

การปรับปรุงระบบการจัดการขยะสำหรับมหาวิทยาลัยสีเขียวโดยใช้แอปพลิเคชันบน
มือถือ



ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2566

การปรับปรุงระบบการจัดการขยะสำหรับมหาวิทยาลัยสีเขียวโดยใช้แอปพลิเคชันบน
มือถือ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

สำนักบริหารและพัฒนาระบบสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การปรับปรุงระบบการจัดการขยะสำหรับมหาวิทยาลัยสีเขียวโดยใช้แอปพลิเคชันบน
มือถือ

อำไพ ภูเขา

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มูจลินทร์ ผลจันทร์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐปน ชื่นบาล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ ดร.สมนึก สินธุพน)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิราภรณ์ ชื่นบาล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)

รองอธิการบดี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ชื่อเรื่อง	การปรับปรุงระบบการจัดการขยะสำหรับมหาวิทยาลัยสีเขียวโดยใช้แอปพลิเคชันบนมือถือ
ชื่อผู้เขียน	นางสาวอำไพ ภูเขา
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มูจลินทร์ ผลจันทร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณ และองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ เพื่อวางแผนการจัดการขยะในมหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพ โดยผลการศึกษาพบว่าจากการสำรวจ ปริมาณ และองค์ประกอบของขยะภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัย จำนวน 28 อาคาร ในปี 2561-2562 มีปริมาณขยะเกิดขึ้นทั้งหมดในงานวิจัยที่ต้องไปกำจัดในภาคการศึกษาที่ 1 เฉลี่ย 483 กก./วัน และภาคการศึกษาที่ 2 เฉลี่ย 367 กก./วัน ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบขยะพบว่า มีปริมาณขยะเปียก 43% ขยะทั่วไป 28% และถุงพลาสติก 8% และขยะที่ถูกลบเหล่านี้มักจะถูกทิ้งอย่างผิดประเภทของขยะ ทำให้การจัดการขยะที่ปลายทางของมหาวิทยาลัย ต้องใช้การจัดการที่มากจนเกินพอดี และเสียค่าใช้จ่ายให้กับหน่วยงานด้านนอกเป็นผู้นำไปทิ้งยังหลุมฝังกลบทุกปี และวัตถุประสงค์อีกด้าน คือ การใช้แอปพลิเคชันเป็นเครื่องมือส่งเสริมการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถัง เครื่องมือที่นำมาใช้วิเคราะห์ คือ โมเดลกลุ่ม Deep learning ใช้ในการจำแนก และทำนายรูปภาพ ได้แก่ VGG16 ,Resnet34 ,Mobilenet ,CNN และ InceptionV3 เพื่อหาว่าโมเดลใดให้ค่าความแม่นยำ แต่ละประเภทได้ดีที่สุด จากผลการทดลองพบว่า โมเดล Mobilenet ให้ผลดีที่สุด จึงนำไปพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์มือถือ ด้วยโปรแกรม Flutter และการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันจากกลุ่มตัวอย่างทดลอง จำนวน 100 คน คือ กลุ่มนักเรียน นักศึกษา/บุคลากร ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พบว่าการประเมินความพึงพอใจด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\mu = 4.39$) เนื่องจากแอปพลิเคชันใช้งานได้ง่าย และไม่ซับซ้อน และด้านการประยุกต์ใช้งานพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด ($\mu = 4.56$) เนื่องจากข้อมูลในแอปพลิเคชัน มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน

คำสำคัญ : ปริมาณขยะมูลฝอย, องค์ประกอบของขยะ, แอปพลิเคชันช่วยแยกขยะ

Title	IMPROVEMENT OF WASTE-MANAGEMENT SYSTEM FOR GREEN UNIVERSITY USING MOBILE APPLICATION
Author	Miss Ampai Pukou
Degree	Master of Science in Environmental Technology
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Mujalin Pholchan

ABSTRACT

The objective of this research is to study the quantity and composition of waste generated within Maejo University in Chiang Mai in order to plan effective waste management. The study found that, from a survey as amount and waste components of 28 buildings around Maejo University in 2018-2019, the average amount of waste generated that needs to be disposed of in semesters 1 and 2 were 483 and 367 kg./d respectively. The analysis of the composition of the waste found that the most common types of waste were wet waste (43%), followed by other types of waste (28%), and plastic bags (8%). These types of waste are often improperly disposed of, leading to excessive waste management costs and waste burial. Additionally, the study aims to use an application system as a tool to promote waste separation before disposal. The deep learning models, including VGG16, Resnet34, Mobilenet, CNN, and InceptionV3, were used to analyze and predict waste images to determine which model provided the most accurate predictions for each type of waste. From the experiment, it was found that the Mobilenet model provided the best results, which were then developed into a mobile application using Flutter programming. The satisfaction with the application usage was evaluated by a sample group of 100 people consisting of students, staff, and faculty members within Maejo University. The evaluation showed a high overall satisfaction level ($\mu = 4.39$) regarding the application design, as it was easy to use and not complicated. In terms of application usage, the evaluation also showed the highest level of satisfaction ($\mu = 4.56$) due to the useful information provided in the

application.

Keywords : Amount of solid waste, Waste components, Garbage sorting applications



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต ขอขอบคุณความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มจลินทร์ ผลจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฐปน ชื่นบาล และอาจารย์ ดร. สมนึก สีนธูปวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมผู้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ อีกทั้งยังเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์ลักษณ์ กิจจนะพานิช ที่ให้เกียรติมาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และช่วยให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ถูกต้องมากขึ้น

ขอขอบคุณเหล่าคณาจารย์สาขาสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่คอยปลุกดัน ติดตาม ให้คำปรึกษา และกำลังใจ จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณสาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ห้องธุรการ พี่ๆ น้องๆ ในสาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมที่น่ารักเสมอ และพี่ๆ กองกายภาพ และสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ที่คอยให้การสนับสนุนการเก็บข้อมูล และคอยช่วยเหลือในการดำเนินงานวิจัย โดยเฉพาะคุณลุง 2 คนผู้ทำหน้าที่เก็บขน และคอยตอบคำถามให้กับข้าพเจ้าเสมอ เรื่องขยะภายในมหาวิทยาลัย และคุณป้าแม่บ้านทุกอาคารที่คอยอำนวยความสะดวก และคอยช่วยเหลือข้าพเจ้าทุกครั้งที่เก็บข้อมูลงานวิจัย และขอขอบคุณนักร้องเกาเหล่ทุกวง เพลงทุกเพลงที่ทำให้ข้าพเจ้าอารมณ์ดีทุกครั้งเมื่อได้ยิน และได้ฟัง รวมไปถึงเพื่อน ๆ สมัยมัธยมปลาย และช่วงมหาลัยที่ไม่ว่าเวลาจะผ่านไปนานแค่ไหนก็ยังคอยเป็นห่วงเพื่อนคนนี้เสมอ

สุดท้ายนี้ งานวิจัยฉบับนี้ และความสำเร็จต่างๆ ตลอดชีวิตของข้าพเจ้าจะไม่มีทางเกิดขึ้นเลย หากขาดการสนับสนุนที่ดีเยี่ยมจากคุณแม่ คุณพ่อ พี่สาว และทุกคนในครอบครัว ข้าพเจ้าขอกราบขอขอบคุณที่คอยดูแลมอบความรัก คอยเป็นกำลังใจ และเป็นผู้ให้การสนับสนุนด้านการเงินทั้งในด้านการศึกษา และการพัฒนาตัวเองในด้านต่างๆ ของข้าพเจ้าเสมอมา ขอขอบคุณพระเจ้า

อำไพ ภูเขา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
4. นิยามศัพท์.....	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	5
1. ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลทางกายภาพและประชากรศาสตร์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้	5
2. การจัดเก็บขยะภายในมหาวิทยาลัย.....	5
3. แนวคิดการบริหารจัดการมหาวิทยาลัยแม่โจ้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว	7
4. ประเภทของขยะมูลฝอย	12
6. องค์ประกอบขยะมูลฝอย.....	14
7. ปริมาณของขยะมูลฝอย	17
8. การวิเคราะห์ขยะมูลฝอย.....	29
9. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรม.....	33
10. Machine Learning	38

11. สำนักงานสีเขียว (Green Office)	46
12. แอปพลิเคชันสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานด้านสิ่งแวดล้อม.....	66
13. รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	74
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	78
1. ขอบเขตการดำเนินการวิจัย.....	78
2. วิธีการดำเนินวิจัย	80
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	91
ส่วนที่ 1 ผลการสำรวจ และเก็บข้อมูล องค์ประกอบของขยะ.....	91
1.1 ปริมาณ และอัตราการเกิดขยะ	92
1.2 องค์ประกอบขยะ.....	93
1.3 การจัดการขยะในปี 2561-2562	100
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	115
บรรณานุกรม.....	117
ประวัติผู้วิจัย	123

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 เส้นทางการเดินรถจัดเก็บขยะภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้	5
ตารางที่ 2 ปริมาณและอัตราขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ปี 2551 – 2559	18
ตารางที่ 3 แสดงปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นในประเทศไทยในช่วงปีพ.ศ. 2551 - 2560	19
ตารางที่ 4 ปริมาณมูลฝอยตกค้างในสถานที่กำจัดพ.ศ. 2557-2559	21
ตารางที่ 5 สัดส่วนการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอย	25
ตารางที่ 6 ข้อมูลเปรียบเทียบเทคโนโลยีนี้กับคู่แข่ง / เทคโนโลยีเดิม	71
ตารางที่ 7 สถิตินักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกชั้นปี (ปี พ.ศ.2561 และ 2562)	78
ตารางที่ 8 สถิติจำนวนบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตเชียงใหม่ (แยกตามประเภทการจ้าง)	79
ตารางที่ 9 จำนวนภาพของขยะแต่ละชนิดที่นำเข้าสู่โมเดล	85
ตารางที่ 10 จำนวนภาพของขยะแต่ละชนิดที่นำเข้าสู่โมเดล	104
ตารางที่ 11 ผลการทดสอบค่าความแม่นยำของแต่ละโมเดลที่ epoch 50 และ 100 (ค่าเฉลี่ย)	105
ตารางที่ 12 การประเมินความพึงพอใจต่อของแอปพลิเคชัน WASTE เพื่อช่วยในการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถัง	113

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 องค์ประกอบขยะมูลฝอยที่พบเฉลี่ยในประเทศไทย ปี 2564.....	13
ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานจัดการขยะมูลฝอยชุมชน	29
ภาพที่ 3 หลักการเรียนรู้ข้อมูลของระบบ Machine Learning	39
ภาพที่ 4 ตัวอย่างดอกไม้ที่ถูกจำแนกเพื่อใช้ในการเรียนรู้ของระบบ.....	41
ภาพที่ 5 โครงสร้าง VGG16	43
ภาพที่ 6 โครงสร้าง InceptionV3.....	44
ภาพที่ 7 โครงสร้าง Mobilenet	45
ภาพที่ 8 timing of MobileNetV2 vs MobileNetV3 using TF-Lite on the large core of Pixel 1 phone	45
ภาพที่ 9 ResNet Architecture	46
ภาพที่ 10 แผนที่อาคารสำหรับเก็บตัวอย่างวิจัยภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้	81
ภาพที่ 11 ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง (Quartering Method).....	82
ภาพที่ 12 ภาพตัวอย่างขยะที่พบ และสิ่งไม่ถูกประเภท	84
ภาพที่ 13 แสดงค่าร้อยละองค์ประกอบขยะรวมทุกอาคาร.....	94
ภาพที่ 14 แสดงค่าร้อยละองค์ประกอบขยะ (อาคารที่มีการเรียนการสอน และสำนักงาน).....	95
ภาพที่ 15 แสดงค่าร้อยละองค์ประกอบขยะ (อาคารสำนักงาน).....	96
ภาพที่ 16 แสดงค่าร้อยละองค์ประกอบขยะ (โรงอาหาร และหอพัก).....	96
ภาพที่ 17 แสดงปริมาณการเกิดขยะในแต่ละอาคาร (แบ่งตามภาคการศึกษา).....	97
ภาพที่ 18 สัดส่วนขยะที่เกิดขึ้นทั้ง 28 อาคาร (ก. พื้นที่อาคารสำนักงาน ข. อาคารที่มีการเรียนการสอน และสำนักงาน ค. โรงอาหาร แพลต และหอพัก).....	100

ภาพที่ 19 ตัวอย่างรูปภาพแต่ละชุดข้อมูล103

ภาพที่ 20 แอปพลิเคชัน WASTE.....109

ภาพที่ 21 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ อายุ และวุฒิการศึกษา.....112



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันปัญหาจากขยะมูลฝอยทวีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากปริมาณที่เพิ่มขึ้นและลักษณะของขยะมูลฝอยที่มีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การเติบโตของเศรษฐกิจ พฤติกรรมการใช้ชีวิต พฤติกรรมการบริโภคที่ต้องการความสะดวกสบาย และความรวดเร็วในการใช้ชีวิตในแต่ละวัน ทำให้เกิดการใช้ผลิตภัณฑ์ หรือบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แล้วทิ้งเกิดขึ้นอย่างมากมาย และส่งผลให้เกิดการใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมากขึ้นในแต่ละวัน ซึ่งนำไปสู่การทิ้งซากเมื่อผลิตภัณฑ์หมดคุณค่า ซึ่งกลายเป็นปัญหาขยะที่นอกจากจะเกิดจากการทิ้งที่ไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยรวมแล้ว การจัดการขยะที่ใช้อยู่ในปัจจุบันก็ยังไม่มีประสิทธิภาพและมีข้อจำกัด ทำให้ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาจากขยะได้ ขยะที่เกิดขึ้นในปัจจุบันส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งขยะในแต่ละวันประกอบด้วยเศษอาหาร กระดาษ เศษแก้ว เศษไม้ พลาสติก เศษดิน เศษหิน ใบไม้ ขี้เถ้า เป็นต้น โดยปริมาณขยะจะมีความแตกต่างกันตามแหล่งที่มา ซึ่งวิธีการกำจัดขยะที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ การนำไปเผาในเตาเผา การนำไปหมักเพื่อทำปุ๋ย การหมุนเวียนเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ การนำไปเป็นอาหารสัตว์ และการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Hydrotek, 2019) และเป็นปัญหาที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้ให้ความสำคัญ และต้องร่วมมือกันแก้ไขกันอย่างเต็มความสามารถ เพราะเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนทุกระดับ ตั้งแต่องค์การบริหารส่วนตำบล เทศบาลตำบล เทศบาลเมือง และเทศบาลนคร (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) และคณะรัฐมนตรีได้ประชุมปรึกษา เมื่อวันที่ 3 พฤษภาคม 2559 ลงมติให้กระทรวงมหาดไทย กำกับดูแลให้จังหวัด และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จัดทำแผนการจัดการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัด ให้สอดคล้องกับแผนแม่บท การบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559 -2564) และจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในระดับจังหวัดเพื่อเข้าถึงในระดับองค์กร และสถาบันของจังหวัดต่างๆ มากยิ่งขึ้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2559a) เช่น การรณรงค์ให้ใช้หลัก 3Rs คือ การใช้น้อย ใช้ซ้ำ และนำกลับมาใช้ใหม่ (นโยบายการจัดการขยะของเสียอันตรายชุมชน) มาประยุกต์ใช้ โดยใช้วิธีการลดการใช้วัสดุ/ผลิตภัณฑ์เพื่อลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้น (Reduce) มีการนำวัสดุ/ผลิตภัณฑ์ที่ยังสามารถใช้งานได้กลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) และนำเศษวัสดุ/ผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานแล้วมาแปรรูปเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (Recycle) (องค์การบริหารส่วนตำบลสะก้า, 2560) และรวมไปถึงการจัดให้มีการนำกิจกรรม 5 ส มาใช้ในสถานศึกษาเพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการบริหารงานของบุคลากรเพื่อให้มีความตระหนักเรื่องความสะอาด และรักษาสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงานให้ดีขึ้น ทั้งในส่วนงานด้านการผลิตและด้านการบริการ ซึ่งนำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานขององค์กรได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งทางมหาวิทยาลัยแม่โจ้ก็ได้นำหลักการ 5 ส มาประยุกต์ใช้ในหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เป็นต้นมา จนถึงปัจจุบันทางมหาวิทยาลัยก็ได้มีการริเริ่มโครงการสำนักงานสีเขียว (Green office) เพื่อก้าวสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว (Green university) ซึ่งเป็นหนึ่งในแผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระยะ 15 ปี (2555-2569) เพื่อให้บุคลากร และนักศึกษาได้มีความตระหนักและรับรู้ถึงปัญหาของสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันที่นอกเหนือจากการทำงาน และความรู้ภายในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว เพื่อให้เกิดการกระตุ้นทางความคิดไม่มากนักน้อยกับทุกคนที่อยู่อาศัยภายในมหาวิทยาลัย เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านความคิด พฤติกรรมต่างๆที่เคยชิน และพร้อมตอบรับกับกระแสทางด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันที่ใกล้ตัวเรามากกว่าที่คิด เนื่องจากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตเชียงใหม่ เป็นมหาวิทยาลัยขนาดกลาง และมีจำนวนประชากรที่อาศัยอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเป็นจำนวนมาก จึงเป็นสาเหตุให้เกิดปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละวันเป็นจำนวนมาก และมีขยะเกิดขึ้นหลากหลายประเภท ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีจัดการที่ดีทำให้มหาวิทยาลัยต้องเสียงบประมาณจำนวนมาก ในการจ้างหน่วยงานภายนอกเพื่อดำเนินการนำขยะไปทิ้ง ประกอบกับมหาวิทยาลัยมีแผนที่จะผลักดันให้เป็น Eco-university ในปี 2022 จึงมีความจำเป็นที่ต้องทราบข้อมูล อัตราการเกิดขยะ ตลอดจนองค์ประกอบของขยะ พฤติกรรมของนักศึกษา บุคลากรภายในมหาวิทยาลัยเกี่ยวกับการสร้างขยะ และการที่จะนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุง และพัฒนาระบบการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ยังได้นำข้อมูลดังกล่าวมาพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ เพื่อวางแผนการจัดการขยะในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ให้มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อใช้ระบบแอปพลิเคชันเป็นเครื่องมือส่งเสริมกระบวนการคัดแยกขยะและสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลปริมาณ และองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย

2. ได้แนวทางจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยที่มีประสิทธิภาพและผลักดันไปสู่ Green university

3. ได้ข้อมูลที่แสดงผลการคัดแยกขยะในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

4. นิยามศัพท์

1. **ขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่** หมายถึง ขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตเชียงใหม่ โดยไม่รวมถึงขยะมูลฝอยติดเชื้อและขยะอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางเคมี และทางชีววิทยา

2. **องค์ประกอบขยะมูลฝอย** หมายถึง องค์ประกอบที่มองเห็นและสามารถจำแนกตามชนิดที่ประกอบกันเป็นขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ เช่น เศษอาหาร พลาสติก แก้ว กระดาษ โลหะ ยาง หนัง โฟม และสารประกอบอินทรีย์อื่นที่ไม่สามารถแยกองค์ประกอบได้ เป็นต้น

3. **ระบบการจัดการขยะมูลฝอย** หมายถึง การดำเนินการกักเก็บ รวบรวม ขนส่ง จุดทิ้งรวม และการกำจัด รวมทั้งการลดปริมาณขยะมูลฝอย ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การคัดแยก การใช้ซ้ำ การรีไซเคิล และหรือโครงการ กิจกรรมต่างๆที่สนับสนุนการดำเนินงาน

4. **ปริมาณขยะมูลฝอย** หมายถึง น้ำหนักเป็นกิโลกรัมของขยะมูลฝอยที่ได้จากการชั่งน้ำหนัก

5. **แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่** หมายถึง แนวคิดในการจัดการขยะมูลฝอยตามหลักวิชาการ ทั้งการลดปริมาณขยะตั้งแต่ต้นทาง การจัดเก็บที่เป็นระบบ การเก็บกักอย่างมีประสิทธิภาพ การรวบรวม การขนส่ง และการกำจัด โดยมุ่งเน้นที่การลดปริมาณตั้งแต่แหล่งกำเนิด ก่อนการนำไปกำจัด ณ สถานที่ฝังกลบของหน่วยงานเอกชนที่รับเหมากำจัด

6. **ความรู้ด้านการจัดการขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด** หมายถึง ระดับความรู้เกี่ยวกับวิธีการคัดแยกขยะตามประเภทต่างๆ ตามที่มหาวิทยาลัยได้จัดให้มีถังรองรับ ได้แก่ ขยะทั่วไป ขยะเปียก ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย วิธีการลดปริมาณขยะ และผลกระทบจากขยะมูลฝอย เป็นต้น ใช้ในการทำแบบสอบถาม (ประภาพร แก้วสุกใส, 2549)

7. **ภาชนะรองรับ** หมายถึง ถังขยะขนาดต่างกัน สีต่างกัน และเป็นภาชนะที่ทางมหาวิทยาลัยได้จัดวางไว้ตามจุดต่างๆ เพื่อรองรับขยะ และบรรจุขยะสำหรับการเก็บขน

8. **รถเก็บขน** หมายถึง รถที่ใช้สำหรับเก็บขนมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ซึ่งรถเก็บขนภายในมหาวิทยาลัยเป็นรถบรรทุกมูลฝอยแบบเทท้าย มีพนักงานเก็บขน 2 คนซึ่งรวมผู้ขับรถเก็บขน

9. เจ้าหน้าที่/บุคลากร หมายถึง เจ้าหน้าที่และบุคลากรที่ทำงานประจำอยู่ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ (5 วันทำการของทางราชการ)

10. แอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรม หรือชุดสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่และอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ เพื่อให้ทำงานตามคำสั่งและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ (psupattar, 2015)

11. แบบจำลองคอมพิวเตอร์ หมายถึง การจำลองคอมพิวเตอร์เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ดำเนินการบนคอมพิวเตอร์ซึ่งออกแบบมาเพื่อทำนายพฤติกรรม หรือผลลัพธ์ของโลกแห่งความจริงหรือระบบทางกายภาพ ความน่าเชื่อถือของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์บางอย่างสามารถกำหนดได้โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับผลลัพธ์ในโลกแห่งความเป็นจริงที่พวกเขาตั้งเป้าไว้ที่จะทำนาย (การจำลองคอมพิวเตอร์)

12. Flutter หมายถึง SDK (Software Development Kit) สำหรับพัฒนา Application บน Mobile และเป็นโปรแกรมที่สามารถ Build ได้ทั้ง IOS และ Android ได้ด้วยการเขียนเพียงครั้งเดียว (สุรพงษ์, 2563)

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

1. ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลทางกายภาพและประชากรศาสตร์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

1.1 ข้อมูลทางกายภาพ

ที่ตั้ง

ตั้งอยู่ เลขที่ 63 ถนนสายเชียงใหม่ - พริ้ว ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่อยู่ห่างจากตัวเมืองเชียงใหม่เพียง 10 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 839.02 ไร่ (วิกิพีเดีย, 2562)

2. การจัดเก็บขยะภายในมหาวิทยาลัย

2.1 ช่วงเวลาในการเดินรถเก็บขน

การเก็บขน ช่วงเช้าตั้งแต่ อาคารแฟลตกัลปพฤกษ์ 1,2 และ 3 ไปจนถึงอาคารเรียนรวม สาขาวิศวกรรมศาสตร์ และนำไปเทรวมที่จุดพักของทางมหาวิทยาลัย

- ช่วงบ่ายตั้งแต่ อาคารเรือนชีวะ ไปจนถึงอาคารสาขาพืชไร่ และนำไปเทรวมที่จุดพักของทางมหาวิทยาลัย

- ช่วงเวลาเก็บขน วันจันทร์-วันศุกร์ ช่วงเช้าตั้งแต่ 08.00 น. และช่วงบ่ายตั้งแต่ 13.00 น. เป็นต้นไป เฉพาะวันเสาร์เท่านั้นที่จะมีการเก็บขนเฉพาะช่วงเช้า เท่านั้น

- ยานพาหนะเก็บขน รถเก็บขยะแบบเปิดท้ายจำนวน 1 คัน

ในปี พ.ศ 2565-2566 ทางมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้มีการเปลี่ยนแปลงการเก็บขนขยะ ภายในมหาวิทยาลัย โดยมีรถเก็บขนจากทางผู้รับเหมาภายนอกเข้ามา จัดการการเก็บขนของเสียทั้งหมด ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

2.2 เส้นทางเดินรถเก็บขน

ตารางที่ 1 เส้นทางเดินรถจัดเก็บขยะภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย
แฟลตกัลปพฤกษ์ 1 2 และ 3	เรือนชีวะ
อาคารอำนวยการ	เรือนกล้วยไม้
อาคารชุดิวัตร	อาคารอำนวยการ
อาคารเกษตรศาสตร์สถิตย์	อาคารชุดิวัตร

ตารางที่ 1 เส้นทางเดินรถจัดเก็บขยะภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ต่อ)

ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย
อาคารควบอย มอลล์	อาคารควบอย มอลล์
อาคารแผ่พีชน์	หน้าศาลเจ้าแม่
อาคารสำนักงานอธิการบดี	อาคารช่วงเกษตรศิลป์
อาคารช่วงเกษตรศิลป์	อาคารวิภาต บุญศรี ว่างซ้าย
อาคารวากกกลีกิจ	อาคารสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ
อาคารประเสริฐ ญ นคร	อาคารพิทยาลงกรณ์
อาคารอาคารแม่โจ้ 60 ปี	อาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และ
อาคารวิภาต บุญศรี ว่างซ้าย	สิ่งแวดล้อม
อาคารสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ	อาคาร 75 ปีแม่โจ้
อาคารเทพ พงษ์พานิช	อาคารจุฬารณณ์
อาคารสาขาพืชสวนประดับ 1 และ 2	อาคารสาขาพืชไร่
อาคารสมเด็จพระศรีนครินฯ	
อาคารสาขาพืชผัก	
อาคารพิทยาลงกรณ์	
อาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และสิ่งแวดล้อม	
อาคาร 75 ปีแม่โจ้	
อาคารอาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และ	
สิ่งแวดล้อม(ใหม่)	
โรงอาหาร Canteen หลังคณะเศรษฐศาสตร์	
อาคารยรรยง สิทธิชัย	
อาคารจุฬารณณ์	
อาคารรัตนโกสินทร์ 200 ปี	
อาคารปฏิบัติการดินและปุ๋ยชั้นสูง	
อาคารกำจร บุญแปง	
อาคารสำนักส่งเสริมวิชาการเกษตร	
อาคารเพิ่มพูน	
อาคารชมรมอารักขาพืช	
อาคารพนม สมิตตานนท์	
อาคารเทคโนโลยีการประมง	

ตารางที่ 1 เส้นทางการเดินทางรถจัดเก็บขยะภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ต่อ)

ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย
อาคารเรียนรวมสาขาวิศวกรรมศาสตร์	

2.3 การเก็บขน

การเก็บรวบรวมมูลฝอยแบบถังคงที่จากจุดรวมมูลฝอยแต่ละจุดภายในมหาวิทยาลัย (แบบเป็นถูง) โดยพนักงานเก็บขนจำนวน 2 คน ยกใส่รถบรรทุกมูลฝอย

ขยะทั่วไป จัดเก็บทุกวัน

ขยะเปียก จัดเก็บเฉพาะวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ช่วงเช้า เท่านั้น

2.4 ข้อมูลการจัดเก็บขยะภายในมหาวิทยาลัย

ขยะทั่วไป จัดเก็บทุกวัน จันทร์ถึงเสาร์ ช่วงเวลา 05.00 น. รถเก็บขยะจากเทศบาลเมืองแม่โจ้ ทำการจัดเก็บและนำไปทิ้ง (ปัจจุบันหน่วยงานเอกชนรับเหมาไปทิ้ง)

ขยะเปียก รถจากบุคคลภายนอกมารับซื้อไปทำส่วนผสมในอาหารสัตว์

3. แนวคิดการบริหารจัดการมหาวิทยาลัยแม่โจ้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

3.1 แผนพัฒนา (พ.ศ. 2555-2569) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ระยะ 15 ปี (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2555)

กรอบแนวคิดในการพัฒนาจากการศึกษาวิเคราะห์ประเด็นท้าทายต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของโลก และประชาคมโลก ผนวกกับการระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับ แผนพัฒนา (พ.ศ. 2555-2569) ระยะเวลา 15 ปี บทบาทและแนวโน้มการจัดการศึกษาของมหาวิทยาลัยที่ได้จากการระดมความคิดเห็นในเวทีต่างๆ ของผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ และทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้เห็นพ้องร่วมกันว่า มหาวิทยาลัยควรเป็นไปในทิศทางอันส่งเสริมและพัฒนา เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืนของประเทศชาติและโลก

ทั้งนี้ได้มีการวิเคราะห์ถึงรากเหง้าของมหาวิทยาลัยที่มีประวัติศาสตร์อันยาวนาน พบว่า มหาวิทยาลัยมีความเชี่ยวชาญทางด้าน การเกษตร การสังคมความรู้ ภูมิปัญญา และวัฒนธรรม ประเพณีอันดีงามไว้เป็นจำนวนมาก อีกทั้งได้วิเคราะห์ถึงปัจจัยแวดล้อมภายนอกที่อาจส่งผลกระทบต่อมหาวิทยาลัยในอนาคต กอปรกับเห็นว่าเป็นแนวคิดการพัฒนาที่สอดคล้องกับตัวตน และทิศทางการพัฒนาของมหาวิทยาลัย ไม่ว่าจะ เป็นปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ปรัชญาการพัฒนาแบบ ตะวันออกที่เน้นการพัฒนาจิตใจ และการสร้างความสุขมากกว่าการพัฒนาด้านวัตถุ รวมทั้งแนวคิด การพัฒนาหลายประการ ซึ่งโดยสาระสำคัญแล้วล้วนแต่มุ่งไปในทิศทางอันก่อให้เกิดการพัฒนาอย่าง

ยั่งยืนเป็นมิตรกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เหล่านี้เป็นที่มาของกรอบแนวคิดในการพัฒนา มหาวิทยาลัยแม่โจ้ในระยะ 15 ปีที่จะมุ่งไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยแห่งชีวิต

3.2 แนวคิดหลักของการพัฒนา

เป็นมหาวิทยาลัยที่สร้างความสมดุล เศรษฐกิจและเป็นมิตรกับธรรมชาติ รักษาวัฒนธรรมและความดีงาม เพื่อการอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุขและยั่งยืน

3.3 เส้นทางการพัฒนา

การพัฒนามหาวิทยาลัยไปสู่เป้าหมายการเป็นมหาวิทยาลัยแห่งชีวิตนั้น ได้กำหนดเส้นทาง ยุทธศาสตร์การพัฒนา (Flagships) ออกเป็น 3 ช่วงระยะเวลา การพัฒนา ประกอบด้วย

1.) มหาวิทยาลัยเกษตรอินทรีย์ 2.) มหาวิทยาลัยสีเขียว 3.) มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ ซึ่งทั้ง 3 ช่วงระยะเวลา การพัฒนา ตั้งอยู่บนพื้นฐานแนวคิดเดียวกัน แต่ให้ความสำคัญในมิติที่แตกต่างกัน ดังนี้คือ

1. **ในด้านการเกษตร** มุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยเกษตรอินทรีย์ คือ เป็นการเกษตรที่เคารพ และเป็นมิตรกับธรรมชาติ ลด ละ เลิกการใช้สารเคมี มีการใช้เทคโนโลยีอย่างถูกต้องและรับผิดชอบ

2. **ในด้านกายภาพ** ชุมชน และสิ่งแวดล้อม มุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยการปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพ และรักษาสภาพแวดล้อมของมหาวิทยาลัย และชุมชนให้มีความสมดุลกับธรรมชาติรวมทั้งการพัฒนาศาสตร์และองค์ความรู้เพื่อความยั่งยืนของชุมชน ประเทศชาติ และโลก

3. **ในภาพรวมของการพัฒนามหาวิทยาลัยทุกด้าน** มุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ หมายถึง การพัฒนาที่สร้างความสมดุลในการอยู่ร่วมกันระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติอย่างสมบูรณ์แบบ และยั่งยืน คำนึงถึงความสุขที่แท้จริงของมนุษย์ การพัฒนาจิตใจ และการสร้างจิตสำนึกที่ดีงามแก่นักศึกษาและบุคลากร

3.4 การขับเคลื่อนการพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้

ภายใต้เส้นทางยุทธศาสตร์การพัฒนา ทั้ง 3 ช่วงระยะเวลาการพัฒนา อันประกอบด้วย มหาวิทยาลัยเกษตรอินทรีย์ (Organic University) มหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) และ มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ (Eco University) ทั้งนี้มหาวิทยาลัยจะดำเนินการทั้ง 3 ส่วน ไปพร้อมกัน หากแต่ให้ความสำคัญในแต่ละช่วงการพัฒนาที่แตกต่างกัน ดังนี้คือ

ระยะที่หนึ่ง เป็นระยะเริ่มต้น 5 ปีแรกของการพัฒนา (พ.ศ. 2555-2559) มุ่งพัฒนาสู่ Organic University เป็นลำดับแรก โดยการปรับเปลี่ยนแนวคิด และวิธีการในระบบเกษตรของ

มหาวิทยาลัย เพื่อให้เป็นต้นแบบของการทำเกษตรอินทรีย์อย่างแท้จริง ควบคู่ไปกับการวางแผนพัฒนา การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน และสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยและชุมชนโดยรอบเพื่อเตรียมก้าวสู่ Green และ Eco University ในระยะต่อไป

ระยะที่สอง ระหว่างปีที่ 6-10 (พ.ศ. 2560-2564) เชื่อว่าการปรับพื้นฐานการเกษตรสู่เกษตรอินทรีย์ของมหาวิทยาลัยจะเริ่มเห็นผลเป็นรูปธรรมแล้ว แต่จะยังคงพัฒนาต่อไปโดยบูรณาการให้ครอบคลุม สู่พันธกิจของมหาวิทยาลัยทุกด้าน เพื่อให้มหาวิทยาลัยเป็นผู้นำด้านเกษตรอินทรีย์อย่างแท้จริง โดยจะพัฒนาด้านกายภาพ และสิ่งแวดล้อมให้เห็นผลเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น เช่น การปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เป็นธรรมชาติ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การอนุรักษ์พลังงาน และการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน

ระยะที่สาม ช่วง 11-15 ปี (พ.ศ. 2565-2569) เมื่อการพัฒนาสู่การเป็นมหาวิทยาลัยเกษตรอินทรีย์และมหาวิทยาลัยสีเขียวเริ่มเห็นผลเป็นรูปธรรมแล้ว มหาวิทยาลัยจะขยายผลไปสู่การปรับเปลี่ยนแนวคิด จิตสำนึก และพฤติกรรมของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งนักศึกษา บุคลากร ศิษย์เก่า ตลอดจนชุมชน เพื่อให้มหาวิทยาลัยเป็นต้นแบบแก่ชุมชนและประเทศชาติอันนำพาแม่โจ้ไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยแห่งชีวิตตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ต่อไป

3.5 เส้นทางการพัฒนาแม่โจ้สู่การเป็น “มหาวิทยาลัยแห่งชีวิต”

ในส่วนของงานวิจัยนี้อยู่ในส่วนของจัดการความเสี่ยงและการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

นิยามมหาวิทยาลัยสีเขียวของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (Green University)

พัฒนาไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยที่สร้างความสมดุลร่วมกันกับธรรมชาติ ให้ความสำคัญกับการรักษาธรรมชาติสิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมอันดีงาม (วัฒนธรรมแม่โจ้ วัฒนธรรมเกษตร วัฒนธรรมล้านนา วัฒนธรรมไทย คุณธรรม ความดี (ธรรมาภิบาล))

ความหมายของการพัฒนาสีเขียวโดยทั่วไป (Green Development)

เป็นการพัฒนาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอันจะนำไปสู่การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน ซึ่งกิจกรรมภายใต้แนวทางการพัฒนาดังกล่าว จะต้องมีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพก่อให้เกิดของเสีย และก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่ไม่ส่งผลกระทบต่อความสมดุลของทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมสามารถคำนวณการดำรงชีพ และสนับสนุนวิถีชีวิตของประชากรในทุกสาขาการผลิต

เป้าหมายหลัก ด้านมหาวิทยาลัยสีเขียว (Goal)

ด้านวิชาการและผลิตบัณฑิต

1. มีหลักสูตรด้านพลังงานทดแทน และสิ่งแวดล้อมที่เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ
2. มีบัณฑิตด้านพลังงานทดแทน และสิ่งแวดล้อม
3. บัณฑิตมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน และรักษาสิ่งแวดล้อม

ด้านการวิจัยและบริการ

1. มีผลงานวิจัยและนวัตกรรมด้านพลังงานทดแทน และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
2. มหาวิทยาลัยแม่โจ้เป็นต้นแบบชุมชนสีเขียว และเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนภายนอก

ด้านกายภาพและการบริหาร

1. มีโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับ Green University เช่น พื้นที่ทางเท้า เส้นทางจักรยานที่จอดรถรวม และการออกแบบอาคารสีเขียว
2. ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในทุกห่วงโซ่อุปทาน
3. มีการใช้พลังงานทดแทนภายในมหาวิทยาลัย
4. ลดปริมาณของเสีย (waste-reduction) ให้เหลือน้อยที่สุด
5. ได้รับการจัดอันดับเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

3.6 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอย

3.6.1 คำจำกัดความของขยะมูลฝอย (Solid waste)

คำว่า ขยะ หรือมูลฝอย หรือขยะมูลฝอย เป็นคำที่มีผู้นิยามไว้มากซึ่งมีความหมายกว้างขวางและยืดถือเป็นทางการ ดังต่อไปนี้

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติให้ความหมายของ ขยะมูลฝอย หมายถึง เศษของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต และการใช้สอยของมนุษย์ ขยะมูลฝอยอาจมีลักษณะแตกต่างกันออกไป ตามแหล่งที่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอยนั้นๆ เช่น ขยะมูลฝอยจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย มีลักษณะเป็นเศษอาหารที่เหลือจากการหุงต้ม เศษผ้า และเศษของที่ไม่ใช้แล้วต่างๆ เป็นต้น และขยะมูลฝอยจากอุตสาหกรรม มีลักษณะขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม นอกจากนี้มีขยะมูลฝอยอีกประเภทหนึ่งเป็นขยะมูลฝอยที่ถูกทิ้งไว้ตามถนน หนทาง แม่น้ำ ลำคลอง และตามสถานที่สาธารณะต่างๆ เช่น ใบไม้ เศษกระดาษ กุ้งพลาสติก ดิน หิน กรวด ทราย เป็นต้น ขยะมูลฝอยประเภทนี้ แม้จะมีส่วนก่อเหตุรำคาญน้อยกว่าขยะมูลฝอยที่กล่าวไว้ แต่ก็ป็นภาระแก่ผู้เก็บกวาด เพราะกระจายอยู่ในบริเวณกว้างทำให้เก็บทำลายยาก และไม่ทั่วถึง

พระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ให้คำจำกัดความว่า มูลฝอย หมายถึง เศษ กระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร วัสดุพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร ถ้ำ มูลสัตว์หรือซากสัตว์ รวมตลอดถึง สิ่งอื่นที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น

ตามพระราชบัญญัติส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ให้คำจำกัด ความของคำว่า ของเสีย หมายความว่า ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสาร หรือวัตถุ อันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้ง หรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งกากตะกอน หรือสิ่งตกค้าง จากสิ่งเหล่านั้นที่อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ในทางวิชาการจะใช้คำว่า ขยะมูลฝอย ซึ่ง หมายถึง บรรดาสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง จะเนาเปื่อยหรือไม่ก็ตามรวม ตลอดถึง ถ้ำ ซากสัตว์ มูลสัตว์ฝุ่นละออง และเศษวัสดุ ที่ทิ้งแล้วจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย สถานที่ ต่างๆ รวมถึงสถานที่สาธารณะ ตลาด และโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้น อูจจาระ และปัสสาวะของ มนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งปฏิกูล วิธีจัดเก็บ และกำจัดแตกต่างไปจากวิธีการจัดขยะมูลฝอย ปัจจุบันวิทยาการ ก้าวหน้าประชากรเพิ่มอย่างรวดเร็ว อัตราการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้น เพื่อผลิตเครื่องอุปโภค บริโภค อาหาร ที่ อยู่อาศัย เป็นเหตุให้เศษสิ่งเหลือใช้มีปริมาณมากขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาของขยะมูลฝอย

กรมควบคุมมลพิษให้คำจำกัดความคำว่า ขยะมูลฝอย หรือมูลฝอย หมายถึง เศษ กระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัสดุ วัสดุพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร ถ้ำ มูลสัตว์ ซาก สัตว์ หรือสิ่งอื่นใด ที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น และหมายความรวมถึงมูลฝอย ติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษ หรืออันตรายจากชุมชน หรือคร้วเรือน ยกเว้นวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงาน ซึ่ง มีลักษณะ และคุณสมบัติที่กำหนดไว้ตามกฎหมายว่าด้วย โรงงาน

ความหมายของขยะมูลฝอยในเชิงวิชาการขยะ หรือขยะมูลฝอย หมายถึง ของเสียที่อยู่ใน รูปของแข็ง ซึ่งอาจจะมีความชื้นปะปนมาด้วยจำนวนหนึ่ง ขยะที่เกิดขึ้นจากอาคารที่พักอาศัย สถานที่ทำการโรงงานอุตสาหกรรม หรือตลาดสดก็ตาม จะมีปริมาณ และลักษณะแตกต่างกันออกไป โดยปกติแล้ววัตถุต่างๆ ที่ถูกทิ้งมาในรูปของขยะนั้น จะมีทั้งอินทรีย์สาร และอนินทรีย์สาร สารวัตถุ ต่างๆ เหล่านี้บางชนิดก็สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ในเวลาอันรวดเร็ว โดยเฉพาะพวกเศษ อาหาร เศษพืชผัก แต่บางชนิดก็ไม่อาจจะย่อยสลายได้เลย เช่น พลาสติก เศษแก้ว เป็นต้น (วรรณ พงษ์ อยู่ภาค และคณะ, 2559)

3.6.2 ประเภทและแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย

การจำแนกประเภทขยะมูลฝอย สามารถจำแนกได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับการใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก เช่น การพิจารณาจากแหล่งกำเนิดองค์ประกอบของขยะมูลฝอย หรือคุณสมบัติของขยะมูลฝอย เป็นต้น

4. ประเภทของขยะมูลฝอย

1. ขยะย่อยสลาย (Compostable waste) หรือ มูลฝอยย่อยสลาย คือ ขยะที่เน่าเสีย และย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น เศษผัก เปลือกผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้ เศษเนื้อสัตว์ เป็นต้น แต่จะไม่รวมถึงซาก หรือเศษของพืช ผัก ผลไม้ หรือสัตว์ ที่เกิดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยที่ขยะย่อยสลายนี้เป็นขยะที่พบมากที่สุด และพบมากถึง 64% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ

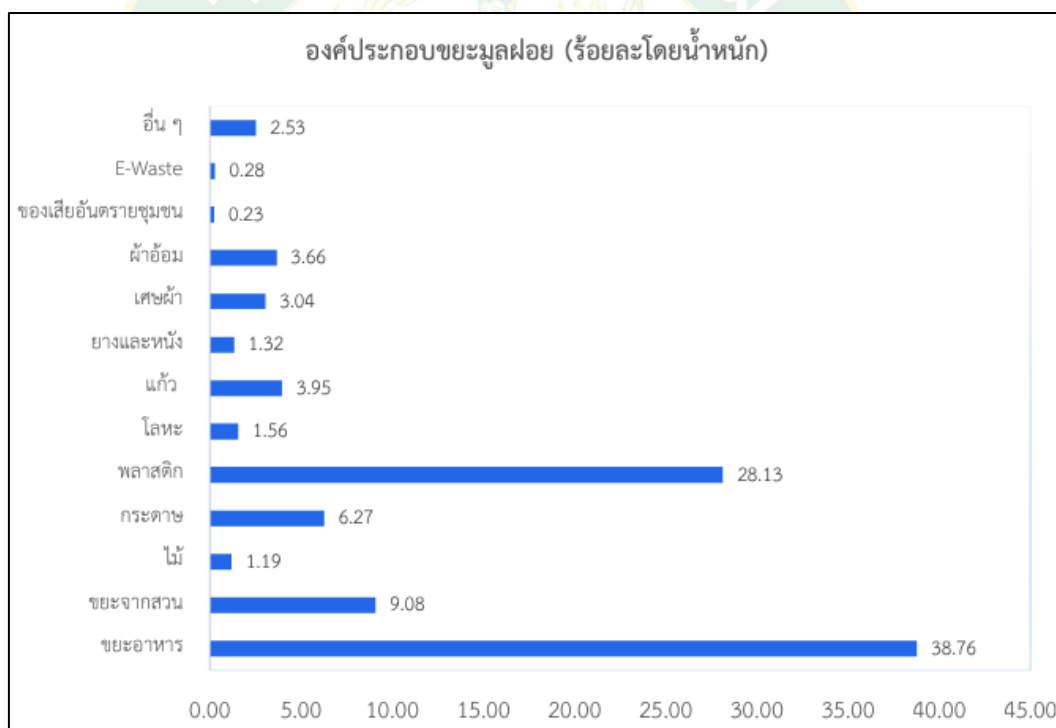
2. ขยะรีไซเคิล (Recyclable waste) หรือ มูลฝอยที่ยังใช้ได้ คือ ของเสียบรรจุภัณฑ์ หรือวัสดุเหลือใช้ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่น แก้ว กระดาษ เศษพลาสติก กล่องเครื่องดื่มแบบ UHT กระจงเครื่องดื่ม เศษโลหะ อะลูมิเนียม ยางรถยนต์ เป็นต้น สำหรับขยะรีไซเคิลนี้ เป็นขยะที่พบมากเป็นอันดับที่สองในกองขยะ พบประมาณ 30% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ

3. ขยะอันตราย (Hazardous waste) หรือ มูลฝอยอันตราย คือ ขยะที่มีองค์ประกอบ หรือปนเปื้อนวัตถุอันตรายชนิดต่างๆ ได้แก่ วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกรมมันตรังสี วัตถุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง วัตถุอย่างอื่นไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์ หรือสิ่งอื่นใดที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม เช่น ถ่านไฟฉาย หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบตเตอรี่ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืช กระจงสเปรย์บรรจุสี หรือสารเคมี เป็นต้น ขยะอันตรายนี้ เป็นขยะที่มักพบได้น้อยที่สุด พบประมาณ 3% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ

4. ขยะทั่วไป (General waste) หรือ มูลฝอยทั่วไป คือ ขยะประเภทอื่นนอกเหนือจาก ขยะย่อยสลาย ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย มีลักษณะที่ย่อยสลายยาก และไม่คุ้มค่าสำหรับการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น ห่อพลาสติกใส่ขนม ถุงพลาสติกบรรจุผงซักฟอก พลาสติกห่อลูกอม ซองบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ถุงพลาสติกเปื้อนเศษอาหาร โฟมเปื้อนอาหาร พอยล์เปื้อนอาหาร เป็นต้น สำหรับขยะทั่วไปนี้ เป็นขยะที่มีปริมาณใกล้เคียงกับขยะอันตราย คือ พบประมาณ 3% ของปริมาณขยะทั้งหมดในกองขยะ (ปิยชาติ ศิลปสุวรรณ, 2557) และจากข้อมูลของสำนักงานสิ่งแวดล้อม และควบคุมมลพิษที่ 1-16 ศูนย์บริการวิชาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร และบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้าน

พลังงาน และสิ่งแวดล้อม (JGSEE) ในการหาองค์ประกอบขยะมูลฝอยเฉลี่ยของประเทศ ปี พ.ศ 2564 เทียบกับปริมาณขยะที่เข้าสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแต่ละแห่ง เพื่อมาคำนวณโดยใช้สมการที่กำหนด พบค่าเฉลี่ยองค์ประกอบขยะมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของประเทศ ได้แก่

1. ขยะอาหาร เป็นองค์ประกอบที่พบมากที่สุด ประมาณร้อยละ 38.76
2. ขยะพลาสติก พบมากเป็นอันดับที่สอง ประมาณร้อยละ 28.13
3. ขยะจากสวน เกิดจากใบไม้ การตัดแต่งกิ่งไม้ต่างๆ ประมาณร้อยละ 9.08
4. ขยะกระดาษ พบมากเป็นอันดับที่สี่ ประมาณร้อยละ 6.27
5. ขยะประเภทอื่นๆ ที่พบได้แก่ แก้ว ร้อยละ 3.95, ฝ้ายอ้อม ร้อยละ 3.66 อื่นๆ ร้อยละ 2.53, โลหะ ร้อยละ 1.56 และที่พบน้อยที่สุด ได้แก่ ของเสียอันตรายชุมชน ร้อยละ 0.23 ดังภาพที่ 1 (กรมควบคุมมลพิษ, 2564)



ภาพที่ 1 องค์ประกอบขยะมูลฝอยที่พบเฉลี่ยในประเทศไทย ปี 2564

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2564)

5. แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย

ขยะเป็นสิ่งที่เหลือใช้ หรือสิ่งที่ไม่ต้องการอีกต่อไป สามารถแบ่งตามแหล่งกำเนิด และกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน โดยแหล่งกำเนิดที่สำคัญ มีดังนี้

1. ขยะมูลฝอยจากอาคารบ้านเรือน ที่อยู่อาศัย ขยะมูลฝอยจากแหล่งนี้ มีลักษณะหลากหลาย เช่น เศษอาหาร เศษวัสดุต่างๆ ทั้งอันตราย และไม่อันตราย
2. ขยะมูลฝอยจากกิจกรรมภาคอุตสาหกรรม เช่น เศษวัสดุ สารประกอบต่างๆ จากการผลิต ประกอบกิจการ และขยะมูลฝอยที่ไม่เป็นอันตราย
3. ขยะมูลฝอยจากกิจกรรมภาคเกษตรกรรม เช่น ภาชนะบรรจุสารป้องกัน และกำจัดศัตรูพืช และแมลง เศษซากพืช ซากสัตว์ เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

การศึกษาจากแหล่งข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ประเภท และแหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอยมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และการจัดแบ่งประเภท มักขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการจัดการ ด้วยเหตุนี้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษา และมุ่งเน้นที่การลดปริมาณ ดังนั้น จึงเป็นการศึกษาขยะมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภทตามการแบ่งประเภทขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

6. องค์ประกอบขยะมูลฝอย

องค์ประกอบของขยะมูลฝอยมีหลายชนิด ขึ้นกับแหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอยนั้นๆ ขยะมูลฝอยที่มาจากแหล่งกำเนิดต่างกัน จะมีคุณสมบัติ และองค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่แตกต่างกัน คุณสมบัติ และองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเป็นข้อมูลที่สำคัญในการนำไปใช้ เพื่อพิจารณาวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขยะมูลฝอยแต่ละประเภทมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน เมื่อจำแนกตามองค์ประกอบ สามารถจำแนกได้ดังนี้ (วรรณพงษ์ อยู่ภาค และคณะ, 2559)

6.1 ลักษณะทางกายภาพ

ก. องค์ประกอบทางด้านกายภาพ (Physical composition) นิยมจำแนกตามชนิดของสิ่งของต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นมูลฝอยทั้งหมด โดยแบ่งเป็น

- มูลฝอยที่เผาไหม้ได้ (Combustible) เช่น กระดาษ ผ้า เศษอาหาร ผัก หญ้า ไม้ พลาสติก ยาง

- มูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non combustible) เช่น โลหะ แก้ว กระจก อิฐ หิน กรวด และอื่น ๆ องค์ประกอบเหล่านี้อาจถูกแบ่งออกตามสัดส่วนโดยน้ำหนัก หรือโดยปริมาตร แต่ส่วนใหญ่ นิยมแบ่งตามสัดส่วนโดยน้ำหนักมากกว่า ในประเทศอุตสาหกรรม หรือประเทศที่ประชากรมีรายได้สูง

มูลฝอยจากชุมชนส่วนใหญ่จะเป็นพวกเศษกระดาษ และพลาสติก ในขณะที่ประเทศเกษตรกรรม หรือประเทศที่ประชากรมีรายได้ต่ำ จะมีสัดส่วนของขยะมูลฝอยที่เป็นพวกเศษอาหารเป็นส่วนใหญ่

ข. ความหนาแน่น (Density) ได้แก่ ค่ามวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของมูลฝอย แบ่งได้เป็น ความหนาแน่นปกติ (Bulk density) คือ ความหนาแน่นปกติ ไม่มีการอัด หรือบีบมูลฝอยให้ผิดไปจากธรรมชาติ ความหนาแน่นในขณะขนส่ง (Transported density) คือ ความหนาแน่นของมูลฝอยในรถยนต์เก็บขน ในขณะขนส่ง ซึ่งปกติแล้วจะถูกทำให้แน่นขึ้น เนื่องจากการสั่นสะเทือน และการอัดของพนักงานเก็บขนมูลฝอย ความหนาแน่นของมูลฝอยจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของมูลฝอยด้วย เช่น มูลฝอยที่มีพวกเศษอาหาร จะมีค่าความหนาแน่นสูงกว่ามูลฝอยที่มีพวกกระดาษ หรือพลาสติกมาก โดยทั่วไปมูลฝอยจากชุมชน ในกลุ่มประเทศที่ประชากรมีรายได้สูง จะมีค่าความหนาแน่นค่อนข้างน้อย คือ ประมาณ 100-170 กก./ลบ.ม. และกลุ่มประเทศที่ประชากรมีรายได้ปานกลาง จะมีค่าความหนาแน่น ประมาณ 250 กก./ ลบ.ม. และกลุ่มประเทศที่ประชากรมีรายได้ต่ำ จะมีค่าความหนาแน่นค่อนข้างสูง ประมาณ 250-500 กก./ลบ.ม.

