเซอร์ กับซึ่งทำงานในช่วงระยะการตรวจจับระยะทาง อยู่ในช่วง 20-150 ซม. โดยถังขยะที่ได้จากงานวิจัยนี้จะตอบสนองการทำงานระยะทาง อยู่ในช่วง 20-50 ซม. จะทำให้ถังขยะสามารถเปิดได้อัตโนมัติ ระยะการตอบสนองของวัตถุดังกล่าวเป็นระยะที่เหมาะสมกับการทิ้งขยะ ดัง ภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.7 โดยจะมีส่วนช่วยในการจัดตารางการจัดการขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Kellow Pardini and et al., 2018)



ภาพที่ 4.6 ระยะเวลาการทำงานของเซนเซอร์ ยี่ห้อ Sharp (รุ่น GP2Y0A02YK0F)



ภาพที่ 4.7 ระยะเวลาการทำงานของเซนเซอร์ในช่วงระยะการตอบสนอง 20-50 เซนติเมตร

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง ตอบสนองนโยบายของรัฐบาล และนโยบายของมหาวิทยาลัยฯ รวมถึงรองรับนโยบายของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ต้องการพัฒนาทางด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย (Green & Clean Faculty) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยส่งเสริมการจัดทำสำนักงานสีเขียว หรือ Green Office โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการแจ้งเตือนปริมาณขยะภายในถัง ทำให้มีการจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดปัญหาขยะตกค้าง ขยะล้นถัง อันจะทำให้เกิดความสกปรกของพื้นที่ ซึ่งต้นแบบถังขยะที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยนี้ สามารถแสดงระดับของขยะที่อยู่ภายในถังได้ สามารถแสดงน้ำหนักของขยะที่อยู่ภายในถังได้ สามารถแสดงอุณหภูมิและความชื้นภายในถังได้ และสามารถเปิดฝาถังขยะได้เมื่อมีคนอยู่ในระยะการทำงานของเซนเซอร์ ซึ่งระยะการทำงานของเซนเซอร์ที่สามารถตอบสนองได้เหมาะสมมีค่าอยู่ในช่วง 20-50 ซม.

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การใช้ถังขยะพลาสติกจะช่วยลดการกีดกร่อนอันเนื่องจากน้ำชะขยะและสามารถทำความสะอาดถังขยะได้ง่าย

5.2.2 หากต้องการวางถังขยะภายนอกอาคารอาจติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์เพิ่มเติมเพื่อให้มีพลังงานสำรองนอกเหนือจากแบตเตอรี่ที่ติดตั้งอยู่ที่ถังขยะ



## บรรณานุกรม

- [1] กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2536. รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีการกำจัดขยะ.
- [2] พัชรีย์ หอวิจิตร. (2531). การจัดการขยะ. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: หน่วยสารบรรณ งานบริหาร และธุรการ คณะวิศวกรรมศาสตร์.
- [3] พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535. (2535, 5 เมษายน) ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 109 ตอนที่ 38. หน้า 27-52 .
- [4] กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2562. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2562.
- [5] กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2542. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2542
- [6] วิศรุต ศรีรัตน์. (2554). เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2554.
- [7] อานนท์ เนตรयोग และจิตติมา นริศเนตร. (2562). ถังขยะอัจฉริยะ. The Second FIT SSRU Conference 2019. (น. 128-113). คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- [8] ทิพานัน พงษ์สุวรรณ, อนุพงษ์ ดิทัศ, และภาณุวัตร อุทัยบาล. (2562) ระบบติดตามถังขยะอัจฉริยะ. PULINET 6(2), หน้า 41-50.
- [9] สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย และกรุงเทพมหานคร. 2535. เทคนิคการกำจัดขยะแบบใช้เตาเผาและวิธีฝังกลบ.
- [10] Charles Platt. (2016). *Encyclopedia of Electronic Components Volume 3. Maker Media.*

---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

### บรรณานุกรม (ต่อ)

[11] Mohan Kumar.V, Vigneshwar. K, Sasikumar. M, Regin. R. C, and Vishnuvineeth. K. (2019) Design and Fabrication of Smart Bin. Management International Journal of Engineering Science and Computing. March 2019 Vol. 9 No.3 (pp. 20921 – 20924).

[12] Aksan Surya Wijaya, Zahir Zainuddin and Muhammad Niswar. (2017) Design a Smart Waste Bin for Smart Waste. International Conference on Instrumentation, Control, and Automation (ICA 2017). (pp. 62-66). doi: 10.1109/ICA.2017.8068414.