6.2 ลักษณะทางเคมี (Chemical composition) ลักษณะทางเคมีของมูลฝอย (Chemical Characteristics)

ก. ความชื้น (Moisture content) หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในมูลฝอย โดยทั่วไปปริมาณน้ำที่มีอยู่ในมูลฝอย มีทั้งน้ำที่อยู่ภายในตัวของมูลฝอยเอง (Inherent water) เช่น น้ำที่อยู่ในพืช ผัก เศษอาหาร ซึ่งมีประมาณ 1/2 ถึง 2/3 ของปริมาณน้ำทั้งหมด และน้ำที่ติดอยู่ภายนอก (Attached water) เช่น น้ำฝน น้ำที่ออกมาจากเศษอาหาร ซึ่งประมาณ 1/3 ถึง 1/2 ของปริมาณน้ำทั้งหมด

ข. ปริมาณของแข็งรวม (Total solids) หมายถึง ปริมาณมูลฝอยแห้งที่เหลือภายหลังจากการนำน้ำออกไปหมดแล้ว

ค. ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile solids) หมายถึง ส่วนของมูลฝอยที่สามารถติดไฟ หรือเผาไหม้ที่ความร้อนสูงให้หมดไป โดยแปลงสภาพเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ

ง. ปริมาณขี้เถ้า (Ash) หมายถึง กากของมูลฝอยที่เหลือจากการเผาไหม้ ความชื้น ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ และปริมาณเถ้า มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน นิยมเรียกว่า “The Three Components” ถ้าทราบค่าลักษณะของมูลฝอยจำนวน 2 ค่า ในกลุ่มนี้จะสามารถหาค่าของตัวที่เหลือได้ ข้อมูลทั้ง 3 ค่าสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในประเทศเกษตรกรรม หรือ

ประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งมีค่าความชื้นสูงกว่ามูลฝอยในกลุ่มประเทศอุตสาหกรรม สำหรับมูลฝอยในประเทศไทยมีค่าความชื้นประมาณ 50-60 %

จ. ค่าความร้อน (Calorific value) หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผามูลฝอย ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์การพิจารณาเลือกวิธีการกำจัด โดยเฉพาะวิธีการเผาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เนื่องจากมูลฝอยที่มีค่าความร้อนต่ำกว่า 800 กิโลแคลอรี/กก. ของมูลฝอยจะต้องใช้เชื้อเพลิงช่วยในการเผาด้วย ทำให้สิ้นเปลือง นอกจากนี้ค่าความร้อนของมูลฝอยยังใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเตาเผา และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอีกด้วย

ฉ. องค์ประกอบด้านเคมี (Chemical composition) ได้แก่

- ปริมาณสารไนโตรเจน (Nitrogen N)
- ปริมาณสารฟอสฟอรัส (Phosphorus P)
- ปริมาณโพแทสเซียม (Potassium K)
- ปริมาณสารคาร์บอน (Carbon C)
- ปริมาณไฮโดรเจน (Hydrogen H) เป็นต้น

ข้อมูลองค์ประกอบด้านเคมีส่วนใหญ่ จะนำมาใช้การเลือกวิธี และออกแบบ ระบบกำจัดมูลฝอย เช่น ใช้คำนวณปริมาณอากาศที่ต้องใช้ในเตาเผา ใช้คำนวณค่าความร้อนของมูลฝอย ตลอดจนใช้คำนวณหาสัดส่วนของ Carbon และ Nitrogen (C/N ratio) และปริมาณสารอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการหมักปุ๋ย เป็นต้น

ข. สารเคมีเป็นพิษ เช่น โลหะหนักต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการประเมินขอบเขต และความรุนแรงของภาวะการปนเปื้อนของของเสียที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

6.3 ลักษณะทางชีวภาพ (Biological composition) ได้แก่ การวิเคราะห์หาปริมาณและชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ (Micro organisms) ที่ปะปนอยู่ในมูลฝอย เช่น เชื้อแบคทีเรีย เชื้อราและไวรัส ซึ่งบางชนิดอาจทำให้เกิดโรคได้ (Pathogenic) บางชนิดไม่ทำให้เกิดโรค (Non-pathogenic) บางชนิดเป็นตัวช่วยให้มูลฝอยเกิดการย่อยสลายได้ดี เช่น Decomposition bacteria เป็นต้น

จากการรวบรวมผลการศึกษาลักษณะมูลฝอยจากชุมชนในรายงานหลาย ๆ ฉบับ พบว่ามูลฝอยที่เกิดขึ้นจากชุมชนต่าง ๆ ของประเทศจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันทั่วประเทศ คือ มีเศษอาหารเป็นองค์ประกอบหลักมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 50-60 ค่าความร้อนประมาณ 1,200-1,500 กิโลแคลอรี/

กก. ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและองค์ประกอบของมูลฝอยนี้ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนและออกแบบระบบจัดการมูลฝอยได้ในทุกขั้นตอน (บทความออนไลน์, 2553)

ซึ่งขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ อาจเป็นขยะมูลฝอยประเภทที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนจึงอาจคาดการณ์ได้ว่า องค์ประกอบหลักของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยที่ประกอบด้วยอาคารเรียนของแต่ละคณะภายในมหาวิทยาลัยมีอาจมีองค์ประกอบหลักอย่างเดียวกับขยะมูลฝอยที่เกิดจากชุมชนแต่อาจมีสัดส่วนและปริมาณที่แตกต่างออกไป

7. ปริมาณของขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยของแต่ละที่นอกจากจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกันแล้ว ในด้านปริมาณก็แตกต่างกันไปด้วย ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยมีความสำคัญต่อการจัดการมูลฝอยมาก เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็น และคาดการณ์อนาคต สำหรับการวางแผนในการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ใด ๆ ก็ตามให้สามารถมีการจัดการได้อย่างถูกหลักสุขาภิบาล

ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากชุมชนทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2546 มีปริมาณใกล้เคียงกับปีที่ผ่านมาคือประมาณ 14.4 ล้านตัน หรือ 39,240 ตันต่อวัน โดยอัตราการเพิ่มปริมาณขยะมูลฝอยเมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2545 ทั้งนี้เนื่องจากการส่งเสริมให้ประชาชนคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอย และขยะมูลฝอยส่วนหนึ่งได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ใหม่มากขึ้น ปริมาณขยะมูลฝอยโดยเฉพาะในพื้นที่เขตเมืองอย่างกรุงเทพมหานครมีปริมาณขยะมูลฝอยลดลงจากเดิมเกือบ 300 ตันต่อวัน ซึ่งเดิมเกิดขึ้นเฉพาะกระบวนการสามล้อรับซื้อตามบ้านมีอัตราการรีไซเคิลร้อยละ 18 ในปี พ.ศ. 2545 เพิ่มขึ้นมาเป็นร้อยละ 19 ในปี พ.ศ. 2546 และวัสดุที่แยก 3 ลำดับแรก คือ เหล็ก กระดาษ และแก้ว การบริหารเก็บขนรวบรวมมูลฝอยทั้งจากบ้านเรือน แหล่งชุมชน และแหล่งสาธารณะยังมีปัญหาด้านประสิทธิภาพการเก็บรวบรวมอันเนื่องมาจากข้อจำกัดในการเก็บค่าบริการ ทำให้ไม่สามารถพัฒนารูปแบบการให้บริการได้ อย่างไรก็ตามการให้บริการในเขตเมือง มีอัตราการเก็บรวบรวมได้มากขึ้น โดยมีปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างลดลง (กรมควบคุมมลพิษ, 2547a)

พบว่าปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นในประเทศไทยในช่วง 12 ปีที่ผ่านมาตั้งแต่ปี 2536 - 2547 มีอัตราเพิ่มเฉลี่ยประมาณร้อยละ 1.2 ต่อปี และจากข้อมูลสถานการณ์ขยะมูลฝอยที่ผ่านมาพบว่าแนวโน้มของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในทุกปี ทั้งนี้หากพิจารณาถึงอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของประเทศก็มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ในปี พ.ศ. 2559 พบว่ามีปริมาณ

ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นของประเทศไทย 27.06 ล้านตัน ซึ่งคิดเป็นอัตราการเกิดขยะมูลฝอยที่ 1.14 กก./คน/วัน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณและอัตราขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ปี 2551 – 2559

ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น (ล้านตัน)	อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (กิโลกรัม/คน/วัน)
2551	23.93	1.03
2552	24.11	1.04
2553	24.22	1.04
2554	25.35	1.08
2555	24.73	1.05
2556	26.77	1.15
2557	26.19	1.11
2558	26.85	1.13
2559	27.06	1.14

หมายเหตุ : ข้อมูลปี 2551 – 2555 ได้จากการคาดการณ์ และข้อมูลปี 2556 - 2559 ได้จากการสำรวจข้อมูลจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั่วประเทศ โดยสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคและสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด

สำหรับประเทศไทย ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปีรวมทั้งปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำไปกำจัดอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ และปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ก็มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน เนื่องจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และประชาชนมีความใส่ใจในการดำเนินการคัดแยกขยะมูลฝอยเพิ่มมากขึ้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2559b)

และในปัจจุบันสถานการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนต่อวัน ใน พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ ประมาณ 27.37 ล้านตัน หรือ 74,998 ตันต่อวัน เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2559 ร้อยละ 1.15 ที่มีปริมาณเกิดขึ้น 27.06 ล้านตัน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากร และการขยายตัวของชุมชนเมือง ในขณะที่อัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อคนประมาณ 1.13 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ลดลงจาก พ.ศ. 2559 ซึ่งมีปริมาณ 1.14 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ทั้งนี้เป็นขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นใน

กรุงเทพมหานครประมาณ 4.86 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 18 และในพื้นที่ 76 จังหวัด ประมาณ 22.51 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 82 เมื่อพิจารณาในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2551-2560) พบว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นต่อวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นในประเทศไทยในช่วงปีพ.ศ. 2551 - 2560

ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนต่อวัน (หน่วย : ตันต่อวัน)

ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะ
2551	41,064
2552	41,410
2553	41,532
2554	43,779
2555	67,577
2556	73,355
2557	71,778
2558	73,560
2559	74,130
2560	74,998

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2561a)

7.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและปริมาณของขยะมูลฝอยจากชุมชน

1. **ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์หรือลักษณะชุมชน** ถ้าชุมชนประกอบการค้า เช่น มีตลาด ศูนย์การค้าก็จะมีปริมาณขยะมูลฝอยมากกว่าชุมชนที่เป็นที่อยู่อาศัย และถ้าเป็นบริเวณที่ทำการเกษตร เช่น ทำสวน ปริมาณขยะมูลฝอยจะน้อยกว่าบริเวณอื่น ๆ

2. **ฤดูกาล** มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณขยะมูลฝอยเป็นอย่างมาก เช่น ฤดูที่มีผลไม้บางประเภทอาจทำให้มีเปลือก และเศษผลไม้เหลือทิ้งในฤดูนั้นมาก เพราะเหลือจากการบริโภค

ของประชาชนตลอดจนทำให้สภาพความชื้น และความหนาแน่นที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลในแง่ของการจัดการมูลฝอยต่อไป

3. อุปนิสัยของประชากรในชุมชน เช่น อุปนิสัยในการซื้อสินค้า ถ้าซื้อสินค้าที่บรรจุด้วยกรรมวิธีที่ทันสมัย เช่น บรรจุในพลาสติกหรือโฟม ก็ส่งผลให้ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นมีพลาสติกและโฟมเป็นองค์ประกอบที่มากด้วย

4. ความหนาแน่นของประชากร ในบริเวณที่มีผู้อยู่อาศัยหนาแน่น ปริมาณขยะมูลฝอยจะมีมากกว่าในบริเวณที่มีผู้อยู่อาศัยน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันนิยมสร้างแฟลต ทาวน์เฮาส์ คอนโดมิเนียม ดังนั้นในบริเวณดังกล่าวจะมีผู้อยู่อาศัยหลายครอบครัว ปริมาณขยะมูลฝอยย่อมเกิดมากตามไปด้วย

5. รูปแบบและทัศนคติในการดำรงชีวิต ขึ้นอยู่กับสามัญสำนึกของบุคคลนั้น ที่มีต่อการดูแลสุขภาพแวดล้อม ทั้งนี้หากชุมชนไหนให้ความสำคัญ เช่น มีการรณรงค์ปลูกจิตสำนึกให้มีการดูแลสุขภาพแวดล้อมในชุมชนให้ดีและน่าอยู่ก็จะช่วยทำให้ลดปริมาณขยะมูลฝอยลงไปได้

6. กฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ เช่น การกำหนดขอบเขตของการบริการ การจัดการขยะมูลฝอย การกำหนดค่าบริการ ความเข้มงวด และความรุนแรงของบทลงโทษ การกำหนดระเบียบปฏิบัติในการจัดการขยะมูลฝอยของบ้านเรือนและชุมชน เช่น ไม่ให้ประชาชนทิ้งขยะมูลฝอยในที่สาธารณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งน้ำก็จะทำให้ขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้มีปริมาณที่น้อยลง (ประภาพร แก้วสุกใส, 2549)

7.2 ปัญหาที่เกิดจากขยะมูลฝอย

ขยะหรือของเสีย แบ่งเป็น มูลฝอยธรรมดาทั่วไป ได้แก่ มูลฝอยสด เศษอาหาร กระดาษ โฟม พลาสติก ขวด แก้ว โลหะ ฯลฯ และของเสียอันตราย ได้แก่ มูลฝอยติดเชื้อจากโรงพยาบาล กากสารเคมี สารเคมีกำจัดแมลง กากน้ำมัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบตเตอรี่ใช้แล้ว แหล่งกำเนิดของเสียที่สำคัญ ได้แก่ ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมและพื้นที่เกษตรกรรม และคนไทยกว่า 60 ล้านคนสามารถสร้างขยะได้มากถึง 14 ล้านตันต่อปี แต่ความสามารถในการจัดเก็บขยะกลับมีไม่ถึง 70 % ของขยะที่เกิดขึ้นจึงทำให้เกิดปริมาณมูลฝอยตกค้างตามสถานที่ต่างๆ หรือมีการนำไปกำจัดโดยวิธีกองบนพื้นซึ่งไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม คือ

1. อากาศเสีย เกิดจากการเผามูลฝอยกลางแจ้งทำให้เกิดควันและสารมลพิษทางอากาศ
2. น้ำเสีย เกิดจากการกองมูลฝอยที่ตกค้างบนพื้นเมื่อฝนตกจะเกิดน้ำเสียซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำทำให้เกิดภาวะมลพิษทางน้ำ
3. แหล่งพาหะนำโรค จากมูลฝอยตกค้างบนพื้นจะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของหนู และแมลงวัน ซึ่งเป็นพาหะนำโรคติดต่อทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน
4. เหตุรำคาญและความไม่น่าดู จากการเก็บขยะมูลฝอยไม่หมด ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2547b)

7.3 ปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย

สถานการณ์ขยะมูลฝอยตกค้างในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยพบว่า ใน พ.ศ. 2559 มีปริมาณขยะมูลฝอยตกค้าง 9.96 ล้านตัน ลดลงจาก พ.ศ. 2558 ที่มีปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างเท่ากับ 10.46 ล้านตัน โดยในช่วงต้นปี พ.ศ. 2558 มีปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ดำเนินการไม่ถูกต้องกว่า 30 ล้านตัน และในการสำรวจ ณ ปลายปี พ.ศ. 2558 พบว่าปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างดังกล่าว มีปริมาณลดลงกว่าร้อยละ 65 (10.46 ล้านตัน) เนื่องจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีการปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยให้สามารถดำเนินการได้อย่างถูกต้อง การปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเอกชนให้ดำเนินการได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหลายแห่งดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยตกค้างด้วยกระบวนการที่เหมาะสม เป็นต้น

ตารางที่ 4 ปริมาณมูลฝอยตกค้างในสถานที่กำจัดพ.ศ. 2557-2559

ปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย (หน่วย : ล้านตัน)				
ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะมูลฝอยตกค้าง	ปริมาณขยะมูล	ปริมาณขยะมูล	สัดส่วนของขยะที่
		ฝอยที่ได้รับการ	ฝอยตกค้าง	
		จัดการ	คงเหลือ	(ร้อยละ)
2557	28.00	13.20	14.80	47
2558	30.40	19.94	10.46	66
2559	10.46	0.50	9.96	5

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2561b)

7.4 การจัดการขยะมูลฝอย

ปัญหาสิ่งแวดล้อมมีการกล่าวถึงอย่างจริงจังในแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมฉบับที่ 7 (2535-2539) โดยให้ความสำคัญกับปัญหามลพิษทางน้ำ ทางอากาศ และกากของเสียจากอุตสาหกรรมทำให้เกิดการออกกฎหมายเกี่ยวกับการควบคุมมลพิษ และการส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2535 ต่อมาในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 8 (2540-2545) ได้มีการกล่าวถึงการกำหนดและปรับปรุงกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ และช่วยป้องกันผลกระทบที่จะเกิดต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมจัดการมูลฝอยให้สามารถเพิ่มค่าธรรมเนียมได้ตามความเหมาะสม การใช้ระบบประกันภัยในเรื่องการจัดการของเสียอันตราย เป็นต้น แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่กล่าวถึงปัญหาการจัดการขยะโดยตรง คือ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 9 (2545-2549) ที่กำหนดให้มีระบบการบริหารจัดการขยะในชุมชนแบบครบวงจร ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของการเกิดขยะจนถึงการกำจัดขั้นสุดท้าย และให้ความสำคัญต่อการนำขยะที่มีศักยภาพกลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด รวมทั้งลดปริมาณขยะที่จะต้องนำไปกำจัดให้เหลือน้อยที่สุด ทั้งนี้การบริหารจัดการขยะในชุมชนดังกล่าวจะมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องในส่วนกลาง ส่วนภูมิภาคและส่วนท้องถิ่น รวมทั้งจากภาคเอกชนและประชาชนโดยวางแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. ควบคุมการผลิตขยะมูลฝอยของประชาชน
2. สนับสนุนงบประมาณ บุคลากรและวิชาการแก่ท้องถิ่นเพื่อให้มีการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร ตั้งแต่การเก็บการคัดแยก การขนส่ง การนำกลับมาใช้ประโยชน์และการกำจัดที่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล
3. ส่งเสริมและสนับสนุนให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีความร่วมมือกันในการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร ตั้งแต่การลด การคัดแยกและใช้ประโยชน์และการกำจัดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการโดยมุ่งเน้นรูปแบบศูนย์จัดการขยะรวม
4. สนับสนุนให้มีกฎระเบียบและเกณฑ์การจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม ตั้งแต่การลดและใช้ประโยชน์ขยะจนถึงการกำจัดเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องถือปฏิบัติ
5. ส่งเสริมและสนับสนุนให้องค์กรเอกชนและประชาชน มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาขยะมากขึ้น

ที่มา: วิชัย โสสุวรรณจินดา, (2558)

7.5 การดำเนินการจัดการขยะมูลฝอย

1. แนวคิดขยะเหลือศูนย์ (Zero waste management) เป็นแนวคิดที่ยึดหลักการที่ว่า “ขยะมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้” มีเป้าประสงค์ คือ “การทำให้ขยะเหลือน้อยที่สุดและกำจัดที่เหลือด้วยเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ” แนวคิดขยะเหลือศูนย์ มีหลักการสำคัญ คือการใช้วัสดุการผลิตที่สามารถนำกลับมาแปรรูปใช้ใหม่ให้มากที่สุดลดปริมาณของเสียที่จะทิ้งให้เหลือน้อยที่สุดบริโภคให้พอดีและบริโภคสินค้าที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ผลิตสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมผลิตสินค้าใหม่ที่ผสมผสานการนำวัสดุกลับมาแปรรูปใช้ใหม่ได้รณรงค์การใช้สินค้าที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ พัฒนาการนำ ขยะกลับมาแปรรูปใช้ใหม่เก็บภาษีรวมในราคาสินค้าที่คิดจากต้นทุนทรัพยากรการผลิตช่วยยกระดับเป้าหมายทางเศรษฐกิจของชุมชนและสร้างงานใหม่ๆให้กับชุมชน

2. การลดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แล้ว เป็นแนวทางการนำบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่เพื่อลดปริมาณมูลฝอยของประเทศต่างๆ โดยการกำหนดมาตรการเพื่อแก้ไขปัญหาและลดปริมาณมูลฝอยโดยการนำบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่ ด้วยมาตรการ ดังนี้

- การจัดตั้งองค์การดำเนินการด้านการจัดการบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แล้ว โดยเรียกคืนบรรจุภัณฑ์เพื่อรวบรวมและนำกลับมาใช้ซ้ำและรีไซเคิล
- การใช้ระบบมัดจำและคืนเงิน
- จัดเก็บค่าธรรมเนียมบรรจุภัณฑ์จากผู้ผลิต
- การกำหนดภาษีบรรจุภัณฑ์
- การลดภาษีให้กับผู้ประกอบการเมื่อมีการเรียกคืนบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แล้ว
- การประชาสัมพันธ์ให้ความรู้วิธีการลดและคัดแยกบรรจุภัณฑ์อย่างถูกต้อง เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้บริโภคในการลดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แล้ว
- กำหนดสัญลักษณ์บนบรรจุภัณฑ์เพื่อแสดงถึงการนำบรรจุภัณฑ์ไปรีไซเคิล และการสะสมแต้มให้ของรางวัลและการให้ส่วนลด

ที่มา: วิชัย โสสุวรรณจินดา, (2558)

3. การลดปริมาณมูลฝอยด้วยหลัก 3 Rs คือ

แนวคิดในการจัดการขยะมูลฝอย ประกอบด้วยแนวคิดของ 3Rs ตามนโยบายจากทางรัฐบาล อันได้แก่ - Reduce หมายถึง ลดการเกิดขยะมูลฝอย

- Reuse หมายถึง นำกลับมาใช้ซ้ำ
- Recycle หมายถึง หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่

ทั้งนี้ให้ดำเนินการ 3Rs โดยใช้หลักการคัดแยกองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเป็นกลุ่มๆ ตามประเภท ของขยะ อาทิกระดาษ พลาสติก โลหะ แก้ว หรือเศษอาหาร เป็นต้น ทั้งนี้การคัดแยกจะทำให้สามารถ ลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัดให้เหลือน้อยลง ยิ่งทำการคัดแยกให้เป็นกลุ่มหรือเป็นหมวดหมู่มากเท่าใด ก็จะสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้มากที่สุด ปริมาณขยะที่ต้องกำจัดก็จะเหลือน้อยที่สุด เป็นภาระในการกำจัดน้อย ลดต้นทุนในการดำเนินการ ก่อผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อย รวมทั้งสามารถนำขยะกลับมาใช้ใหม่ได้มากขึ้น เป็นการรักษาทรัพยากรไว้ใช้ประโยชน์ได้นานวันขึ้นเป็นต้น (สภาวิศวกร, 2555)

4. การนำมูลฝอยชุมชนมาใช้ประโยชน์

การนำมูลฝอยชุมชนมาใช้ประโยชน์ จัดเป็นวิธีการหนึ่งในการลดปริมาณมูลฝอยที่จะต้องกำจัด และเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางอ้อม โดยใช้ทรัพยากรที่นำมาจากธรรมชาติมาผลิตสิ่งที่ต้องการใช้ และใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วยการนำมูลฝอยที่เกิดจากสิ่งที่ต้องการใช้นั้นมาใช้อีก ตามชนิดของส่วนประกอบแต่ละอย่างของมูลฝอย เช่น เศษอาหาร เศษพืชผัก หรือสารอินทรีย์ ขวดแก้ว กล่องพลาสติก กระดาษ ฯลฯ

สัดส่วนการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยใน พ.ศ. 2560 มีการนำมูลฝอยชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ 8.51 ล้านตัน แบ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากขยะรีไซเคิล 7.15 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 84 โดยถูกคัดแยกจากต้นทาง ตั้งแต่บ้านเรือนส่วนใหญ่ คือ แก้ว กระดาษ พลาสติก เหล็ก และอะลูมิเนียม ส่วนการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์มีปริมาณ 1.26 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 14.8 ได้แก่ ขยะประเภท เศษอาหาร พืช ผัก และผลไม้ต่างๆ ซึ่งจะมีปริมาณมาก ทั้งนี้การใช้ประโยชน์พบได้ตามตลาดสดหรือศูนย์การค้า โดยการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ เป็นการคัดแยกขยะอินทรีย์ประเภท เศษอาหาร พืช ผัก ผลไม้ต่างๆ ซึ่งจะมีปริมาณมากแต่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์เพียงบางส่วนเท่านั้น

การใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์จะพบได้ตามตลาดสด หรือศูนย์การค้า โดยจะมีการนำขยะอินทรีย์ไปทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ หรือน้ำหมักชีวภาพใช้บำรุงดินเพื่อการเกษตร นำขยะอินทรีย์ไปเป็นอาหารสัตว์ และการนำขยะอินทรีย์มาผ่านกระบวนการแปรรูป และผลิตก๊าซชีวภาพในชุมชนเพื่อทดแทนพลังงานเชื้อเพลิง มีปริมาณ 0.1 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 1.2 เมื่อพิจารณาในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2551-2560) พบว่า การใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยชุมชนที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากนโยบายรัฐบาลที่กำหนดให้การแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยเป็นวาระแห่งชาติ โดยถือเป็นเรื่องที่สำคัญให้นำหลักการ ลด ใช้ซ้ำ และนำกลับมาใช้ใหม่ (Reduce Reuse Recycle : 3R) มาใช้ในการจัดการมากขึ้น

ตารางที่ 5 สัดส่วนการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอย

สัดส่วนการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอย (หน่วย : ล้านตัน)			
ปี พ.ศ.	ซื้อขายวัสดุรีไซเคิล	ปุ๋ยหมักอินทรีย์	ผลิตพลังงานไฟฟ้าเชื้อเพลิงทดแทน
2551	3.03	0.25	0.13
2552	3.12	0.63	0.11
2553	3.20	0.59	0.12
2554	3.39	0.59	0.12
2555	4.02	1.14	0.12
2556	3.94	1.11	0.10
2557	3.63	1.07	0.10
2558	3.75	1.04	0.15
2559	5.20	0.60	0.01
2560	7.15	1.26	0.10

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2562)

7.6 การคัดแยกและการเก็บกักมูลฝอย

การคัดแยกมูลฝอยและการเก็บกักซึ่งบางที เรียกว่า การรวบรวมมูลฝอยเป็นกระบวนการต้นๆของการจัดการมูลฝอยทั้งคัดแยก และการเก็บกักไว้เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ และเพื่อการกำจัด

1. การลดและการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด การดำเนินการกับขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดต่างๆ อันได้แก่ บ้านเรือน อาคาร สำนักงาน สถานศึกษา ห้างร้าน ตลอดจนสถานที่

สาธารณะทั่วไป เพื่อรอการเก็บขน การรวบรวม และ การนำไปกำจัดทำลายจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ ซึ่งในการดำเนินการกับขยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด เป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ที่เป็นเจ้าของบ้านเรือนหรืออาคารสถานที่ต่างๆ โดยมีหลักการในการ จัดการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ การลดขยะ ณ แหล่งกำเนิด (Source reduction) เพื่อให้มีปริมาณขยะที่จะต้องนำไปกำจัดหรือทำลายให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้และการคัดแยกขยะ (Waste separation) ซึ่งถือเป็นมาตรการสำคัญประการหนึ่งที่จะช่วยให้การจัดการขยะในขั้นตอนต่อไปเป็นไป อย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. การเก็บรวบรวม การเก็บขนขยะมูลฝอยที่ถูกทิ้งไว้ในภาชนะรองรับขยะซึ่งวางไว้ตามสถานที่ต่างๆ อันได้แก่ บริเวณที่พักอาศัยสถาบันการศึกษาตลาดสด ป้ายรถโดยสารประจำทางและสวนสาธารณะ ฯลฯ เพื่อนำมา รวบรวมไว้ยังจุดพักขยะก่อน แล้วจึงทำการขนถ่ายใส่รถเก็บขยะเพื่อที่จะขนส่งต่อไปยังสถานที่ฝังกลบ สำหรับขยะที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก แต่หากเป็นขยะรีไซเคิลที่ได้มีการคัดแยกไว้ในภาชนะรองรับขยะตามที่กล่าวมาแล้ว ขยะเหล่านี้ก็จะถูกรวบรวม และส่งไปแปรรูปเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ต่อไป การเก็บรวบรวมขยะเป็นหน้าที่ตามบทบัญญัติของกฎหมายซึ่งกำหนดให้องค์กร ปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้รับผิดชอบ ดังนั้น หน่วยงานดังกล่าวจะต้องมีการวางระบบและแบบแผน ในการเก็บรวบรวมขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละวันอย่างเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อมิให้มีขยะตกค้างอยู่ตามสถานที่ต่าง ๆ ในปริมาณมากและนานเกินไป

3. การเก็บกัก ขยะมูลฝอยเมื่อถูกเก็บรวบรวมจากภาชนะรองรับที่อยู่ตามแหล่งกำเนิดต่าง ๆ แล้ว ก็จะถูก ขนถ่ายโดยรถเก็บขนขยะเพื่อนำไปกำจัดทำลายยังสถานที่ฝังกลบให้เร็วที่สุด เพื่อป้องกันการเน่าเหม็นของขยะ รวมทั้งเพื่อให้มีขยะตกค้างอยู่ตามสถานที่ต่างๆ ให้น้อยที่สุดด้วย ดังนั้น ขยะมูลฝอยเหล่านี้ จึงไม่จำเป็นต้องมีการเก็บกัก ณ จุดใดจุดหนึ่งก่อนนำไปกำจัดหรือทำลาย ยกเว้นในส่วนของขยะ อันตรายหรือของเสียอันตรายต่างๆเท่านั้น จะต้องทำการเก็บกักให้มีจำนวนมากพอ ก่อนส่งไปกำจัด อย่างถูกวิธีและปลอดภัย

4. การขนส่ง การนำขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ภายในชุมชนถ่ายไปยังสถานที่ ฝังกลบซึ่งตั้งห่างออกไปไกลจากชุมชนหรืออาจเป็นการขนถ่ายขยะไปสู่ขบวนการแปรรูปเพื่อนำกลับมา ใช้ประโยชน์ใหม่อีก ในการขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่ฝังกลบนั้นจะเกิดขึ้น ภายหลังการดำเนินการ รวบรวมขยะภายในชุมชนเสร็จสิ้นแล้ว โดยระยะเวลาที่ใช้จะมากหรือน้อย

ขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่าง ชุมชนไปยังที่ตั้งของสถานที่ฝังกลบ ซึ่งมีผลต่อจำนวนเที่ยวของการขนส่งขยะในแต่ละวันด้วย

5. การแปรสภาพ วิธีการที่จะทำให้ขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมจากชุมชนอยู่ในสภาพที่เกิดความสะดวกต่อการ เก็บขนไปกำจัดทำลายหรือนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ ซึ่งวัตถุประสงค์ของการแปรสภาพขยะจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ประการดังนี้คือ

5.1 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการขยะโดยการอัดขยะให้เป็นฟ่อน หรือเป็นก้อนๆ ซึ่งจะช่วยลดพื้นที่ในการเก็บขนขยะและลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งไปยังสถานที่ฝังกลบ ให้น้อยลง

5.2 เพื่อนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่อีก

5.3 เพื่อนำผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการ แปรสภาพมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น เมื่อทำการแปรสภาพขยะด้วยการย่อยสลายทางชีวภาพแล้วก็จะได้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์มาใช้ในการเพาะปลูก หรือทำการย่อยสลายขยะทางชีวภาพ เพื่อให้ได้ก๊าซมีเทนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในด้านต่างๆ เช่น การหุงต้ม การปั่นกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

6. การกำจัดหรือทำลาย (disposal) ถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการเกี่ยวกับขยะมูลฝอย ซึ่งเมื่อมีการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาเป็นลำดับแล้ว

ในปัจจุบันได้มีการดำเนินการกำจัดหรือการทำลายขยะมูลฝอยด้วยวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

- การเทกองบนพื้น (open dumping) การเทกองบนพื้นเป็นวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างง่ายที่สุด และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด กล่าวคือ ขยะที่เก็บรวบรวมจากชุมชนจะถูกขนส่งไปยังสถานที่ทิ้งขยะซึ่งอาจมีสภาพเป็นที่ราบทั่วไป หรืออาจเป็นพื้นที่ที่เป็นหลุมบ่อก็ได้ขยะที่ขนส่งมานั้นจะถูกเทลงมากองบนพื้นดิน โดยมีได้ดำเนินการใดๆ ทั้งสิ้นซึ่งเมื่อมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นก็จะกลายเป็นภูเขาขยะที่สร้างปัญหาในหลายๆ ด้าน ทั้งเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของพาหะนำโรคต่างๆ เช่น หนูแมลงวัน ฯลฯ และทำให้เกิดน้ำเสียจากกองขยะซึ่งอาจปนเปื้อนลงแหล่งน้ำใกล้เคียง หรือน้ำใต้ดินได้ วิธีนี้จึงไม่ถือว่าเป็นการกำจัดขยะที่ถูกสุขลักษณะและควรต้องหลีกเลี่ยงจะดำเนินการ ทั้งนี้เนื่องจากการทำลายทัศนียภาพของพื้นที่และที่สำคัญ คือทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณโดยรอบพื้นที่ทิ้งขยะดังกล่าวได้อย่างไรก็ตาม พบว่าในปัจจุบันนี้ท้องถิ่นหลายแห่งทั่วประเทศยังมีการกำจัดขยะด้วยวิธีเทกองบนพื้นอยู่ เนื่องจากท้องถิ่นเหล่านั้นไม่มีสถานที่ทิ้งขยะเป็นของตนเองรวมทั้งยังขาดแคลนงบประมาณที่จะใช้ก่อสร้างสถานที่ฝังกลบขยะอย่างถูกหลักสุขาภิบาลได้นอกจากการนำขยะมาเทกองบนพื้นโดยไม่ได้จัดการใดๆ ดังกล่าวแล้ว ในบางครั้งพบว่า กองขยะที่

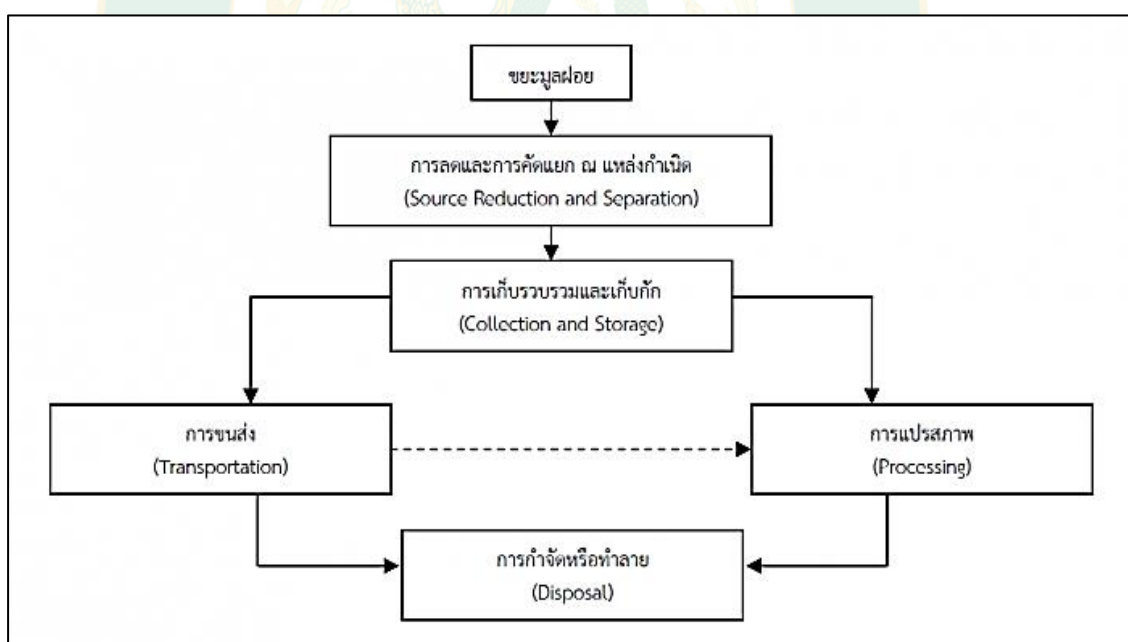
ใหญ่ขึ้นเรื่อยๆจะถูกเผาทั้ง เรียกว่า “การเผาในที่โล่ง (open burning)” ซึ่งการกระทำดังกล่าวนี้ ยิ่งทำให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เพราะควันไฟและเศษขี้เถ้าจากการเผาขยะจะสร้างมลพิษทางอากาศ ซึ่งนับเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย

- การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (sanitary landfill) การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลเป็นการนำวิธีการทางวิศวกรรมมาใช้ในการกำจัดขยะอย่างถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลกล่าวคือ ขยะที่นำมาเททิ้งลงบนพื้นดินจะถูกเกลี่ยให้กระจายและบดทับให้แน่น จากนั้นทำการกลบทับด้วยดิน และบดทับให้แน่นอีกรอบหนึ่ง เมื่อมีการนำขยะมาทิ้งเพิ่มอีกก็จะเกลี่ยให้กระจายและบดทับด้วยดินเป็นชั้นๆ ไปเรื่อยๆ จนกว่าสถานที่ฝังกลบนั้นจะเต็ม และไม่สามารถใช้กำจัดขยะต่อไปได้ก็จะทำการปิดหลุมฝังกลบแห่งนี้ด้วยถาวรด้วยการถมดิน บดอัดให้แน่น และมีการปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการถูกกัดเซาะหรือการไหลบ่า (runoff) ของน้ำฝน หลุมฝังกลบขยะด้วยวิธีนี้ในบางครั้งจะมีการใช้วัสดุปูรองกันหลุมเอาไว้ด้วยอีกชั้นหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันการไหลซึมของน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในหลุมลงไปปนเปื้อนกับน้ำใต้ดินด้านล่าง ซึ่งเป็นการช่วยทำให้เกิดความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อมมากยิ่งขึ้น แต่ในกรณีดังกล่าวนี้ก็จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเพิ่มขึ้นไปด้วย และจากการสำรวจสถานที่ฝังกลบขยะด้วยวิธีการนี้ในท้องถิ่นทั่วประเทศ พบว่ายังมีอยู่ไม่มากนัก ดังนั้น รัฐบาลจึงจำเป็นต้องจัดสรรงบประมาณให้สามารถดำเนินการได้ครอบคลุมในพื้นที่ต่างๆ ให้เพิ่มมากขึ้นสำหรับขั้นตอนการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

- การฝังกลบโดยวิธีพิเศษ (secure landfill) การกำจัดขยะโดยวิธีพิเศษนี้อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “การฝังกลบอย่างปลอดภัย (secure landfill)” ซึ่งจะแตกต่างจากการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล คือ เป็นการฝังกลบเฉพาะขยะที่เป็นอันตราย (hazardous waste) เท่านั้น โดยขยะอันตรายดังกล่าวอาจมีแหล่งกำเนิดมาจากชุมชนส่วนหนึ่ง และจากของเสียที่เกิดในภาคอุตสาหกรรมอีกส่วนหนึ่ง การดำเนินงานโดยวิธีนี้จึงต้องมีความเข้มงวด และรัดกุมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากขยะอันตรายที่นำมาฝังกลบนั้น หากมีการรั่วไหลออกสู่ภายนอกย่อมก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรงต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชนได้โดยทั่วไป การฝังกลบประเภทนี้มักจะต้องทำการปูรองกันหลุมด้วยวัสดุพิเศษที่มีอายุทนทาน และไม่ฉีกขาดได้ง่ายเมื่อใช้งานเวลานาน ๆ ทั้งนี้เพื่อสามารถป้องกันการรั่วไหลของสารอันตราย นอกจากนี้ขยะอันตรายที่นำมาฝังกลบก็ต้องบรรจุไว้ในภาชนะที่หนาแน่น และปิดสนิท และมีการจัดวางในหลุมอย่างเป็นระบบ ป้องกันมิให้มีการกระแทกในระหว่างการฝังกลบ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการรั่วไหลได้สำหรับสถานที่ฝังกลบโดยวิธีพิเศษ ยังมี

จำนวนไม่เพียงพอที่จะรองรับขยะอันตรายที่เกิดขึ้นในปัจจุบันได้ เนื่องจากต้องใช้เงินลงทุนสูง และต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญมาดำเนินการ

- การเผาในเตาเผา (incineration) เป็นการนำขยะมูลฝอยมาเผาในเตาเผาที่มีอุณหภูมิสูง เพื่อให้เกิดขบวนการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ซึ่งลักษณะของเตาเผาอาจจะแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละชุมชน กล่าวคือ ถ้าชุมชนใดมีขยะชนิดที่เผาไหม้ได้ง่ายและมีความชื้นต่ำ เตาเผาที่ใช้ก็ไม่จำเป็นต้องมีอุณหภูมิสูงมากนักก็เพียงพอต่อการเผาไหม้ขยะดังกล่าว แต่ถ้าชุมชนใดมีองค์ประกอบของขยะที่เผาไหม้ได้ยาก รวมทั้งมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงเตาเผาที่ใช้ต้องออกแบบให้มีเชื้อเพลิงชนิดที่ให้ความร้อนสูงมาก ๆ นอกจากนี้เตาเผาขยะไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดก็ตามจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่สามารถควบคุมการเผาไหม้อุณหภูมิ คว้น ไอเสีย ตลอดจนเศษผงหรือฝุ่นละอองที่ปนออกไปกับคว้นเสียด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันมลพิษทางอากาศที่จะเกิดตามมา และในส่วนของขี้เถ้า ซึ่งเกิดจากขบวนการเผาไหม้ขยะที่อยู่ด้านล่างของเตาเผาก็จะต้องมีการนำเอาไปกำจัดหรือทำลายยังสถานที่ฝังกลบอีกต่อหนึ่งด้วย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

ที่มา: Environnet, (2558)

8. การวิเคราะห์ขยะมูลฝอย

การดำเนินงานจัดการขยะมูลฝอยให้ได้ผลดีมีประสิทธิภาพจำเป็นที่จะต้องทราบ ชนิด ปริมาณ และลักษณะของขยะมูลฝอย เช่น ชนิดและปริมาณตามประเภทของกิจกรรม และแหล่งกำเนิด

ปริมาณที่ผลิตออกมา และที่เก็บขนได้ ลักษณะ และส่วนประกอบของขยะมูลฝอยในชุมชนนั้น ๆ เป็นต้น เนื่องจากลักษณะ และส่วนประกอบต่าง ๆ ของขยะมูลฝอยจะแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด กิจกรรม และช่วงระยะเวลา ข้อมูลเหล่านี้จะสามารถนำไปประกอบ หรือกำหนดทางเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม ในการเก็บกัก เก็บขน การนำกลับมาใช้ประโยชน์ และการกำจัดขั้นสุดท้าย หรือการทำลายขยะมูลฝอยได้อีกด้วย

1. องค์ประกอบของขยะมูลฝอย เนื่องจากขยะมูลฝอยจากแต่ละพื้นที่มีลักษณะและองค์ประกอบไม่เหมือนกัน ขยะมูลฝอยจากเขตเมืองก็มีองค์ประกอบแตกต่างจากขยะมูลฝอยจากชนบท และขยะมูลฝอยจากย่านที่อยู่อาศัยก็มีองค์ประกอบที่แตกต่างจากขยะมูลฝอยจากย่านการค้า เป็นต้น ดังนั้นในการหาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยสำหรับที่หนึ่งที่ได้จึงจำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชนนั้นๆ อย่างเจาะจง (วรรณพงษ์ และคณะ, 2559)

องค์ประกอบของขยะจะเปลี่ยนไปตามสภาพของภูมิอากาศ ฤดูกาล และพฤติกรรมทางเศรษฐกิจ สังคม วิถีชีวิต ตลอดจนอุปนิสัย และแบบแผนในการบริโภคของแต่ละชุมชน/เมือง โดยทั่วไปมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามขยะมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดมาจากชุมชนมีองค์ประกอบหลักอยู่ด้วย กัน 4 ประเภท คือ

1. ขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ เช่น เศษอาหาร เศษใบไม้ เศษหญ้า (50 %)
2. ขยะรีไซเคิล เช่น แก้ว กระดาษ โลหะ พลาสติก อะลูมิเนียม และยาง (30 %)
3. ขยะอันตรายหรือของเสียอันตรายจากชุมชน เช่น ถ่านไฟฉาย หลอดไฟฟ้า (3%)
4. ขยะทั่วไป เช่น เศษผ้า ไม้ เศษวัสดุก่อสร้าง เกิดจากการเผาไหม้และอื่นๆ (17%) (สมาคมพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2559)

2. ปริมาณของขยะมูลฝอย ในการหาปริมาณขยะมูลฝอยสามารถทำได้ ดังนี้

1. การชั่งน้ำหนักของมูลฝอยที่เก็บขนได้ มีวิธีการดังนี้คือ ชั่งน้ำหนักของมูลฝอยที่เก็บขนได้แล้วเปรียบเทียบกับจำนวนประชากรที่ให้บริการเก็บขน เพื่อคำนวณหาปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด และปริมาณมูลฝอยที่ตกค้าง
2. การคำนวณ คำนวณหาปริมาณมูลฝอยจากอัตราการผลิตมูลฝอยของประชากรที่เกิดจากกิจกรรมแต่ละประเภทในชุมชนมีหน่วยเป็น กิโลกรัม/วัน
3. การคาดการณ์ข้อมูลที่ต้องทราบ คือข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการสำรวจ ได้แก่ จำนวนประชากร อัตราการผลิตมูลฝอย ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น สภาพการพัฒนามือง และลักษณะทางเศรษฐกิจ และสังคมของชุมชนที่มีผลต่อการผลิตมูลฝอย ทั้งนี้สามารถหาอัตราการผลิตมูลฝอยได้ 2 วิธี คือ

3.1 การหาอัตราการผลิตมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด กระทำได้โดยชั่งมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแหล่งกำเนิด เช่น บ้านพักอาศัย สำนักงาน ฯลฯ แล้วนำจำนวนประชากรที่แหล่งกำเนิดนั้นๆ มาหาร

3.2 การหาอัตราการผลิตมูลฝอยที่สถานที่กำจัด โดยชั่งมูลฝอยที่สถานที่กำจัดของเมือง หรือชุมชนในแต่ละวัน แล้วนำจำนวนประชากรของชุมชนหรือเขตให้บริการมาหาร

ทั้งนี้อัตราการผลิตมูลฝอยที่คำนวณได้ เป็นอัตราการผลิตมูลฝอยรวมของเมืองหรือชุมชนนั้นๆ และมีข้อสังเกตว่าอัตราการผลิตมูลฝอยของประชากรแต่ละชุมชนไม่จำเป็นต้องมีค่าเท่ากันขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ที่ตั้ง รายได้ เศรษฐกิจ วัฒนธรรม ศาสนา ทักษะคติ ค่านิยม ฯลฯ และอัตราการผลิตมูลฝอยที่ได้ทำการศึกษา และแสดงในรายงานต่างๆ นั้น มักไม่ใช่อัตราการผลิตมูลฝอยที่แท้จริง ส่วนใหญ่เป็นอัตราการเก็บมูลฝอย นอกจากนี้หน่วยที่ใช้สำหรับอัตราการผลิตมูลฝอย มักขึ้นกับประเภทของแหล่งกำเนิด เช่น สำหรับที่พักอาศัยใช้หน่วยกิโลกรัม/คน/วัน ส่วนแหล่งเกษตรกรรมอาจใช้หน่วยเป็น หน่วยน้ำหนักของมูลฝอย และโรงพยาบาลอาจใช้หน่วยเป็น หน่วยน้ำหนักของมูลฝอย/เตียง/เวลา เป็นต้น (วรรณพงษ์ และคณะ, 2559)