[13] Harnani Hassan, Fadzliana Saad and Muhammad Suhaimi Mohd Raklan. (2018). A Low-Cost Automated Sorting Recycle Bin powered by Arduino Microcontroller. IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC 2018). (pp. 182-186). doi: 10.1109/SPC.2018.8704146.

[14] Kellow Pardini, Joel J. P. C. Rodrigues, Syed Ali Hassan, Neeraj Kumar, and Vasco Furtado. Smart Waste Bin: A New Approach for Waste Management in Large Urban Centers. IEEE 88th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall). 2018, (pp. 1-8). doi: 10.1109/VTCFall.2018.8690984.

ไม่มีเนื้อหาจากต้นฉบับ



## ประวัติผู้ทำวิจัย

### หัวหน้าโครงการ

#### 1. ชื่อ-นามสกุล

(ภาษาไทย)

นาย ศิริชัย สารมนัส

(ภาษาอังกฤษ)

Mr. Sirichai Saramanus

#### 2. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

#### 3. หน่วยงานและที่อยู่

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โทรศัพท์ 0 2836 3000

E-mail : sirichai.s@rmutp.ac.th

#### 4. ประวัติการศึกษา

คอ.บ.(วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2540

วท.ม.(เทคโนโลยีสารสนเทศ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
พ.ศ. 2549

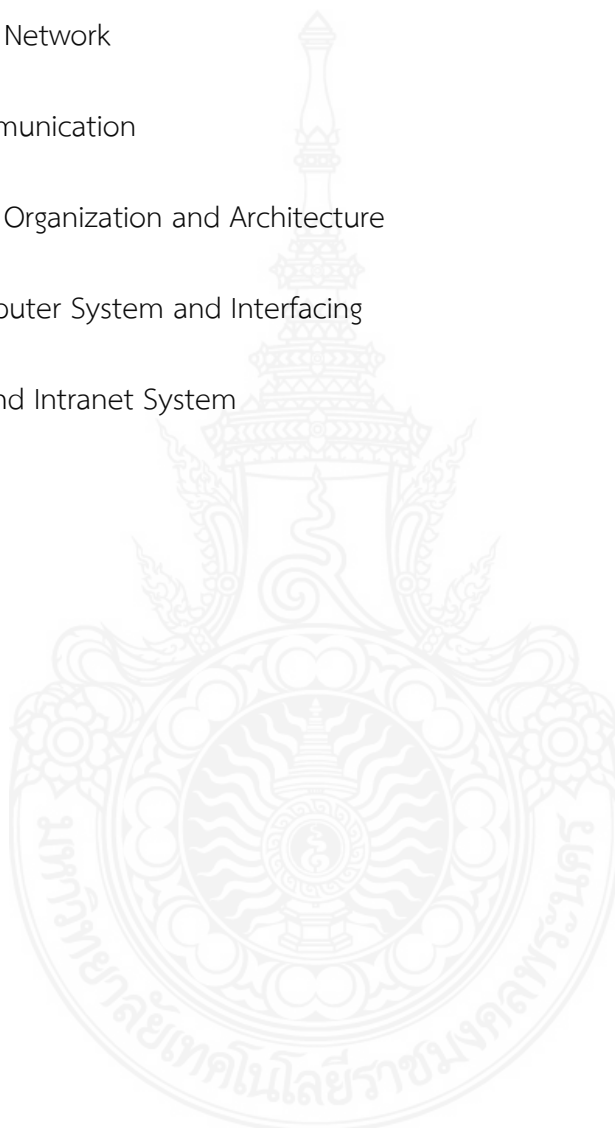
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

## 5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

- Cluster Analysis
- Computer System
- Computer Network
- Data Communication
- Computer Organization and Architecture
- Microcomputer System and Interfacing
- Internet and Intranet System



---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

## ผู้ร่วมวิจัย

### 1. ชื่อ-นามสกุล

(ภาษาไทย)

ผศ.ดร. วรินทร์ บุญยะโรจน์

(ภาษาอังกฤษ)

Asst.Prof.Dr. VARINTHORN BOONYAROJ

### 2. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

### 3. หน่วยงานและที่อยู่

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โทรศัพท์ 0 2836 3000 ต่อ 4189