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณและองค์ประกอบขยะมูลฝอยซึ่งจำแนกตามชนิดของสิ่งต่างๆ ที่ประกอบกันเป็นขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ (ไพบูลย์ และศิวพันธ์ุ, 2560)

- การหาปริมาณขยะมูลฝอย

การหาปริมาณขยะมูลฝอยทำได้โดยการชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยจากรถเก็บขนที่เก็บได้ตามโซนต่างๆ ในมหาวิทยาลัย เพื่อคำนวณหาน้ำหนักของขยะมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้น

- การหาอัตราการผลิตขยะมูลฝอย

เมื่อได้ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยแล้วจะนำข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณาร่วมกับจำนวนประชากร จากนั้นจะนำมาคำนวณหาอัตราการผลิตขยะมูลฝอย ในหน่วยกิโลกรัมต่อคนต่อวัน

- การศึกษาองค์ประกอบของขยะมูลฝอย

การศึกษาองค์ประกอบของขยะมูลฝอย ใช้วิธีการคัดองค์ประกอบตามประเภทของวัสดุในขยะที่เกิดขึ้นจริงของแต่ละพื้นที่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด โดยการศึกษาองค์ประกอบขยะมูลฝอยจะกระทำโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละพื้นที่แล้วทำการคัดแยกขยะที่อยู่ในถุงพลาสติก แล้วผสมหรือคลุกเคล้าขยะให้มากที่สุด จากนั้น

ทำการลดปริมาณตัวอย่างขยะมูลฝอย ด้วยวิธี Quartering หรือวิธีการแบ่งสี่ เมื่อได้ปริมาณขยะแล้ว นำมาคัดแยกองค์ประกอบขยะ โดยแยกประเภทองค์ประกอบของขยะออกเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ เศษอาหาร/กิ่งไม้ กระดาษ พลาสติก หนัง ผ้า แก้ว โลหะ อาหาร ขยะอันตราย (เช่น ถ่านไฟฉาย หลอดฟลูออเรสเซนต์ กระจกบรรจุสารเคมี ฯลฯ) และองค์ประกอบอื่นๆ โดยนำขยะแต่ละองค์ประกอบใส่ถังพลาสติกที่ชั่งน้ำหนักแล้ว ทำการชั่งน้ำหนักขยะแต่ละองค์ประกอบ แล้วคำนวณน้ำหนักขยะรวม เพื่อหาร้อยละขององค์ประกอบขยะแต่ละประเภท

- การวิเคราะห์หาความหนาแน่น

ในการศึกษานี้ใช้วิธีการวิเคราะห์หาความหนาแน่นปกติของขยะมูลฝอยโดยความหนาแน่นปกติ (Bulk density) หรือความหนาแน่นปรากฏ (Apparent density) หมายถึง ความหนาแน่นของขยะมูลฝอยที่มีการอัดขยะให้แน่นเพียงเล็กน้อย และความหนาแน่นที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกับความหนาแน่นในภาชนะที่รองรับ วิธีการวิเคราะห์สามารถทำได้โดยการนำขยะที่ผ่านการผสมคลุกเคล้าและลดปริมาตรใส่ในภาชนะตวงที่ทราบปริมาตรแน่นอน ขนาดประมาณ 50-100 ลิตร จนเต็มขอบภาชนะ จากนั้นยกภาชนะตวงขยะให้สูงจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้กระแทกพื้น 3 ครั้ง เมื่อขยะยุบตัวลง ให้เติมขยะในภาชนะตวงจนเต็มขอบโดยไม่มีการอัดขยะ จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักภาชนะตวงที่มีขยะ แล้วคำนวณหาความหนาแน่นปกติหรือความหนาแน่นปรากฏจาก

- การออกแบบระบบรวบรวม และเก็บขนมูลฝอย ต้องคำนึงถึงการลำเลียงมูลฝอยออกจากแหล่งกำเนิด การพักมูลฝอยรอการไปเก็บขน การเก็บรวบรวมมูลฝอย ลักษณะการเก็บรวบรวมมูลฝอย การเลือกรถเก็บมูลฝอย และเส้นทางเก็บขนมูลฝอย ซึ่งในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับส่วนของ การเก็บรวบรวมมูลฝอยในส่วนของเส้นทางรถเก็บขน และลักษณะการเก็บรวบรวมมูลฝอย ในส่วนของปริมาณภาชนะรองรับมูลฝอยที่จะสามารถรองรับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้อย่างเพียงพอ

- การเก็บรวบรวมมูลฝอย

ต้องมีการจัดระบบที่ดี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและบรรลุผลในการแก้ไขปัญหามูลฝอยตกค้างในถังรองรับมูลฝอยที่จะก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น และความรำคาญ โดยมีประเด็นที่ควรพิจารณา คือ

- เขตการเก็บรวบรวม
- ตำแหน่งการวางถัง ความถี่การเก็บขน และจำนวนของถัง
- พนักงานเก็บขน
- เวลาที่ใช้ในการเก็บขน

9. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรม

9.1 ความหมายของพฤติกรรม

พฤติกรรม ตามความหมายของราชบัณฑิตยสถาน หมายถึง การกระทำหรืออาการที่แสดงออกทางกล้ามเนื้อ ความคิด และความรู้สึกเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า เช่น สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมนุษย์. การศึกษาควรมุ่งสร้าง จิตสำนึกให้เยาวชนปรับเปลี่ยนพฤติกรรม โดย ลด ละ เลิกพฤติกรรมที่สร้างปัญหาให้สังคม (สำนักงานราชบัณฑิตยสถาน, 2550)

9.2 องค์ประกอบของพฤติกรรม

การเกิดพฤติกรรมของมนุษย์นั้น เป็นผลมาจากการผสมผสานขององค์ประกอบต่างๆในตัวมนุษย์ แล้วจึงถูกกล่อมเกลียด้วยสิ่งแวดล้อม ในที่นี้จะกล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมนุษย์ที่เป็นองค์ประกอบภายในตัวมนุษย์เอง ได้แก่ การรับรู้ สติปัญญา การคิด เจตคติ และอารมณ์

1. การรับรู้ (Perception) ความหมายของการรับรู้

การรับรู้ หมายถึง การแปลความหมายจากการสัมผัส

การรับรู้จึงต้องกระบวนการสัมผัส โดยเริ่มตั้งแต่การมีสิ่งเร้ามากระทบกับอวัยวะ รับสัมผัส ทั้งห้า และส่งประสาทไปยังสมองเพื่อการแปลความ

องค์ประกอบของการรับรู้

1. สิ่งเร้า ได้แก่วัตถุ แสง เสียง กลิ่น รสต่าง
2. อวัยวะรับสัมผัส ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น ผิวหนัง ถ้าไม่สมบูรณ์จะทำให้สูญเสียการรับรู้ได้
3. ประสาทในการรับสัมผัส เพื่อเป็นตัวกลางส่งกระแสประสาทจากอวัยวะรับสัมผัสไปยัง

สมองส่วนกลางเพื่อการแปลความต่อไป

4. ประสบการณ์เดิม การรู้จัก การจำได้ ทำให้การรับรู้ได้ดีขึ้น

5. ค่านิยม ทัศนคติ เช่นการวาดรูปเหรียญ เด็กยากจนวาดเหรียญใหญ่กว่าเด็กมีเงิน รู้รู้ว่าเหรียญมีค่ามาก

6. ความใส่ใจ ความตั้งใจ ข้อมูลที่สิ่งกระทบกับอวัยวะรับสัมผัสอาจสูญหายได้ถ้าไม่มีความตั้งใจ สนใจรับรู้

7. สภาพจิตใจอารมณ์ เช่นการคาดหวัง ความดีใจ เสียใจ

8. ความสามารถทางสติปัญญา ทำให้รับรู้ได้เร็ว รวมทั้งความสามารถในการประมวลความรู้ เพื่อแปลความได้เร็วขึ้น

2. สติปัญญา (Intelligence)

สติปัญญาเป็นความสามารถภายในตัวบุคคลที่จะทราบได้จากพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออก ระดับของสติปัญญาสังเกตได้จากการแสดงออกที่มีความคล่องแคล่ว รวดเร็ว ความถูกต้อง ความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา และการปรับตัว การใช้แบบทดสอบวัดสติปัญญาจะทำให้ทราบระดับสติปัญญาชัดเจนขึ้น

สิ่งที่มีอิทธิพลต่อสติปัญญา

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับ โดยทั่วไปว่าสิ่งที่มีอิทธิพลต่อสติปัญญา ได้แก่ พันธุกรรม และ สิ่งแวดล้อม ซึ่งร่วมกันมีบทบาทต่อระดับของสติปัญญามนุษย์ พันธุกรรม เป็นการถ่ายทอดลักษณะทางสายพันธุ์จากบรรพบุรุษไปยังลูกหลานซึ่งพิจารณาได้ในเรื่องต่อไปนี้ คือ ระดับสติปัญญา เพศ วัย และเชื้อชาติ

สิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสติปัญญานั้น เริ่มตั้งแต่การปฏิสนธิ จนถึงการเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่สิ่งแวดล้อมที่สำคัญได้แก่สิ่งต่อไปนี้ คือ ความพร้อมในการตั้งครรภ์ อาหาร โรคภัยไข้เจ็บ การประสูติเหตุ การอบรม และการจัดสิ่งแวดล้อม

3. การคิด (Thinking)

การคิด เป็นกระบวนการทำงานของสมองในการสร้างสัญลักษณ์ หรือภาพ ให้ปรากฏในสมอง ความสามารถในการคิดนั้น มีความสัมพันธ์กับระดับสติปัญญา ลักษณะพื้นฐานของการคิด

การคิด แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความคิดรวบยอด (concept)
2. จินตนาการ (imagination)

ความคิดรวบยอด เป็นลำดับขั้นที่เกิดจากการทำงานของสมอง ในการจัดกลุ่ม หรือ การสรุปรวม ที่จะทำความเข้าใจในสิ่งของ บุคคล เรื่องราว ประสบการณ์ ต่างๆที่ได้รับรู้ หรือต่อความคิดเห็น เพื่อให้เกิดความชัดเจน ว่าคืออะไร เช่น การรับรู้ มะม่วง ชมพู ส้ม มังคุด ว่าเป็นผลไม้ รับรู้ สุนัข แมว หมู เป็ด ไก่ ว่าเป็นสัตว์เลี้ยง

จินตนาการ เป็นสร้างภาพขึ้นในสมอง ตามความนึกคิดของตนเอง เป็นผลมาจากการสะสมการรับรู้จากประสบการณ์ที่ผ่านมา ผสมกับ ความต้องการ ความสนใจ ความคาดหวัง อารมณ์ และ ความรู้สึกของบุคคล การจินตนาการในสิ่งเดียวกันของบุคคลแต่ละคน จะแตกต่างกันออกไป

4. เจตคติ (Attitude)

ความหมายของเจตคติ เจตคติเป็นสภาพความพร้อมของความคิด ความรู้สึก และแนวโน้มพฤติกรรมของบุคคลอันเป็นผลมาจากประสบการณ์ สภาพะนี้ เป็นแรงที่จะกำหนดทิศทางของพฤติกรรมของบุคคล ต่อเหตุการณ์ สิ่งของ หรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง

5. อารมณ์ (Emotion)

เป็นสภาวะทางจิตใจที่มีผลมาจากตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น ทั้งที่มาจากภายใน ได้แก่ความไม่สบาย ความเจ็บปวด และอาจมาจากสิ่งเร้าภายนอก เช่น บุคคล อุณหภูมิ ดินฟ้าอากาศ อารมณ์อาจมีความหมายได้หลายแง่ ทั้งแง่ดี แง่ไม่ดี (ปรเมศร์ , 2552)

9.3 สิ่งกำหนดพฤติกรรม แยกเป็น 2 ส่วน

1. ลักษณะนิสัยของมนุษย์
2. สิ่งที่ไม่เกี่ยวกับลักษณะนิสัยของมนุษย์

โดยเฉพาะลักษณะนิสัยของมนุษย์จะมีลักษณะ 3 ประการ คือความเชื่อ ค่านิยม และบุคลิกภาพ นอกจากนี้ยังมีสิ่งที่กำหนดพฤติกรรมอีก เช่น สิ่งกระตุ้นพฤติกรรมและความเข้มข้นจากสิ่งกระตุ้นพฤติกรรม ทศนคติ สถานการณ์

ในการศึกษาพฤติกรรมจึงต้องใช้หลักจิตวิทยาสังคม (Social Psychology) สังคมวิทยา (Sociology) และมานุษยวิทยา (Anthrology) เข้าช่วย นอกจากนี้ต้องมีการเรียนรู้ทางด้านสถิติเพื่อการจัดสรรข้อมูล รวมทั้งการทดสอบความสัมพันธ์ในด้านการคำนวณ ทั้งนี้เพื่อที่จะได้ทราบถึงพฤติกรรมศาสตร์ หรือกล่าวโดยสั้น ๆ ของแนววิเคราะห์เกี่ยวกับพฤติกรรมการเมือง คือ การนำความรู้ทางด้านรัฐศาสตร์และจิตวิทยามาสวมผสมช่วยกันอธิบายถึง พฤติกรรมของมนุษย์

1. ลักษณะนิสัยของมนุษย์ หมายถึง สิ่ง 3 ประการนี้ คือ ความเชื่อ ค่านิยมและบุคลิกภาพ

- ความเชื่อ หมายถึงสิ่งที่บุคคลคิดว่า การกระทำบางอย่างหรือปรากฏการณ์บางอย่างหรือสิ่งของบางอย่าง หรือคุณสมบัติของสิ่งของบุคคลบางอย่าง มีอยู่จริงหรือเกิดขึ้นจริง ๆ กล่าวโดยสรุปก็คือการที่บุคคลหนึ่งคิดถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งในแง่ของข้อเท็จจริง คือเขาคิดว่าข้อเท็จจริงมันเป็นเช่นนั้น ซึ่งความคิดของเขาอันนี้อาจไม่ถูกต้องตามความเป็นจริงก็ได้แต่ถ้าเขาคิดว่าความจริงเป็นเช่นนั้นก็คือความเชื่อของเขา

การได้มา ความเชื่ออาจจะได้มาโดยการเห็น ได้สัมผัส ได้ยินกับหูหรือได้รับคำบอกกล่าวอ่านจากของเขียนสิ่งพิมพ์ รวมทั้งการคิดขึ้นเอง ความเชื่อที่ได้มาง่าย อาจเปลี่ยนได้ง่าย

- ค่านิยม เป็นสิ่งกำหนดพฤติกรรมที่สำคัญ ๆ

คลีจ คลูซฮอล ให้คำจำกัดความของคำว่าค่านิยมไว้ว่า ค่านิยม คือ แนวความคิดทั้งที่เห็นได้เด่นชัดและไม่เด่นชัด ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของบุคคลหนึ่งหรือกลุ่มบุคคลหนึ่งเกี่ยวกับว่าจะอะไรเป็นสิ่งที่ดี ซึ่งเป็นความคิดที่มีอิทธิพลให้บุคคลกระทำการอันใดอันหนึ่งจากวิชาการที่มีอยู่หลาย ๆ วิธีหรือเลือกเป้าหมายอันใดอันหนึ่งจากหลาย ๆ อันที่มีอยู่

เนล สเมลเซอ ให้คำจำกัดความของคำว่าค่านิยมคล้าย ๆ กัน โดยกล่าวว่า ค่านิยมเป็นสิ่งที่บอกบุคคลอย่างกว้างๆ ว่าจุดมุ่งหมายอะไรบ้างในชีวิตเป็นสิ่งที่น่าสนใจน่าปรารถนาขณะนั้นค่านิยมจึงเป็นเครื่องชี้แนวปฏิบัติอย่างกว้างๆ ให้แก่บุคคล

ดังนั้น ค่านิยม อาจหมายถึง การคำนึง แนวประพฤติปฏิบัติว่าจะอะไรควรหรือไม่ควร เช่น ควรจะเป็นคนซื่อสัตย์ ทำอะไรก็ต้องทำด้วยความซื่อสัตย์ หรืออาจหมายถึง จุดหมายของชีวิต เช่น คนควรจะหาความสุขทางใจให้มากกว่าสะสมความร่ำรวยในทางวัตถุ คิดว่าความสุขทางใจสำคัญกว่าการมีวัตถุต่างๆ ลักษณะที่สำคัญอีกอย่างคือ เป็นลักษณะของความคิดที่ไม่จำเพาะเจาะจง

การได้มา ค่านิยมนั้นอาจได้มาโดยการอ่านคำบอกเล่าหรือคิดขึ้นมาเอง เช่น ปรัชญาของศาสนาพุทธ คือ การเห็นว่าวัตถุไม่สำคัญเท่าความสงบทางจิตใจจึงไม่เห็นความสำคัญของวัตถุ คือ ไม่ให้ค่านิยมแก่วัตถุ ค่านิยมจึงอาจจะมาโดยการถ่ายทอดจากผู้อื่น คำบอกเล่า จากหนังสือ หรือคิดขึ้นมาเอง

- บุคลิกภาพ เป็นอีกส่วนหนึ่งของลักษณะนิสัย คนทั่วไปมักจะนึกถึงบุคลิกภาพในแง่ของลักษณะหน้าตา การแต่งกาย วิธีการพูด วิธีการวางตัว ในที่ต่าง ๆ เพราะฉะนั้นคนที่บุคลิกภาพดีมักจะหมายถึงบุคคลที่รูปร่างหน้าตาดี วางตัวเหมาะสมกับกาลเทศะพูดจาฉะฉานไม่เคอะเขิน และคนที่บุคลิกภาพไม่ดีก็หมายความว่าบุคคลที่รูปร่างหน้าตาไม่ดี วางตัวไม่เหมาะสมกับกาลเทศะ พูดจาไม่ฉะฉานงกๆ เงินๆ

ดังนั้น บุคลิกภาพ คือ สิ่งที่ยกย่องว่าคุณคนจะปฏิบัติอย่างไรในสถานการณ์หนึ่ง ๆ หมายความว่าถ้าสถานการณ์อย่างเดียวกันแล้ว คน 2 คน มีพฤติกรรมต่างกัน เราก็อาจจะอธิบายได้ว่าคงเป็นเพราะเขามีบุคลิกภาพที่ต่างกัน และคน ๆ เดียวกันถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมหรือสถานการณ์ที่ต่างกันก็ควรจะมีพฤติกรรมต่างกันไป (ตีพิมพ์แล้ว, 2557)

9.4 การวัดพฤติกรรม

วิธีการศึกษาพฤติกรรมมนุษย์เพื่อให้ได้ความรู้อย่างเชื่อถือได้นั้นเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ เพราะจะนำไปสู่เป้าหมายที่สำคัญได้แก่ การอธิบาย (Explain) การทำนาย (Predict) และ การควบคุมพฤติกรรม (Control) สิ่งที่ต้องคำนึงถึงการใช้วิธีการใดในการศึกษาพฤติกรรม มนุษย์คือวิธีการนั้นจะมีความตรง (Validity) ซึ่งหมายถึงวิธีการนั้นสามารถวัดหรือกำหนดสิ่งที่ วัดได้อย่าง

ถูกต้องตามเนื้อแท้ อีกประการหนึ่งคือความเที่ยง (Reliability) หมายถึง ความสอดคล้อง ความคงที่ของสิ่งที่วัด หรือศึกษาไม่เปลี่ยนแปลงไปมา วิธีการศึกษาพฤติกรรมมนุษย์โดยทั่วไปมีดังนี้

1. การรายงานตนเอง (Self report) เป็นวิธีการที่ให้ผู้ที่มีการประสบการณ์หรือมีความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ รายงานความคิดออกมา แล้วผู้ศึกษาจะนำคำรายงานเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์พฤติกรรมต่อไป ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1.1 การคิดออกเสียง (Think aloud) เป็นการให้ผู้คิดรายงานความคิดและการกระทำในขณะที่แก้ปัญหา ซึ่งสามารถทำได้ทั้งขณะมีกิจกรรมนั้น หรือหลังจากเสร็จกิจกรรมนั้นก็ได้ ในการศึกษากระบวนการคิดมักใช้วิธีนี้ เช่น ให้นักคณิตศาสตร์รายงาน การคิดขณะแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ว่าทำอะไรตั้งแต่ได้รับโจทย์ปัญหาจนถึงการตอบปัญหาท้าย สุด ทำให้ทราบกระบวนการแก้ปัญหาการคิดอื่นก็เช่นกัน เช่น ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการนี้มีสิ่งที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงได้ เช่น การปิดบัง การลืมน และการไม่รู้ตัวทำให้รายงาน ไม่ครบ

1.2 การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการศึกษาพฤติกรรมของบุคคลจากการสนทนาที่มีจุดหมายระหว่างผู้ถูกสัมภาษณ์และผู้สัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ต้องเตรียมการมาเป็นอย่างดีว่าจะสัมภาษณ์อะไร อย่างไรจึงจะได้ข้อมูลเพียงพอในการประเมินพฤติกรรม วิธีการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการหนึ่งที่มีความนิยมในการศึกษาพฤติกรรม

1.3 การใช้แบบสอบถาม และการสำรวจ (Questionnaires and Surveys) เป็นการศึกษาพฤติกรรมของบุคคลที่มีจำนวนมาก และสามารถได้คำตอบอย่างรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย การใช้แบบสอบถาม และการสำรวจจึงต้องให้ความสำคัญของแบบสอบถาม และแบบสำรวจให้มากกว่าผู้ตอบตามความจริง อยากรู้และที่สำคัญคือ การได้รับคืนของแบบสอบถาม นั้น การเก็บข้อมูลตัวต่อตัว (fact to face) จะคล้ายกับการสัมภาษณ์ทำให้สิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย การเก็บข้อมูลโดยกำหนดกลุ่ม วันเวลาดำเนินการไว้ (Handout questionnaires) ทำให้ได้ข้อมูลเร็ว การส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ (Postal questionnaires) มีโอกาสได้รับคืนน้อยมาก ส่วนการเก็บข้อมูลโดยทางโทรศัพท์ (Telephone questionnaires) ทำให้ได้ข้อมูลเร็วและทันการณ์มากที่สุดแบบสอบถามหรือแบบสำรวจที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็น

1. แบบสอบถามปลายเปิด – ปลายปิด
2. มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale)
3. การจัดอันดับ (Order Scale)

ในการเก็บข้อมูลจะต้องเก็บจากกลุ่มตัวอย่าง (Sample) ให้มากพอ และมีวิธีการเลือกอย่างไรที่จะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร (population) ได้ (ปรเมศร์ , 2552)

สำหรับเครื่องมือในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้การวัดแบบสำรวจ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลเพื่อสะท้อนออกมาเป็นพฤติกรรมของมนุษย์ผ่านการเก็บข้อมูลจากพฤติกรรมภารกิจ โดย ข้อมูลที่ได้จะนำมาปรับใช้กับแอปพลิเคชันเพื่อพัฒนาระบบการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ เพื่อให้มีความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวมากยิ่งขึ้น

10. Machine Learning

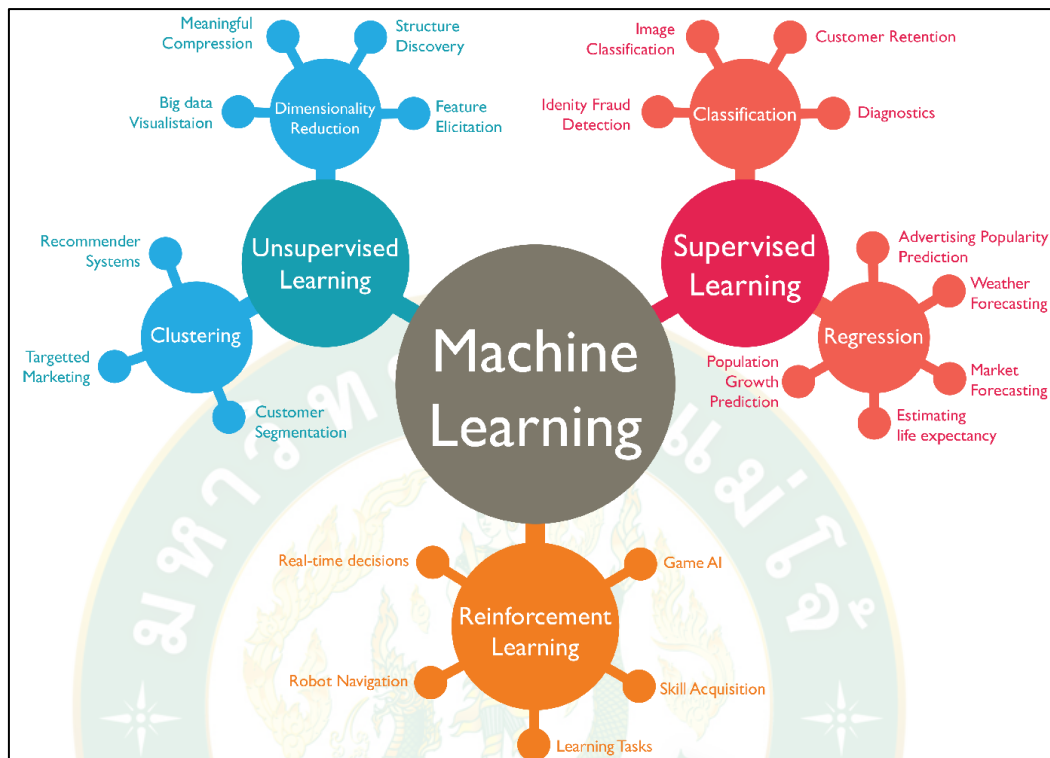
10.1 Machine Learning คืออะไร

Machine Learning คือ ส่วนการเรียนรู้ของเครื่องมือ ถูกใช้งานเสมือนเป็นสมองของ AI (Artificial Intelligence) อาจกล่าวได้ว่า AI ใช้ Machine Learning ในการสร้างความฉลาด มักจะใช้เรียกโมเดลที่เกิดจากการเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์ ไม่ได้เกิดจากการเขียนโดยใช้มนุษย์ มนุษย์มีหน้าที่เขียนโปรแกรมให้ AI เรียนรู้จากข้อมูลเท่านั้น ที่เหลือเครื่องมือเป็นผู้จัดการ

Machine Learning เรียนรู้จากสิ่งที่ถูกส่งเข้าไปกระตุ้น แล้วจดจำเอาไว้เป็นมันสมองส่งผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวเลข หรือ code ที่ส่งต่อไปแสดงผล หรือให้ตัว AI นำไปแสดงการกระทำ Machine Learning สามารถนำไปใช้งานได้หลายรูปแบบ ต้องอาศัยกลไกที่เป็นโปรแกรม หรือเรียกว่า Algorithm ที่มีหลากหลายแบบ โดยมี Data Scientist เป็นผู้ออกแบบ หนึ่งใน Algorithm ที่ได้รับความนิยมสูง คือ Deep Learning ซึ่งถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย และประยุกต์ใช้ได้หลายลักษณะงาน อย่างไรก็ตามในการทำงานจริง Data Scientist จำเป็นต้องออกแบบตัวแปรต่างๆ ทั้งในตัว ของ Deep Learning เอง และหา Algorithm อื่นๆ มาเป็นคู่เปรียบเทียบ เพื่อหา Algorithm ที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งานจริง (มัทนา , 2565)

10.2 หลักการทำงานของ Machine Learning

Machine Learning มีหลักการเรียนรู้ข้อมูลอยู่ 3 หลักการด้วยกัน (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 หลักการเรียนรู้ข้อมูลของระบบ Machine Learning

ที่มา: พีพี ซีซีทีวี จำกัด (2564)

10.2.1 การเรียนรู้แบบได้รับคำแนะนำ (Supervised learning)

ยกตัวอย่าง เมื่อป้อนข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ (Input) เช่น รูปเสื้อ แต่คอมพิวเตอร์ไม่ทราบว่านี่คือ รูปเสื้อ ต้องมีการให้ข้อมูลก่อน แล้วจากนั้นคอมพิวเตอร์จึงจะนำไปวิเคราะห์ (Feature Extraction) ว่าเสื้อ เป็นสัตว์ 4 ขา มี 2 หู 1 หาง เป็นต้น จากนั้นคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลดังกล่าวไปประมวล/จัดหมวดหมู่ (Classification) เพื่อให้หลังจากนี้สามารถแยกออกได้ว่า อะไรคือเสื้อ อะไรไม่ใช่เสื้อ

10.2.2 การเรียนรู้แบบไม่ได้รับคำแนะนำ (Unsupervised learning)

รูปแบบนี้เรียกได้ว่าตรงกันข้ามกับรูปแบบแรก คือการป้อนข้อมูล (Input) รูปเสื้อเข้าไป แต่ไม่ได้ให้ข้อมูลว่ารูปที่ป้อนเข้าไปเป็นรูปเสื้อ หลังจากคอมพิวเตอร์นำไปวิเคราะห์ (Feature Extraction) ก็วิเคราะห์ได้ว่ารูปที่ใส่เข้าไปมีลักษณะอย่างไร แต่ไม่สามารถนำไปประมวล/จัด

หมวดหมู่ (Classification) ได้แล้ว คอมพิวเตอร์จะใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแทน (Clustering) ซึ่งคอมพิวเตอร์จะนำรูปเสือ ไปอยู่กับแมว สุนัข หรือสัตว์อื่นๆ ที่มี 4 ขา มี 2 หู 1 หาง เหมือนกัน

10.2.3 การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (Reinforcement learning)

คือ การกำหนดเงื่อนไขบางอย่างให้กับคอมพิวเตอร์ และทำให้คอมพิวเตอร์เอาชนะ หรือทำตามเงื่อนไขนั้นให้ได้ ยกตัวอย่างเช่น Alpha Go ของ Google ซึ่งเงื่อนไขของการเล่นเกมหมากล้อม คือ ใช้หมากของตนล้อมพื้นที่บนกระดาน เพื่อให้ได้ดินแดนมากกว่าคู่ต่อสู้ ที่นี่ Alpha Go จะเรียนรู้ด้วยตัวเองผ่านการจำลองการแข่งขันเป็นแสนๆ ล้านๆ รอบ เพื่อให้รู้ว่าถ้าหากคู่ต่อสู้เดินหมากนี้ อีกตัวจะเดินหมากไหน เพื่อให้บรรลุเงื่อนไขที่กำหนดไว้ให้ นั่นคือ การยึดพื้นที่บนกระดานให้ได้มากที่สุด (พีพี ซีซีทีวี จำกัด, 2564)

10.3 โครงสร้างของ Machine Learning ประกอบด้วยโครงสร้างดังนี้

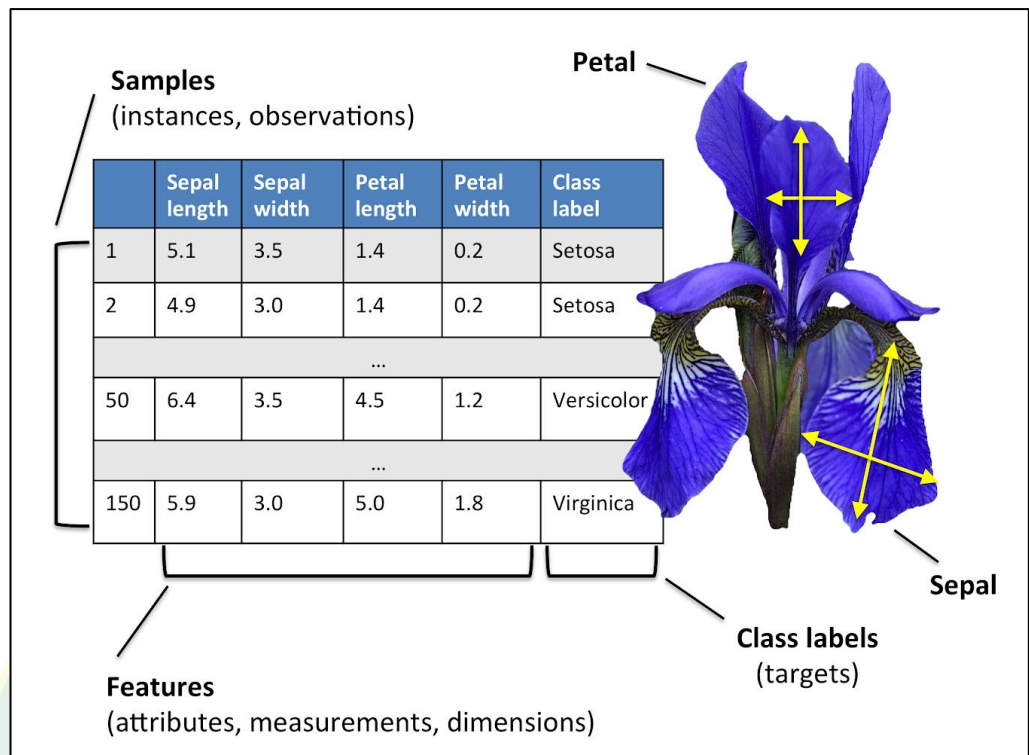
10.3.1 Data set หรือ Dataset : ข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้เพื่อนำมาสอน (Train) ให้กับคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างเป็น Model หรือใช้ทดสอบความถูกต้องแม่นยำของ Model คำว่า data set บางทีเรียกว่า ตัวอย่าง/Samples/Instances/observations

10.3.2 Training Set/Training Data/Learning data : ชุดข้อมูลที่น่าไปทำการสอนให้กับคอมพิวเตอร์ โดยปกติจะแบ่ง Data set ออกเป็น 2 ส่วนคือ Training set สำหรับการ Train และ Test set สำหรับทดสอบ

10.3.3 Test set : ชุดข้อมูลที่แบ่งมาจาก Data set เพื่อนำมาทดสอบความแม่นยำ ความถูกต้องของ Model ที่ Train เรียบร้อยแล้ว

10.3.4 Features/attributes/measurements/variables/dimensions:

คุณลักษณะเด่นของข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้ของ Machine Learning เช่น ระบบแยกแยะมะนาว กับส้มเขียวหวาน คุณลักษณะเด่นที่สามารถใช้แยกแยะได้ คือ ขนาด ลักษณะเปลือก สี , ตัวอย่างการแยกแยะชนิดดอกไม้ตระกูล Iris คุณลักษณะเด่น คือ ขนาดความกว้าง ความยาวของกลีบ (Petal, Sepal) ส่วน Class คือ ชนิดดอกไม้ เช่น Setosa Versicolor Viginica เป็นต้น ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างดอกไม้ที่ถูกจำแนกเพื่อใช้ในการเรียนรู้ของระบบ

Machine Learning

ที่มา: Punna (2020)

10.3.5 Target/Class/Label/Output : เป็นเป้าหมาย หรือ Output ที่ต้องการให้ระบบ Machine Learning มีความสามารถทำนาย จำแนก แยกแยะหมวดหมู่ เช่น ระบบคัดแยกเสื้อผ้า 3 กลุ่ม ได้แก่ เสื้อโปโล เสื้อคอกกลม เสื้อกั๊ก แบบนี้ถือว่ามี 3 Class หรือ 3 หมวดหมู่ ระบบจะมีความสามารถแยกแยะเสื้อผ้า 3 แบบนี้ได้เท่านั้น จะแยกแยะชุดราตรี หรือเสื้ออื่นๆ ไม่ได้ , ระบบคัดแยกมะนาวกับส้ม แบบนี้ถือว่ามี 2 Class สามารถจำแนกหรือคัดแยกได้ เฉพาะมะนาวกับส้มเท่านั้น , ระบบคัดแยกใบหน้าพนักงาน 100 คน ถือว่ามี 100 Class (Class ละคน) , ระบบคัดแยกอีเมล Spam หรือไม่ใช่ Spam ถือว่ามี 2 Class , ระบบแยกแยะสัตว์ว่าเป็นแมว หรือสุนัข ถือว่ามี 2 Class และตัวอย่างระบบแยกแยะดอกไม้ 3 ชนิด Class คือ ชนิดดอกไม้ 3 ชนิด ได้แก่ Setosa Versicolor และ Verginic เป็นต้น

10.3.6 Training : กระบวนการนำข้อมูล Training set สอนให้กับคอมพิวเตอร์แล้วได้ Model หรือเรียกขั้นตอนนี้ว่าการสอนให้เครื่องรู้จักข้อมูลคล้าย ๆ กับการสอนเด็กโดยให้ดูรูป แมว และบอกว่าเป็นแมว ให้ดูรูปสุนัข และบอกว่าเป็นสุนัข

10.3.7 Predict : การนำข้อมูลใหม่ (New input data/New Observation) ป้อนเข้าระบบเพื่อคำนวณหรือทำนาย โดยปกติแล้วการนำข้อมูลใหม่เข้ามาคำนวณประมวลผลใน Machine Learning (คือ ป้อน dataset เข้าไปแล้วให้ Model คำนวณผลลัพธ์ออกมา เรียกว่า ทำนาย หรือ Predict เนื่องจากเป็นการคาดการณ์ อาจได้ผลที่ไม่ถูกต้อง 100%)

10.3.8 Classification : การจำแนก ,แยกแยะ New Input Data ว่าอยู่ในกลุ่มใด หรือหมวดหมู่ใด เช่น เครดิตสินเชื่อกับคนดี หรือ ไม่ดี ,การแยกแยะหน้าคนว่าเป็นจอร์จ ,เคธี ,ญญา และมารีญา ,การแยกแยะขึ้นเนื้อว่าเป็น ขึ้นเนื้อดี หรือขึ้นเนื้ออันตราย ผลการจำแนกแยกแยะจะได้เป็นข้อมูลแบบ Category

10.3.9 Model : เป็นเหมือนกับ main program ในการคิดคำนวณประมวลผลการตัดสินใจ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา เช่น ใช้การพล็อตจุด และการคำนวณเพื่อมากำหนดเป็นสมการ $y = slope * x + b$ ซึ่งสมการนี้เปรียบเสมือน Model หรือแกนหลักในการคิดคำนวณของโปรแกรมนี้ โดย Model จะได้มาจากการนำข้อมูลไปสอน (Train) ให้กับคอมพิวเตอร์

10.3.10 Algorithm : คือ วิธี หรือ ขั้นตอนกระบวนการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา ในศาสตร์ Machine Learning จะมี Algorithm อยู่เป็นจำนวนมาก เช่น Linear Regression, Decision Tree, SVM เป็นต้น

10.3.11 การทำ Label : การใส่ค่าเป้าหมาย การตั้งชื่อ หรือการตั้งสถานะให้กับข้อมูล Data set เช่น ทำระบบคัดแยกเสื้อผ้า ประกอบด้วย 3 กลุ่ม (เรียกว่า 3 Class) ได้แก่ เสื้อโปโล เสื้อคอกกลม เสื้อกั๊ก ต้องมีการเตรียมรูปเสื้อผ้าทุกชนิดหลากหลายรูป โดยแต่ละรูปจะต้องกำกับสถานะไว้ว่านี่คือ เสื้อโปโล นี่คือนเสื้อคอกกลม นี่คือนเสื้อกั๊ก เพื่อเวลานำข้อมูลไป Train สร้าง Model ระบบจะรับรู้ว่าเป็นเสื้ออะไร คล้ายกับการสอนเด็กโดยให้ดูรูป “แมว” และบอกว่าเป็นแมว ให้ดูรูป ”สุนัข” และบอกว่าเป็นสุนัข ตัว Label ที่หมายถึงคือ แมว และสุนัข

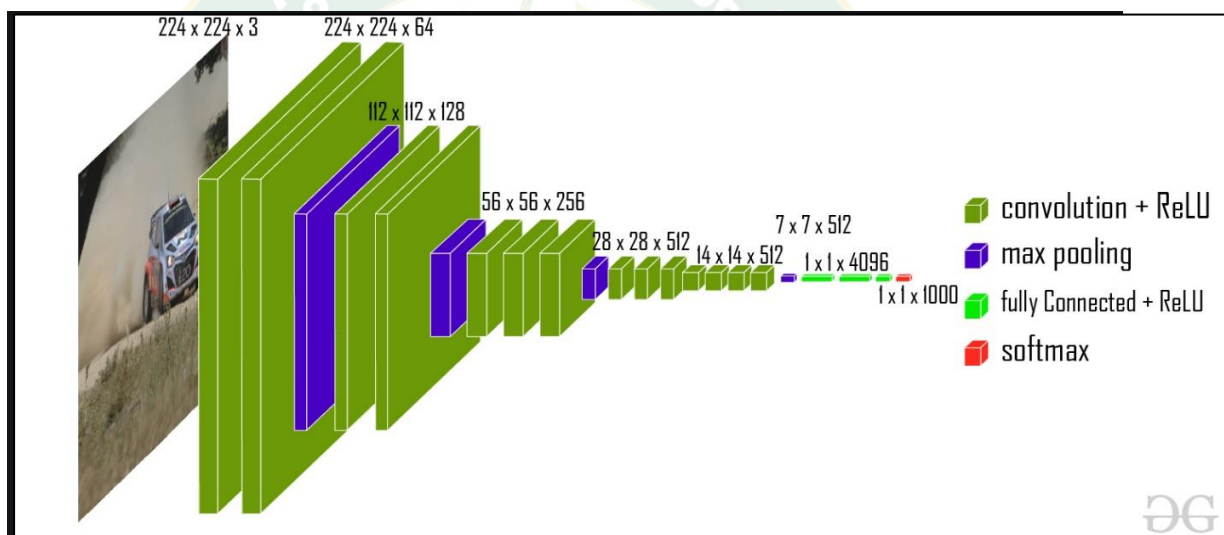
10.3.12 Labeled data : ข้อมูลที่ได้กำกับเป้าหมาย หรือสถานะไว้แล้ว พร้อมนำไปใช้ Train สร้าง Model และ Test ทดสอบประเมินความแม่นยำ Model

ที่มา: Punna (2020)

10.4 รายละเอียดของโมเดลแต่ละแบบที่ใช้ในงานวิจัย

10.4.1 VGG16 (Visual Geometry Group)

คือ VGG16 โมเดล VGG ย่อมาจาก Visual Geometry Group ซึ่งเป็นกลุ่มนักวิจัยจาก Oxford ทำการพัฒนาสถาปัตยกรรมนี้ขึ้นมา และได้รับความสนใจมากจากการแข่งขัน ILSVR ปี ค.ศ.2014 และเป็นที่ยอมรับจนถึงปัจจุบัน โดยสิ่งที่เป็นจุดเด่นของ VGG16 คือเป็นการแทนที่ hyperparameter จำนวนมาก เน้นไปที่การออกแบบเลเยอร์ conv2D 3x3 pixels, 1 stride และการใช้ same padding และ maxpooling 2x2 pixels, 2 stride แบบเดียวกันตลอดทั้งโครงสร้าง โดยชื่อของ VGG16 หมายถึงมี 16 ชั้นที่มีน้ำหนักเครือข่ายนี้เป็นเครือข่ายที่ใหญ่และมีพารามิเตอร์ประมาณ 138 ล้าน (สุริยะ ,2563) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 โครงสร้าง VGG16

ที่มา: pawangfg (2023)

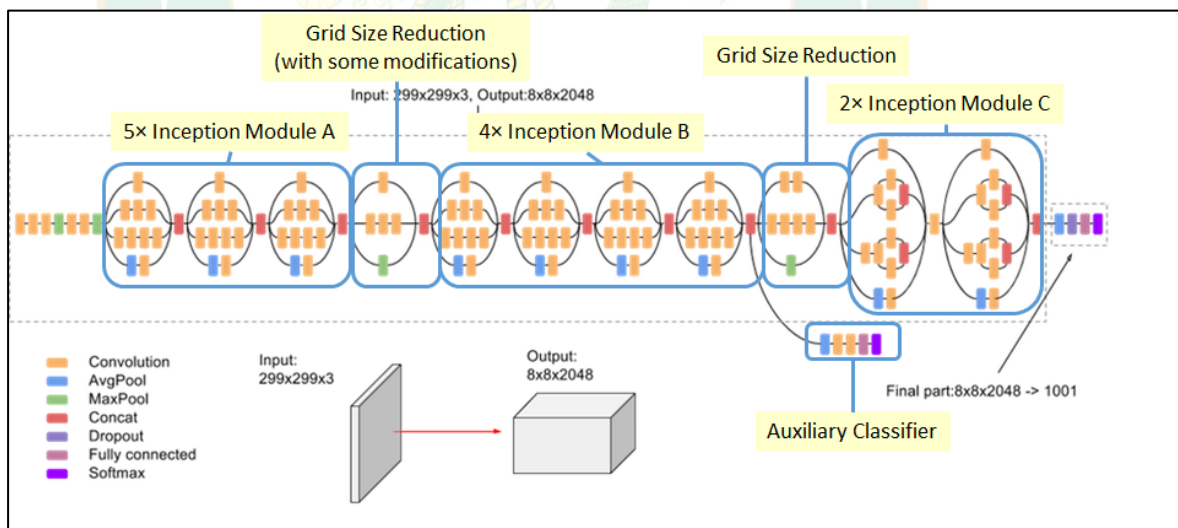
10.4.2 CNN (Convolutional Neural Network)

Neural network ทั่วไปอาจทำงานได้ดีกับข้อมูลที่ไม่ซับซ้อน และถูกเตรียมมาให้มีมาตรฐานเดียวกัน เช่น ภาพขาวดำขนาดเล็กที่วัตถุอยู่กลางภาพ แต่พอข้อมูลมีความซับซ้อน ขนาดและความหลากหลายมากขึ้น จะทำงานได้ไม่ดีนัก โดยมักเกิดปัญหา Variance ซึ่งคือ การที่โมเดลไม่สามารถทำนายข้อมูลที่ไม่เคยเห็นได้ดีเท่าที่ควร และมาทำความรู้จัก Convolutional Neural Network หรือ CNN ซึ่งเป็นโครงสร้าง Neural network แบบพิเศษที่มีความสามารถในการจำแนกข้อมูลประเภทรูปภาพได้ดีกว่า Neural network ทั่วไปมาก

หลักการของ CNN คือ การใช้ Layer ชนิดพิเศษ ที่เรียกว่า Convolution layer ซึ่งทำหน้าที่สกัดเอาส่วนต่างๆ ของภาพออกมา เช่น เส้นขอบของวัตถุต่างๆ เพื่อให้โมเดลสามารถเรียนรู้ลักษณะของภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ ใน CNN จะใช้ Convolution layer มาประกอบกับ Layer ชนิดอื่น เช่น Pooling layer แล้วนำกลุ่ม Layer ดังกล่าวมาซ้อนต่อกัน โดยอาจเปลี่ยน Hyperparameter บางอย่าง เช่น ขนาดของ Filter layer (ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Convolution layer) และจำนวน Channel ของ layer วิธีการนำเอาส่วนต่างๆ มาประกอบกันนี้เรียกว่า เป็นโครงสร้าง (Architecture) ของ CNN ซึ่งมีหลายแบบ เช่น LeNet, AlexNet, VGG, ResNet, Inception Network เป็นต้น (ชิตพงษ์ ,2563)

10.4.3 Inception

Inception-V3 เป็นโมเดลที่ได้รับการ พัฒนาโดย Google ซึ่งถูกต่อยอดจาก Inception2,1 (พัฒนามาจาก GoogLeNet 2012) โดยการลดโครงสร้างในออกเป็น 5 Step คือ Inception Module A จำนวน 5 Module (1), Grid Size of Reduction Step1 จำนวน 1 Module(2), Inception Module B จำนวน 4 Module(3), Grid Size of Reduction Step2 จำนวน 1 Module(4), Inception Module C จำนวน 2 Module(5) และ Head (8x8x2048) สามารถแยก output ได้ 1,000 classes (สุริยะ ,2563) ดังภาพที่ 6



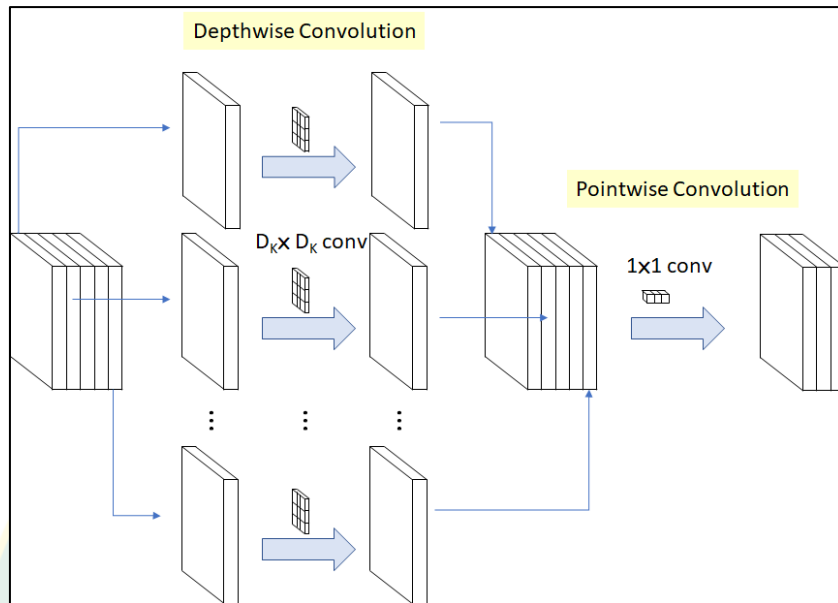
ภาพที่ 6 โครงสร้าง InceptionV-3

ที่มา : สุริยะ (2563)

10.4.4 MobilenetV2

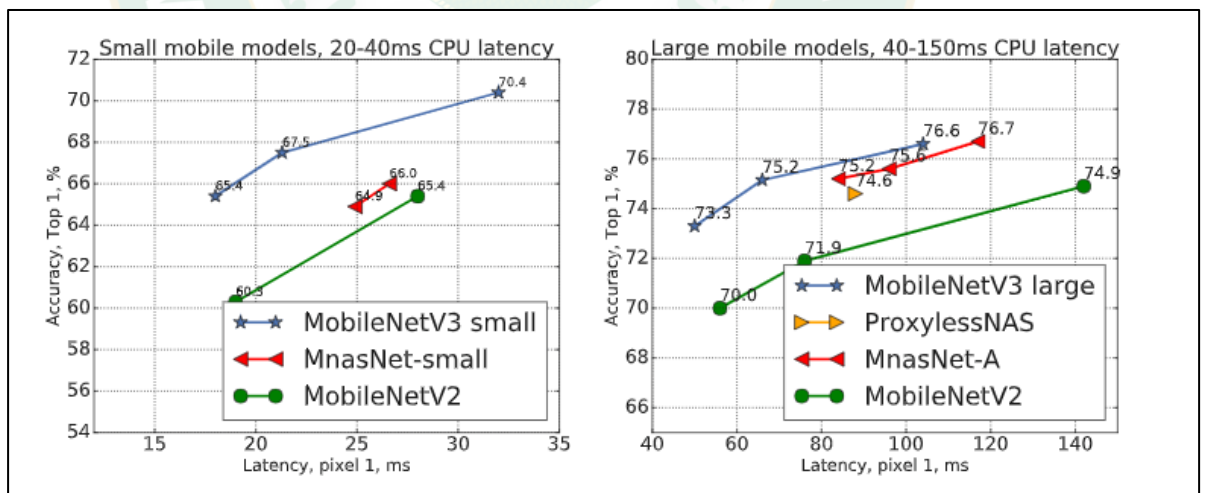
คือ โมเดลขนาดเล็ก ที่ทำงานได้เร็ว Latency ต่ำ ใช้พลังงานในการประมวลผลไม่มาก ถูกออกแบบมาสำหรับงานที่มีทรัพยากรจำกัด MobileNet สามารถใช้งานได้ทั้ง Classification,

Detection, Embedding และ Segmentation เหมือนกับโมเดลที่เป็นที่นิยมอื่น ๆ เช่น ResNet, Inception, U-Net ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 โครงสร้าง Mobilenet

ที่มา: Tsang (2561)



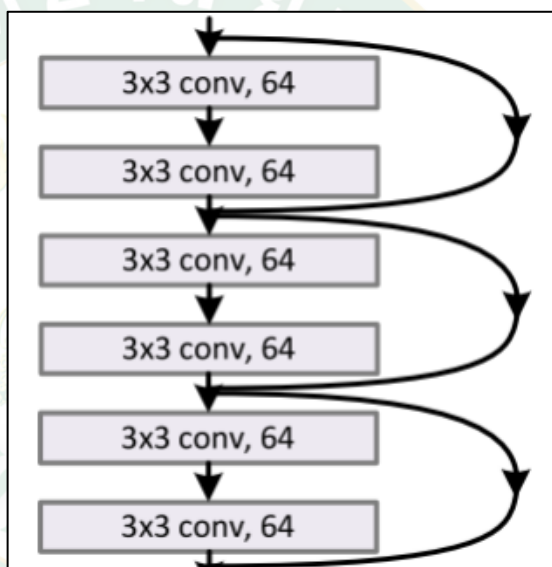
ภาพที่ 8 timing of MobileNetV2 vs MobileNetV3 using TF-Lite on the large core of Pixel 1 phone.