E-mail : varinthorn.b@rmutp.ac.th

### 4. ประวัติการศึกษา

วท.บ.(อนามัยสิ่งแวดล้อม)

มหาวิทยาลัยบูรพา

พ.ศ. 2546

วศ.ม.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2549

วท.ด.(สหสาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2555

---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

## 5. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

Waste Utilization

Land application of solid waste landfill leachate

Landfill leachate treatment

Membrane bioreactor

Wastewater treatment system

Micro-pollutants removal

## 6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

### 7.1 งานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่/ตีพิมพ์

#### โครงการวิจัย

1) โครงการ การประเมินปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

แหล่งทุน: งบประมาณรายได้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

2) โครงการ การผลิตน้ำมันหอมระเหยไล่แมลงจากไวยาสูบ

แหล่งทุน: งบประมาณกลางมหาวิทยาลัยฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

3) โครงการ การผลิตกระดาษทำมือจากหญ้าชันกาด

---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์

แหล่งทุน: งบประมาณรายได้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

4) โครงการ การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เศษใบยางพาราเพื่อผลิตต้นแบบแผ่นมวลเบา

แหล่งทุน: งบประมาณรายจ่าย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

#### ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

1. **Boonyaroj V.**, Chiemchaisri, C., Chiemchaisri, W., Theeparaksapan S., and Yamamoto, K. (2012) “Toxic organic micro-pollutants removal mechanisms in long-term operated membrane bioreactor treating municipal solid waste leachate”, *Bioresource technology* 113, 174-180.
2. **Boonyaroj, V.**, Chiemchaisri, C., Chiemchaisri, W., and Yamamoto, K. (2012) “Removal of organic micro-pollutants from solid waste landfill leachate in membrane bioreactor operated without excess sludge discharge”, *Water science and technology* 66(8), 1774-80.
3. **Varinthorn Boonyaroj**, Pattanasorn Peansawang, Nonthavorn Sonchan, Atcharaporn Sukrasorn (2015) “Environmental survey on physicochemical parameters in surface water: a case of Klong Prem Prachakorn, Thailand”, *Applied Mechanics and Materials* 804, 231-234.
4. **Varinthorn Boonyaroj**, Jiraporn Jinasam, Warangkana Nachailan (2015) “The removal mechanisms of organic compounds in household wastewater by soil sediment”, *Applied Mechanics and Materials* 804, 263-266.

---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์



5. Varinthorn Boonyaroj, Chart Chiemchaisri, Wilai Chiemchaisri, Kazuo Yamamoto (2018) “Enhanced biodegradation of phenolic compounds in landfill leachate by enriched nitrifying membrane bioreactor sludge”, Journal of Hazardous Material. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.06.064>)

#### การนำเสนอผลงานวิชาการ

1. **Boonyaroj, V.**, Chiemchaisri, C., Chiemchaisri, W., Theeparaksapan S., and Yamamoto, K. (2011) Removal of organic micro-pollutants and bio-toxicity from municipal solid waste landfill leachate in two-stage membrane bioreactor. Proceedings of the 9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment, 1-3 December, 2011, Bangkok, Thailand. **(Received Asian Young Professional on Water Research Award)**.
2. **Boonyaroj, V.**, Chiemchaisri, C., Chiemchaisri, W., Theeparaksapan and Yamamoto, K. (2012) Removal of organic micro-pollutants and bio-toxicity from municipal solid waste landfill leachate in two-stage membrane bioreactor. Proceedings of the 10th International Symposium on Southeast Asian Water Environment, 8-10 November, 2012, Hanoi, Vietnam. **(Received Best Poster Award)**
3. **Boonyaroj, V.**, Chiemchaisri, C., Chiemchaisri, W. and Yamamoto, K. (2012) Evaluation of bio-toxicity removal in two-stage membrane bioreactor for landfill leachate treatment. Proceedings of the 10th International Conference on Membrane Science and Technology 2012: Membrane for Sustainable Energy, August 22-24, 2012, Bangkok, Thailand.

4. **Boonyaroj, V.,** Chiemchaisri, C., Chiemchaisri, W. and Yamamoto, K. (2011) Removal of phenolic and phthalic acid esters in two-stage membrane bioreactor treating municipal solid waste landfill leachate. Proceedings of the 1st EnvironmentAsia International Conference on “Environmental Supporting in Food and Energy Security: Crisis and Opportunity”, 22-25 March, 2011, Bangkok, Thailand.



---

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง”

คณะผู้วิจัย: ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์