ที่มา: GitHub (2566)

MobileNet อาจจะมีคามแม่นยำน้อยกว่าโมเดลเต็มรูปแบบที่เป็นที่นิยม แต่แลกมากับ Latency ที่น้อยลง และขนาดที่เล็กลงมาก ส่งผลให้ใช้การประมวลผลน้อยลงด้วย (กนกทิพย์, 2563)

10.4.5 Resnet50

คือ Deep Residual Network ได้รับการนำเสนอครั้งแรกในงานวิจัยชื่อ Deep Residual Learning for Image Recognition ได้รับการอ้างอิง 3,700 ครั้ง ในฐานข้อมูล Scopus 41,537 ครั้ง ใน Google Scholar (Jan 2016 — Mar 2020) ซึ่งนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเรื่อง Vanishing gradient ที่เกิดขึ้นกับโครงข่ายที่มีความลึกค่อนข้างมาก ด้วยการใส่ทางลัด (shortcut) ลงในโครงข่าย (Phongchit, 2020) ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ResNet Architecture

ที่มา: Phongchit (2020)

11. สำนักงานสีเขียว (Green Office)

สำนักงานสีเขียว หมายถึง (Green Office) หมายถึง สำนักงานและกิจกรรมต่าง ๆ ภายในสำนักงาน ที่ส่งผล กระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยการใช้ทรัพยากรและพลังงานอย่างรู้คุณค่า มีแนวทางในการ จัดการของ เสียอย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องใช้สำนักงานที่เป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อม และที่สำคัญจะต้องปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาในปริมาณต่ำ ประโยชน์ของการทำสำนักงานสีเขียว

1. ลดค่าใช้จ่ายในสำนักงาน จากการใช้ทรัพยากร พลังงานอย่าง คุ่มค่าและมีประสิทธิภาพ
2. มีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีต่อสุขภาพของพนักงาน

3. เป็นการยกระดับมาตรฐานสำนักงานให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น
4. ช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นส่วนหนึ่งในการช่วยลดโลกร้อน

ซึ่งทางมหาวิทยาลัยแม่โจ้มีแนวทางในการดำเนินงาน ดังนี้

1. การดำเนินงาน Green Office Operation of Green Office

1.1 การความสะอาด และความเป็นระเบียบในสำนักงาน ความสะอาดและความเป็นระเบียบในสำนักงานเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาคุณภาพ และความปลอดภัยของสำนักงาน เพื่อก่อให้เกิดความเป็นระเบียบ สะอาด สวยงาม รวมทั้งสร้างเสริมให้พนักงานมีจิตสำนึกในการร่วมมือ และช่วยเหลือกัน ซึ่งทั้งนี้ยังช่วยเพื่อประสิทธิภาพในการทำงานให้แก่ พนักงาน รวมทั้งสร้างภาพพจน์ที่ดีให้แก่สำนักงาน การสร้างความสะอาด และความเป็นระเบียบของสำนักงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานนั้น สำนักงานจะต้องดำเนินการบนพื้นฐานของ 5 ส. ดังนี้

สะสาง (SEIRI) คือ การแยกของที่ต้องการออกจากของที่ไม่ต้องการ และจัดของที่ไม่ต้องการทิ้งไป

สะตวก (SEITON) คือ การจัดวางสิ่งของต่างๆ ในที่ทำงานให้เป็นระเบียบ เพื่อความสะดวกรวดเร็ว และปลอดภัย

สะอาด (SEISO) คือ การทำความสะอาด (ปิด กวาด เช็ด ถู) อุปกรณ์ และสถานที่ทำงาน

สุกัลักษณะ (SEIKETSU) คือ สภาพหมดจด สะอาดตา ถูกสุขลักษณะ และรักษาให้ดีตลอดไป

สร้างนิสัย (SHITSUKE) คือ การอบรม สร้างนิสัย ในการปฏิบัติงานตามระเบียบ วินัย ข้อบังคับอย่างเคร่งครัด

1.2 การจัดการก๊าซเรือนกระจก

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs) โดยแบ่งกิจกรรมที่มีการปล่อย และดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานขององค์กรไว้ 3 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 การปล่อย และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่างๆ ภายในสำนักงาน ดังนี้

1) การเผาไหม้ที่อยู่กับที่ ตัวอย่าง เช่น การผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองภายในองค์กร การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร

2) กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมีภายในกระบวนการผลิต

3) การเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ตัวอย่างเช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ หรือเช่าเหมา มา แต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง

4) การรั่วไหล และอื่นๆ (Fugitive Emissions) ตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำเสีย และหลุมฝังกลบ การใช้ปุ๋ย หรือสารเคมีเพื่อการชักล้าง หรือทำความสะอาด

5) การเผาไหม้ชีวมวล

ประเภทที่ 2 การปล่อย และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำที่ถูกนำเข้ามาจากภายนอก เพื่อใช้งานภายในองค์กร ซึ่งพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล มาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ดังนั้นการใช้ ไฟฟ้าในองค์กร จะไม่ใช่เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ณ ตำแหน่งที่องค์กรตั้งอยู่ แต่เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ณ แหล่งที่ผลิตกระแสไฟฟ้า

ประเภทที่ 3 การปล่อย และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และ ประเภทที่ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวัดหรือประเมิน เพื่อการรายงานผลเพิ่มเติมได้ โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ ตัวอย่างเช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้น้ำประปาภายในองค์กร การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัสดุสำนักงานที่มีการใช้ภายในองค์กร เช่น กระดาษ

1.3 การขนส่งและการเดินทาง

หลีกเลี่ยงการเดินทางมาประชุมที่ไม่จำเป็น โดยเลือกใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการสื่อสารแทน เช่น

1. ใช้การติดต่อสื่อสารโดยโทรศัพท์ อีเมล และประชุมโดยใช้ระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์แทนการ เดินทางไปพบปะกัน
2. ใช้ระบบขนส่งสาธารณะในการเดินทาง
3. รณรงค์ให้โดยสารรถยนต์ไปด้วยกัน (Car Pool) ช่วยประหยัดน้ำมัน และยังเป็นการลดจำนวนรถติดบนถนน
4. เลือกการเดินทางที่ปล่อย CO₂ น้อยที่สุดเท่าที่ทำได้ เช่น การเดิน หรือใช้จักรยานแทน
5. จัดเส้นทางรถรับส่งพนักงาน ถ้าในหน่วยงานมีพนักงานจำนวนมากอาศัยอยู่ในเส้นทางใกล้เคียงๆ กัน ควรมีสวัสดิการจัดการรถรับส่งพนักงานตามเส้นทางสำคัญ ๆ เป็น Car Pool ระดับองค์กร
6. จัดประชุม สัมมนาที่สำนักงาน หรือใกล้สำนักงาน แทนที่จะเป็นต่างจังหวัด
7. ขับรถในอัตราความเร็วที่ประหยัดน้ำมัน และเดินทางให้ถึงจุดหมายในเส้นทางลัดที่สั้นที่สุด
8. ดับเครื่องยนต์เมื่อต้องจอดรถเป็นเวลานาน
9. ตรวจสอบลมยางอย่างสม่ำเสมอ

10. ใช้เชื้อเพลิงชีวภาพไบโอดีเซล หรือเอทานอล

2. การใช้พลังงาน และทรัพยากร (Energy and Resource Utilization)

2.1 การใช้พลังงาน

วิธีการ และการดำเนินการ

การประหยัดพลังงานให้มีประสิทธิภาพ และถูกต้องเหมาะสมนั้นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจใน การปฏิบัติงานไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องปรับอากาศ แสงสว่าง เครื่องมือ และอุปกรณ์ในสำนักงาน รวมไปถึง การใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง ทั้งนี้สำนักงานจะต้องควบคุมหน่วยงานภายนอกที่เข้ามาใช้พื้นที่ให้ปฏิบัติตามมาตรการ ของสำนักงานด้วย

โดยจะต้องมีการกำหนดมาตรการ ดังนี้ เครื่องปรับอากาศ

1. ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส
2. ไม่ควรปล่อยให้มีความเย็นรั่วไหลจากห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ตรวจสอบ และอุดรอยรั่วตามผนัง ฝ้าเพดาน ประตู ช่องแสง
3. ปิดประตูห้องทุกครั้งที่เปิดเครื่องปรับอากาศ หรือติดตั้ง และใช้อุปกรณ์ควบคุมการเปิด- ปิดประตูในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ
4. ทำความสะอาด และดูแลฝุ่นบ่อยๆ อาทิแต่ละ 1-2 ครั้ง เพราะหากฝุ่นอุดตันจะทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานของเครื่องปรับอากาศลดลง
5. อย่านำความร้อน หรือของที่มีความชื้นเข้าไปไว้ในห้องปรับอากาศ เช่น กาต้มน้ำร้อน กระดาษต้นไม้ เครื่องทำความร้อนต่างๆ เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น เนื่องจากมีการนำความร้อน หรือความชื้นเข้ามาในห้องจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานมากขึ้น
6. ลด และหลีกเลี่ยงการเก็บเอกสาร หรือวัสดุอื่นใดที่ไม่จำเป็นต้องใช้งานในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศเพื่อลดการสูญเสีย และใช้พลังงาน
7. ติดตั้งฉนวนกันความร้อนโดยรอบห้องที่มีการปรับอากาศ เพื่อลดการสูญเสียพลังงานจากการถ่ายเทความร้อนเข้าภายในอาคาร
8. ใช้มู่ลี่กันแดดป้องกันแสงแดดส่องกระทบตัวอาคาร และบุฉนวนกันความร้อนตามหลังคา และฝ้าผนัง เพื่อไม่ให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักเกินไป
9. ควรปลุกต้นไม้รอบๆอาคารสำนักงาน
10. ควรปลุกต้นไม้เพื่อช่วยบังแดดข้างบ้าน หรือเหนือหลังคา เพื่อเครื่องปรับอากาศจะไม่ต้องทำงานหนักเกินไป
11. ปลุกพืชคลุมดิน เพื่อช่วยลดความร้อน และเพิ่มความชื้นให้กับดินจะทำให้บ้านเย็นไม่จำเป็นต้องเปิดเครื่องปรับอากาศเย็นจนเกินไป

12. ในสำนักงานไม่จำเป็นต้องเปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเริ่มงาน และควรปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลา 12.00-13.00 น. และก่อนเวลาเลิกงานเล็กน้อย รวมทั้งปิดไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น

แสงสว่าง

1. ปิดไฟเมื่อพักเที่ยง หรือหลังใช้งาน
2. ติดตั้งแผงสะท้อนหลอดไฟ
3. เลือกใช้อุปกรณ์แสงสว่างประสิทธิภาพสูง ไม่ว่าจะเป็นหลอดไฟ บัลลัสต์ และโคมไฟ
4. การควบคุมแสงสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งาน
5. การลดความสว่างที่เกินความจำเป็น (Over Light Compensation) เช่น บริเวณทางเดินที่ไม่จำเป็นต้องสว่างมาก วิธีลดความสว่างง่ายที่สุด คือ ปลดหลอดไฟออก เช่น ปลดหลอดไฟออก 2 หลอดจาก โคมไฟ 4 หลอด เป็นต้น
6. บำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอตรวจสอบการทำงาน และความสว่าง ทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอทุกๆ 3-6 เดือน
7. การใช้แสงธรรมชาติช่วยในการลดการใช้พลังงานจากแสงไฟในสำนักงาน
8. สภาพแวดล้อมภายในโรงงาน และอาคาร ทั้งฝ้าผนัง พื้น เพดาน และเครื่องจักร ควรเลือกใช้สีอ่อน เพราะค่าการสะท้อนแสงสูงจะช่วยให้ห้อง หรือบริเวณห้อง หรือบริเวณทำงานดูสว่างมากขึ้น

เครื่องมือ และอุปกรณ์สำนักงานอื่นๆ

1. ปิดเครื่องหลังเลิกงานพร้อมทั้งถอดปลั๊ก
2. ปิดจอคอมพิวเตอร์ในเวลาพักเที่ยง
3. ตั้งค่าน้ำจอคอมพิวเตอร์ เป็น energy saving mode

2.2 การใช้น้ำ

1. ปิดก๊อกน้ำให้สนิทหลังเลิกใช้งาน
2. ติดอุปกรณ์เติมอากาศที่หัวก๊อก (Aerator) เพื่อช่วยลดปริมาณการไหลของน้ำ
3. เลือกใช้สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ
4. ติดตั้งระบบน้ำให้สามารถใช้ประโยชน์จากการเก็บ และจ่ายน้ำตามแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานไปสูบล และจ่ายน้ำภายในอาคาร
5. หมั่นตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำ เพื่อลดการสูญเสียอย่างเปล่าประโยชน์ เช่น การตรวจสอบก๊อกน้ำ ท่อน้ำ เป็นต้น

2.3 การทรัพยากรอื่นๆ

กำหนดมาตรการประหยัด และสื่อสารให้พนักงานรับทราบทรัพยากรที่มีในสำนักงาน และใช้เป็น ประจำได้แก่ กระดาษ หมึกพิมพ์ อุปกรณ์เครื่องเขียน และอุปกรณ์สำนักงาน เป็นต้น จะต้องมีการกำหนดมาตรการ ดังนี้

1. วิธีการเลือกใช้ และประหยัดกระดาษภายในสำนักงาน สามารถดำเนินการได้ดังนี้

- เลือกซื้อ และใช้กระดาษจากหน่วยงานที่ได้รับรองด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม หรือเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น กระดาษกรีนการ์ด ซึ่งผลิตจากวัสดุทางการเกษตรที่ใช้แล้วผสม เพื่อหมุนเวียนทำใหม่ 100% โดยไม่ใช้ต้นไม้ใหม่แม้แต่ต้นเดียว กระดาษไอเดียกรีนผลิตโดยใช้เยื่อที่ได้จากป่าปลูก และใช้ Eco Fiber 30% จึงช่วยทำให้การตัดต้นไม้ลดลง Double A 30% Recycled paper เป็นกระดาษถ่ายเอกสาร สารผสมเยื่อเวียนทำใหม่ 30% เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

- เศษกระดาษจากการพิมพ์ หรือโรเนียวหน้าเดียว : ใช้หน้าที่ว่างเป็นกระดาษบันทึกข้อความหรือร่างหนังสือ

- เศษกระดาษจากการถ่ายเอกสาร : หน้าที่ว่างสามารถใช้พิมพ์แบบฟอร์มถ่ายเอกสารหรือบันทึกข้อความ

- ควบคุมปริมาณกระดาษที่ใช้ในการถ่ายเอกสาร และควรกำหนดแนวทางให้มีการถ่ายเอกสาร เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับงานในสำนักงานเท่านั้น

- ของจดหมายต่างๆ ที่ใช้แล้ว : สามารถนำกลับมาใช้ส่งเอกสารภายในสำนักงาน หรือตัดมุมทั้ง 4 มุมใช้หนีบกระดาษ สำหรับกระดาษส่วนกลางใช้บันทึกข้อความได้

- หนังสือเก่า/นิตยสารต่าง ๆ : นำไปบริจาคห้องสมุด เพื่อเป็นประโยชน์ต่อประชาชนทั่วไป นอกจากนี้ ยังทำเป็นการ์ดอวยพร ประดิษฐ์เป็นดอกไม้ใช้ตกแต่ง สถานที่ หรือบอร์ดประชาสัมพันธ์ได้

- หนังสือพิมพ์เก่า : ใช้ห่อของขวัญ ประดิษฐ์ดอกไม้ หรือนำไปใช้ในการเช็ดกระจก

- กระดาษห่อของ/กระดาษห่อของขวัญ : นำมาใช้ห่อของอีกครั้ง และประดิษฐ์เป็นดอกไม้กระดาษเพื่อใช้ในการตกแต่งบอร์ดประชาสัมพันธ์

- กล่องกระดาษต่าง ๆ : นำมาใช้เป็นถังขยะ

- ตรวจสอบรายละเอียดที่หน้าจคอมพิวเตอร์ให้ถูกต้องก่อนสั่งพิมพ์ เพื่อลดปริมาณขยะกระดาษ

- เลือกใช้ระบบ Fax Server เพื่อลดการบริโภคกระดาษลง การทำงานของระบบ Fax Server จะทำหน้าที่รับเอกสาร Fax ที่เข้ามาแปลงเป็นเอกสารในรูปแบบ Electronic หรือที่เรียกกันว่า Soft File แทน ทำให้ทุกเอกสาร Fax ที่เข้ามาไม่ได้ถูกพิมพ์ออกไปใช้กระดาษทุกครั้ง

3. การจัดการของเสีย Office Waste Management

3.1 การจัดการของเสียในสำนักงาน

ประเภทของขยะที่เกิดในสำนักงาน

ขยะทั่วไป หรือขยะมูลฝอย หมายถึง ของเหลือใช้ที่เกิดจากห้องทำงาน ห้องรับประทานอาหาร เป็นต้น ขยะประเภทนี้เป็นขยะที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม แต่หากมีปริมาณมาก และไม่ได้รับการจัดการอย่างสม่ำเสมอ จะส่งผลให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน ขยะประเภทนี้ได้แก่ เศษอาหาร ถุงพลาสติก กล่องโฟม ขยะจากอุปกรณ์สำนักงาน เป็นต้น

ขยะรีไซเคิล หมายถึง ขยะที่สามารถนำไปสู่กระบวนการแปรรูป เพื่อออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือเป็นขยะที่ขายได้ สามารถสร้างรายได้ให้แก่สำนักงาน ขยะประเภทนี้ได้แก่ กระดาษ ขวดพลาสติก แก้ว เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีขยะอีกประเภทหนึ่งที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้เลย โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการแปรรูป เรียกว่า การนำกลับมาใช้ใหม่ หรือ Reuse

ขยะอันตราย หมายถึง ขยะที่มีองค์ประกอบของสารเคมี หรือโลหะหนักปนเปื้อน ซึ่งขยะประเภทนี้ที่เกิดในสำนักงาน ได้แก่ ถ่านไฟฉาย หลอดไฟ ขยะอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ ตลับหมึก น้ำยาลบคำผิด เป็นต้น

การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ซ้ำ เป็นการนำวัสดุที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ซ้ำหลาย ๆ ครั้งจนไม่สามารถใช้ได้แล้ว จึงเข้าสู่กระบวนการผลิตซ้ำ หรือนำไปกำจัด การนำกลับมาใช้ซ้ำสามารถช่วยลด ขยะได้เท่ากับจำนวนครั้งที่น่ามาใช้ซ้ำ หรือแทนที่ด้วยผลิตภัณฑ์อื่น

กิจกรรมในสำนักงานที่สามารถนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำได้ เช่น

- การใช้กระดาษสำเนา ให้ใช้สำเนาทั้ง 2 หน้า
- ซองเอกสารที่ผ่านการใช้งานแล้วให้ใช้ซ้ำในสวนหน้าที่ว่าง หรือใช้ซองเดิมนั้นส่งกลับ
- กระดาษเช็ดมือ ให้ใช้เป็นผ้าเช็ดมือแทน
- ขวดน้ำพลาสติก หรือขวดแก้วสามารถนำมาดัดแปลงเป็นกระถางต้นไม้ หรือภาชนะใส่

ของ

การปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ในการใช้งาน หรือการทดแทน การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ภายในสำนักงานจะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะตามมา ดังนั้น ควรจะต้องมีการศึกษาหาสิ่งทดแทนเพื่อที่จะช่วยลดปริมาณขยะ ตัวอย่างเช่น

- กระดาษบันทึกข้อความที่ต้องทำการสำเนาหลายๆ ชุด เพื่อกระจายให้ทุกคนทราบปรับเปลี่ยนเป็นใช้กระดานข่าวอิเล็กทรอนิกส์สำหรับข่าวทั่วไป และกระจายเฉพาะข่าวที่สำคัญ และจำเป็นเท่านั้น ที่ใช้เป็นการบันทึก

- เครื่องพิมพ์ ให้ใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่สามารถเติมหมึกได้

- เครื่องใช้บนโต๊ะสำนักงาน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ได้คงทนไม่เสียหายได้ง่าย และจำเป็น
- ภาชนะบรรจุน้ำควรใช้แบบพลาสติกโพลีเอทิลีนแบบแก้ว
- เครื่องดื่มควรซื้อแบบเติม (Refillable) เช่น มีภาชนะบรรจุกาแฟแล้ว ควรซื้อกาแฟแบบเติม
- แบตเตอรี่ ควรใช้แบบเก็บประจุไฟฟ้าได้ (Rechargeable batteries) เพื่อลดขยะ และลดพิษโลหะที่เกิดจากขยะอันตราย ใช้แบตเตอรี่ที่หลีกเลี่ยงการผลิตด้วยโลหะพิษ
- ยืม เช่า หรือใช้สิ่งของ หรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้บ่อยครั้งร่วมกัน เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร เครื่องดูดฝุ่น เป็นต้น

วิธีการดำเนิน

การจัดวางถังขยะ และการคัดแยกขยะ

หลังจากทราบถึงประเภท ปริมาณขยะ และพฤติกรรมการทิ้งขยะของพนักงาน ผู้รับผิดชอบจะต้องดำเนินการแยกประเภทของขยะ พร้อมทั้งติดป้ายบ่งชี้ประเภทขยะให้ชัดเจนที่ถังขยะ และนำมาวางในจุดที่กำหนดถังขยะทุกใบ ควรจะต้องวางในพื้นที่ที่สะดวกต่อการทิ้ง มีฝาปิด นอกจากนี้ยังต้องมีการเตรียมพื้นที่ที่รองรับขยะทั้งหมดก่อนการนำไปกำจัด ซึ่งพื้นที่รองรับขยะจะต้องแบ่งออกเป็นสัดส่วนที่ชัดเจน เพื่อรองรับขยะประเภทต่างๆที่ได้ถูกคัดแยกมาแล้ว

การตรวจสอบความถูกต้องของการคัดแยกขยะ กำหนดผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบการทิ้งขยะของพนักงาน ความถี่ในการตรวจสอบประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง หรือตามความเหมาะสมขององค์กร หากพบว่ามี การทิ้งขยะผิดประเภทจะต้องมีการกำหนดมาตรการในการจัดการ เพื่อป้องกันการทิ้งขยะผิดซ้ำ นอกจากนี้ผู้ตรวจสอบจะต้องตรวจสอบถึงการนำวัสดุใช้แล้วมาเวียนใช้ หรือนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ หรือการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ในสำนักงาน หรือการทดแทน

การกำจัดขยะ

ขยะทั่วไป เช่น เศษอาหาร ถังพลาสติก กล่องโฟม ขยะจากอุปกรณ์สำนักงาน เป็นต้น จะส่งให้กับหน่วยงานท้องถิ่นนำไปกำจัด

ขยะรีไซเคิล เช่น ขวดพลาสติก ขวดแก้ว กระดาษ กล่องกระดาษลัง เป็นต้น จะส่งให้กับผู้รับซื้อ ของเก่าที่จะต้องมิใช่ใบอนุญาตในการประกอบกิจการอย่างถูกต้องตามกฎหมายจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ขยะอันตราย เช่น ถ่านไฟฉาย หลอดไฟ ขยะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตลับหมึก น้ำยาลบคำผิด เป็นต้น หากมีในปริมาณมากจะต้องส่งให้กับบริษัทที่รับกำจัดขยะอันตรายโดยเฉพาะที่ได้รับ การอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมเท่านั้น

3.2 การจัดการน้ำเสียในสำนักงาน

ลักษณะของน้ำเสีย

น้ำเสียจากอาคารมีการปนเปื้อนสารอินทรีย์ และอาจมีสารอันตราย ได้แก่ จุลินทรีย์ที่ก่อโรค สารเคมีฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น ซึ่งมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

สารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เช่น สิ่งขับถ่ายจากคน เศษอาหาร น้ำยาทำความสะอาด เป็นต้น สารอินทรีย์ในน้ำเสียมักตั้งอยู่ในรูปสารแขวนลอย และสารละลาย ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้ โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจน และเกิดสภาพเน่าเสียได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ นิยมวัดด้วยค่าบีโอดี BOD เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูงแสดงว่ามีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก และสภาพเหม็นเน่าจะ เกิดขึ้นได้ง่าย

สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย แต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คลอรีน เป็นต้น

จุลินทรีย์ น้ำเสียจากสำนักงานจะมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้จะใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต สามารถลดระดับของออกซิเจนละลายน้ำทำให้เกิดสภาพน้ำเน่าเหม็น นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์

ผลกระทบของน้ำเสียจากอาคารสำนักงาน

1. เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์นำโรคต่างๆ และแพร่ระบาดของเชื้อโรค
2. ทำให้เกิดเหตุรำคาญ เช่น กลิ่นเหม็นเน่า เป็นต้น
3. ทำให้เกิดการสูญเสียทัศนียภาพ เกิดภาพที่ไม่น่าดู เช่น สภาพน้ำมีสีดำ มีขยะ และสิ่ง

ปฏิกูลลอยน้ำ

วิธีการดำเนินการหาแนวทางการจัดการน้ำเสีย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบของน้ำเสีย และปริมาณ ผู้รับผิดชอบจะต้องพิจารณาองค์ประกอบของน้ำเสีย ซึ่งน้ำเสียส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นจะมีคราบไขมัน และไขมัน เศษขยะ เศษอาหารปนเปื้อน จากนั้นคาดการณ์ปริมาณที่ที่เกิดขึ้น เพื่อจัดหาขนาดของถังดักไขมันสำเร็จรูป

ขั้นตอนที่ 2 หาแนวทางการจัดการน้ำเสีย

2.1 การลดปริมาณน้ำมัน ไขมัน ขยะ และเศษอาหารจากแหล่งกำเนิด

- ลดการใช้น้ำมันในการปรุงอาหาร
- กวาดเศษอาหารออกจากภาชนะก่อนนำไปล้าง
- แยกน้ำมันใช้แล้วใส่ภาชนะ เพื่อนำไปกำจัด
- ไม่เทน้ำมันใช้แล้วลงน้ำทิ้ง หรือท่อระบายน้ำ
- รวบรวมภาชนะที่จะต้องล้างให้มีปริมาณมาก เพื่อลดจำนวนครั้งที่ล้าง

2.2 การกำจัดน้ำมัน ไขมัน ขยะ และเศษอาหาร โดยใช้บอดักไขมัน บอดักไขมัน เป็นอุปกรณ์สำหรับแยกไขมันไม่ให้ไหลปนไปกับน้ำทิ้ง ช่วยรักษาสภาพน้ำในขั้นต้น ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือท่อระบายน้ำทิ้ง การจัดการน้ำมัน และไขมัน โดยใช้บอดักไขมันเป็นวิธีการที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมัน และไขมัน

หลักการทำงานของบอดักไขมัน

- 1) น้ำเสียจะผ่านเข้ามาที่ตะแกรงดักเศษอาหาร ซึ่งทำหน้าที่แยกเศษอาหารที่ปะปนมากับน้ำเสีย
- 2) น้ำเสียจากขั้นตอนแรกจะไหลผ่านมายังส่วนดักไขมัน โดยไขมันที่แยกตัวออกจากน้ำเสียจะลอยขึ้นเป็นชั้นเหนือน้ำ
- 3) น้ำเสียที่อยู่ใต้ชั้นไขมันจะไหลเข้าสู่ถังบำบัดขั้นต่อไป ก่อนปล่อยออกสู่ท่อระบายน้ำ สาธารณะ

การดูแลรักษาบอดักไขมัน

1. ต้องติดตะแกรงดักขยะ และหมั่นโกยเศษขยะที่ดักกรองไว้หน้าตะแกรงออกอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยทุกวัน
2. หมั่นดักไขมันออกจากบอดักไขมันอย่างน้อยทุกสัปดาห์ โดยใส่ภาชนะที่ปิดมิดชิด และให้เทศบาล หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปกำจัด หรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ
3. ล้างถังดักไขมันอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยทุก 6 เดือน การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ควรเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดชีวภาพ หรือเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำจุลินทรีย์ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่ติดฉลากเขียว หรือมีข้อความบ่งชี้ว่า “ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อม” ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติแทนสารเคมีที่เป็นอันตราย เป็นต้น

4. สภาพแวดล้อมภายในและภายนอกสำนักงาน (Indoor & Outdoor Environment)

4.1 อากาศในสำนักงาน

วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดรายการที่ก่อให้เกิดมลพิษอากาศภายในสำนักงาน สิ่งที่เกิดมลพิษทาง อากาศในสำนักงานโดยทั่วไป ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ พรม สี เครื่องปรี้นเตอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร บุหรี่ เป็นต้น ทางสำนักงานจะต้องพิจารณาสิ่งเหล่านี้ เพื่อวางแผนการจัดการในการลดมลพิษทางอากาศ

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดมาตรการในการควบคุมคุณภาพอากาศ ทางสำนักงานจะต้องกำหนดขึ้นมาเป็น ลายลักษณ์อักษรอย่างชัดเจน ในการควบคุมมลพิษทางอากาศที่เกิดจากแหล่งต่างๆ สามารถจำแนกได้ดังนี้

2.1 เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการทำงานในสำนักงาน ซึ่งจะช่วยให้พนักงาน มีความเย็นสบายในการทำงาน และในขณะเดียวกันสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน หากไม่มีการดูแลทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ อันตรายที่เกิดจากเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ โรคภูมิแพ้ โรคลีเจียรแนร์ (เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ชนิดหนึ่งชื่อว่า ลีจิโอเนลลา นิวโมฟิลา (Legionella pneumophila) พบได้ที่ Cooling tower ภาตรองน้ำจากเครื่องปรับอากาศ การติดต่อกของโรคเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายโดยการสูดหายใจ) วัณโรค หรือโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจอื่น ๆ ซึ่งมีสาเหตุมาจากฝุ่นละออง เชื้อโรค เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น

วิธีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ

1. การทำความสะอาดฟิลเตอร์ หรือแผงกรองฝุ่น ทำหน้าที่เป็นด่านแรกที่จะกรองอากาศ โดยจะดักจับฝุ่น และสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศไม่ให้ผ่านเข้าไปยังตัวแผงขดท่อคอยล์เย็น และเป่าเข้าสู่บรรยากาศภายในห้องได้อีก ทำได้โดยใช้น้ำแรง ๆ ฉีดที่ด้านหลังของฟิลเตอร์ (ด้านที่ไม่ได้รับฝุ่น) ให้ฝุ่นและสิ่งสกปรกหลุดออก หรือถ้าฟิลเตอร์เป็นแบบเส้นใยอลูมิเนียมถักแบบเส้นใยในลอน ก็อาจใช้แปรงที่มีขนนุ่ม เช่น แปรงสีฟัน หรือแปรงทาสีช่วยปัดฝุ่นด้วยก็ได้ ควรทำความสะอาดทุก ๆ 1 เดือน หรือ 3 เดือน
2. การทำความสะอาดแผงขดท่อคอยล์เย็นให้ใช้แปรงสีฟัน หรือแปรงทาสี ปัดเอาฝุ่นที่เกาะ ยึดติดอยู่ให้ออกก่อนด้วยการลากแปรงลงตามแนวร่องของแผ่นครีบบอลูมิเนียม แล้วจึงค่อยเอาน้ำฉีด หรือราด เพื่อให้ฝุ่นที่เหลือหลุดตามน้ำออกมา
3. การล้างทำความสะอาดใบพัด ควรล้างไปพร้อมกับการล้างทำความสะอาดแผงคอยล์เย็น
4. การทำความสะอาดถาดรองรับน้ำทิ้ง และท่อน้ำทิ้งหากไม่ได้รับการดูแล หรือทำความสะอาดเป็นเวลานานจะทำให้เกิดเมือกขาวใสคล้ายวุ้น น้ำที่ขังอยู่ในถาดรองรับน้ำทิ้งเป็นเวลานานนี้ เมื่อรวมกับฝุ่นละอองต่าง ๆ ที่เกาะอยู่ตามถาดรับก็อาจเป็นแหล่งอาหาร หรือเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรค เชื้อรา และทำให้เชื้อโรค เชื้อราเหล่านี้เจริญเติบโต และแพร่กระจายสู่พนักงานภายในอาคารได้ การทำความสะอาดถาดน้ำทิ้ง โดยการใช้น้ำยาล้างจาน หรือการถอดออกมาล้าง ส่วนท่อน้ำทิ้งทำได้ โดยการใช้เครื่องเป่าลม เป่าลมเข้าไปตามท่อน้ำ หรือใช้น้ำที่มีแรงดันเล็กน้อยฉีดเข้าไปภายในท่อ (ต้องแน่ใจว่าในระบบท่อไม่มีรอยรั่ว)
5. การทำความสะอาดคอยล์ร้อน การทำความสะอาดฝุ่นละอองที่เกาะอยู่ตามชุดคอยล์ร้อน สามารถใช้น้ำฉีดล้างได้ แต่ต้องระวังอย่าให้น้ำกระเด็นเข้าไปเปียกอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ระยะเวลาในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์ร้อนควรล้างทุก 6 เดือน หรือทุก 12 เดือน

6. สื่อสารแก่ผู้ที่มาบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ทราบถึงการเป็นสำนักงานสีเขียว เพื่อให้ ปฏิบัติตามแนวทางของสำนักงานในการควบคุมมลพิษทางอากาศขณะบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

2.2 เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เอกสาร (Printer) เป็นอุปกรณ์สำนักงานที่จำเป็นในสำนักงาน สมัยใหม่ เนื่องจากประโยชน์ และความสะดวกที่ได้รับจนผู้ใช้ละเลยอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ อันตรายที่เกิด จากอุปกรณ์สำนักงานเหล่านี้มีความคล้ายคลึงกัน โดยอุปกรณ์สำนักงานที่มีผลกระทบต่อสุขภาพมากที่สุด คือ เครื่องถ่ายเอกสาร ผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากการถ่ายเอกสารนั้น เกิดขึ้นได้ทั้งระหว่างดำเนินกิจกรรมถ่ายเอกสาร และในระหว่างการซ่อมบำรุงเครื่องถ่ายเอกสาร

วิธีปฏิบัติอย่างถูกต้อง

1. ผู้ผงหมึก ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดอาการไอหรือจาม

2. ผงหมึกบางรุ่นมีส่วนประกอบของ nitropyrenes และ trinitro fluorene ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ดังนั้น ควรเลือกผงหมึกที่ไม่มีสารประกอบดังกล่าว หากพนักงานจำเป็นต้องปฏิบัติงานที่มีโอกาสที่จะสัมผัสสารโดยผิวหนัง หรือหายใจเข้าไป พนักงานที่ต้องจับต้องตัวกรองหมึก ต้องสวมถุงมือแบบใช้แล้วทิ้ง และสวมหน้ากากผ้า นอกจากนี้ยังมีไอโซน ซึ่งจะมีผลต่อระบบประสาท มีอาการง่วง มึนศีรษะ ปากคอแห้งระคาย ระบบทางเดินหายใจ ระคายตา และผิวหนังสูญเสียการได้กลิ่นชั่วคราว ดังนั้นไม่ควรวางเครื่องถ่ายเอกสารไว้ในห้องทำงาน ควรจัดแยกไว้ในห้องถ่ายเอกสารโดยเฉพาะ หรือไว้ในมุมห้องที่ไกลออกไปจากคนทำงาน และควรแน่ใจว่ามีการระบายอากาศที่เหมาะสมในห้องนั้น

3. หากเป็นไปได้ควรวางเครื่องพิมพ์เอกสาร (Printer) ให้ห่างไกลพนักงาน และกำหนดให้มี ระบบเครือข่ายการพิมพ์ ซึ่งสามารถช่วยในการประหยัดหมึกพิมพ์ และไฟฟ้าอีกทางหนึ่ง

4. ผู้ที่ใช้เครื่องถ่ายเอกสาร ควรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องถ่ายเอกสารอย่างเหมาะสม และปลอดภัย

5. ผู้ที่ดูแลรับผิดชอบอุปกรณ์ ควรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการเคลื่อนย้าย และการเก็บ สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการถ่ายเอกสาร รวมไปถึงการนำสารเคมีมาใช้ และการกำจัดของเสียด้วย

6. เครื่องถ่ายเอกสาร และเครื่องพิมพ์เอกสาร (Printer) จะต้องได้รับการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอตามความเหมาะสม

7. สื่อสารแก่ผู้ที่มาบำรุงรักษาเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เอกสาร (Printer) ทราบถึงการเป็นสำนักงานสีเขียว เพื่อให้ปฏิบัติตามแนวทางของสำนักงานในการควบคุมมลพิษทางอากาศขณะบำรุงรักษาเครื่องถ่ายเอกสารเครื่องพิมพ์เอกสาร (Printer)

2.3 พรหมฝุ่น ถือเป็นแหล่งสะสมฝุ่น เชื้อโรค และเชื้อราภายในสำนักงานทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ต้องเปิดเครื่องปรับอากาศ และไม่เปิดประตู หรือหน้าต่างระบายอากาศซึ่งทั้งฝุ่น เชื้อโรค และเชื้อราไม่ได้ทำให้เราเจ็บป่วยอย่างฉับพลันทันที แต่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว เช่น โรคภูมิแพ้ เป็นต้น

วิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง

1. เปิดประตู และหน้าต่างห้องที่ปูพรมให้บ่อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้อากาศถ่ายเทมากขึ้น
2. ทำความสะอาดพรมด้วยการดูดฝุ่นบ่อย ๆ โดยวิธีการดูดฝุ่นที่ถูกต้อง ควรลากเครื่องดูดฝุ่นอย่างช้า ๆ และดูดฝุ่นในแต่ละจุดให้นานขึ้น เพื่อให้ฝุ่น และเชื้อราหลุดออกมาได้ทั้งหมด
3. กลิ่นพรม ใช้ผงเบกกิ้งโซดา (Baking Soda) โรยให้ทั่วพื้นพรม ทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที แล้วดูดฝุ่นซ้ำจะทำให้พรมปลอดจากกลิ่น ห้ามใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีฤทธิ์เป็นด่าง (ผลิตภัณฑ์ซักฟอก บางยี่ห้อ) กับพรมขนสัตว์ เพราะอาจทำให้เส้นใยเสียหายและสีซีดจาง
4. สำหรับพรมแบบที่เคลื่อนย้ายได้ ก็ควรนำไปผึ่งแดดอย่างน้อยเดือนละ 2 ครั้ง หรือซักแห้งทำความสะอาดให้บ่อยเท่าที่ทำได้

2.4 การก่อสร้าง หรือต่อเติมอาคาร

โดยส่วนใหญ่มลพิษที่เกิดขึ้นมีดังนี้

1. สารระเหยของสีทาอาคาร สีทาอาคารที่มีราคาถูก และคุณภาพต่ำนั้น ส่วนใหญ่จะมีสาร ระเหยอินทรีย์ที่อันตรายต่อสุขภาพ นอกจากนี้ก็มีสารพวกปรอท ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม หรือ ฟอรัมาลดีไฮด์ผสมอยู่ได้ เรียกได้ว่าเป็นอันตรายอาจทำให้เกิดมะเร็งขึ้นได้ ซึ่งสารระเหยอินทรีย์นี้ส่วนใหญ่จะระเหยออกมาอย่างมากโดยเฉพาะในช่วงทาสีเสร็จใหม่ และก็ยังระเหยอย่างต่อเนื่องไปอีกหลายปี
2. ฝุ่นละอองเกิดจากการซ่อมแซม และงานต่อเติมอาคาร ได้แก่ การเจาะผนัง การทุบผนัง เป็นต้น ซึ่งฝุ่นที่เกิดขึ้นฝุ่นละออง จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองตาแล้ว ยังทำอันตรายต่อระบบหายใจ เมื่อเราสูดเอาอากาศที่มีฝุ่นละอองเข้าไปทำให้ระคายเคือง แสบจมูก ไอ จาม มีเสมหะ หรือมีอาการระคายเคืองของฝุ่นในถุงลม ปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมลง วิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง ทำป้ายสื่อสารให้ชัดเจนว่าเป็นพื้นที่ก่อสร้างหรืองานต่อเติมอาคาร เพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติเข้าไปในบริเวณดังกล่าว
3. หากมีการทาสีอาคาร ควรปล่อยให้แห้งประมาณ 2 สัปดาห์ก่อนเข้าทำงาน เพื่อลดอัตรา การได้รับสารระเหยจากสีทาอาคาร หากมีความจำเป็นจะต้องใช้ผ้าปิดจมูก เพื่อป้องกันอันตรายจากสีทา อาคาร
4. เลือกสีทาอาคารที่ได้รับการรับรองผลิตภัณฑ์ฉลากเขียว เพื่อเป็นการสร้างความมั่นใจให้แก่พนักงานว่าจะมีความปลอดภัยมากขึ้น

5. ควรมีการควบคุมการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองขณะซ่อมแซม หรือต่อเติมอาคาร เช่น การใช้ผ้าใบกัน เป็นต้น หากมีความจำเป็นที่ต้องมีพนักงานบริเวณดังกล่าว จะต้องให้ปฏิบัติงาน ใช้ผ้าปิดจมูก

6. ชี้แจงผู้รับเหมาก่อสร้าง ให้ทราบถึงการเป็นสำนักงานสีเขียว เพื่อให้ผู้รับเหมา ปฏิบัติตาม แนวทางของสำนักงานในการควบคุมมลพิษทางอากาศขณะก่อสร้าง หรือต่อเติมอาคาร

7. จัดให้มีที่ปฏิบัติงานสำรอง ในระหว่างการก่อสร้างและต่อเติมอาคาร จนกว่าจะ ดำเนินการเสร็จ

2.5 บุหรี่ สำนักงานทุกแห่งต้องมีพนักงานที่สูบบุหรี่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และเป็น ที่ทราบกันดีว่าควันบุหรี่เป็นผลเสียแก่สุขภาพของผู้สูบ และผู้ไม่สูบบุหรี่ที่อยู่ใกล้เคียง เช่น ทำให้เกิด มะเร็งปอด และอวัยวะอื่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ จนบางครั้งทำให้เกิดความสูญเสียบุคคลากรที่มี ความสามารถ รวมไปถึงทำให้สภาพแวดล้อมของสำนักงานดูแย่ลง ดังนั้นทางสำนักงานจะต้อง ดำเนินการควบคุมสิ่ง ๆ ต่าง ให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของพนักงาน และภาพพจน์ของ สำนักงาน

วิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง

1. กำหนดพื้นที่สูบบุหรี่และห้ามสูบบุหรี่อย่างชัดเจน หากเป็นพื้นที่ห้ามสูบบุหรี่ จะต้องห่างจากตัวอาคารอย่างน้อย 2 เมตร

2. ห้ามพนักงานเดินสูบบุหรี่ถึงแม้ว่าจะไม่มีป้ายห้ามสูบบุหรี่ก็ตาม

3. กำหนดมาตรการอย่างเข้มงวดหากพบผู้ฝ่าฝืนสูบบุหรี่ในที่ห้ามสูบ เช่น เสียค่าปรับ เป็นต้น

4. ทำกิจกรรมรณรงค์การงดสูบบุหรี่ประจำสัปดาห์ หรือประจำเดือน หรือตามความ เหมาะสมของสำนักงาน

5. กำหนดให้สำนักงานเป็นพื้นที่ปลอดบุหรี่ สามารถทำได้โดย

- กำหนดนโยบายการปลอดบุหรี่ในสำนักงานจากผู้บริหาร
- สร้างความตระหนัก และขอความร่วมมือจากพนักงาน
- ลดพื้นที่สูบบุหรี่ให้น้อยลง
- สุดทำลายยกเลิกจุดสูบบุหรี่ภายในสำนักงาน

2.6 มลพิษทางอากาศจากภายนอกอาคาร ส่วนใหญ่เกิดจากการก่อสร้างในบริเวณ ใกล้เคียง เช่น ตึก อาคาร การสร้างถนน สะพาน เป็นต้น ที่อาจเข้ามาภายในสำนักงานได้ และส่งผล กระทบต่อพนักงาน

วิธีปฏิบัติอย่างถูกต้อง

1. สำนักงานสามารถปลูกต้นไม้ทรงสูง เช่น สนประติพัทธ์ เป็นต้น เพื่อช่วยในการดักฝุ่นละอองที่อาจเข้ามาในสำนักงาน
2. ร้องเรียนแก่ผู้รับเหมาก่อสร้าง เพื่อช่วยในการควบคุมฝุ่นละอองที่เข้ามาในสำนักงาน
3. อบรม และสื่อสารให้พนักงานรับทราบ พนักงานทุกคนจะต้องได้รับสื่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ สาเหตุ การควบคุม และป้องกันอันตรายจากมลพิษทางอากาศจากที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด เพื่อให้เกิดความตระหนักถึงอันตรายภายในสำนักงานที่ได้ถูกมองข้ามไป ได้แก่ การติดป้ายที่บอร์ดประชาสัมพันธ์ หรือตามจุด ต่างๆ การประกาศเสียงตามสาย เป็นต้น
4. การบำบัดมลพิษทางอากาศโดยวิธีทางชีวภาพ พันธุ์ไม้ทุกประเภทสามารถดูดซับก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ได้ทุกประเภท เพียงแต่มักน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับประเภท และชนิดของพันธุ์ไม้

นอกจากนี้ ยังสามารถดูดซับสารพิษภายในสำนักงานได้ ดังนี้

1. สารฟอร์มัลดีไฮด์ พบได้จากวัสดุบุผิวเฟอร์นิเจอร์ พาร์ติเคิลบอร์ด พรมสังเคราะห์ กระดาษทิชชู และน้ำยาทำความสะอาด เฟอร์นิเจอร์ วาสนา เศรษฐีเรือนใน ปาล์ม ไม้ พิโลทอง มรกตแดง
2. แอมโมเนีย พบได้จากเครื่องถ่ายเอกสาร น้ำยาทำความสะอาด เครื่องถ่ายพิมพ์ เขียวจิ้ง พลูต่าง วาสนา เดหลี เสน่ห์จันทร์แดง
3. ไซลีน/โทลูอิน พบได้จากพาร์ติเคิลบอร์ด ไม้อัด น้ำยาเคลือบไม้ เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์ สีทาอาคาร วาสนา เฟอร์นิเจอร์ เสน่ห์จันทร์แดง หมากเหลือง สาวน้อยประแป้ง

หมายเหตุ

1. หมากเหลือง เป็นไม้ประดับภายในอาคารที่เป็นที่นิยมมาก ทนต่อสภาพแวดล้อมภายในอาคาร และคายความชื้นให้แก่อากาศภายในห้องได้มาก ในขณะที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการดูดสารพิษจากอากาศได้ในปริมาณมาก
2. เดหลี (*Spathiphyllum* sp.) มีความสามารถสูงในการดูดสารพิษในอาคาร เป็นพืชที่คาย ความชื้นสูง ทำให้อากาศภายในอาคารชุ่มชื้น เป็นไม้กระถางที่ได้ความนิยมสูงสุดในการฟอกอากาศภายใน อาคาร
3. เศรษฐีเรือนใน (*Spider Plant*) เหมาะแก่การนำมาปลูกในห้องที่มีเฟอร์นิเจอร์ใหม่ จากการศึกษาขององค์การนาซ่า เพื่อที่จะหาวิธีปรับปรุงสภาวะแวดล้อมในระบบปิดของยานอวกาศ ได้ระบุการใช้พืชพันธุ์ต่าง ๆ ประมาณ 50 ชนิดที่มีความสามารถในการดูดสารพิษ ซึ่งแนะนำให้ใช้ในอาคารที่ทำงานด้วยพืชเหล่านี้ ส่วนมากเป็นพันธุ์ไม้ที่มีความสวยงาม ทนทาน ดูแล รักษาง่าย และสามารถอยู่ในร่มเงาได้เป็นเวลาพอสมควร (*shaded plants*) และเป็นพันธุ์ไม้เมืองร้อนที่ทำได้

โดยทั่วไป พืชแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการดูด และกำจัดสารต่าง ๆ ไม่เท่ากันการวางตำแหน่งของต้นไม้ จะต้องคำนึงการดูดสารพิษที่ปล่อยออกมาจากแหล่งต่าง ๆ เช่น เฟอร์นิเจอร์ จะต้องวางต้นไม้ เศรษฐีเรือนใน , เครื่องถ่ายเอกสารจะต้องวางต้นหมากเหลือง เป็นต้น (สามารถอ้างอิงการจัดวางได้จาก ขั้นตอนที่ 2 เลือกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมมาปลูกภายในสำนักงาน) ส่วนถ้าเป็นภายนอกอาคารสามารถเลือกพันธุ์ไม้ได้ตามความต้องการ นอกจากนี้การจัดวางต้นไม้ และไม้ประดับประมาณ 8 ต้นต่อสำนักงานขนาดกลาง และควรเพิ่มปริมาณในอาคารสำนักงานที่มีคนอยู่มาก และมีสารเคมีในอากาศที่เกิดจากเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องใช้สำนักงาน และเฟอร์นิเจอร์ในปริมาณที่ค่อนข้างมาก สำหรับ America's Foliage for Clean Air Council แนะนำว่า พืชขนาดกลาง (ไม้พุ่มประดับ) 2-3 ต้นมีประสิทธิภาพในการกรองอากาศในเขตประมาณ 100 ตารางฟุต ต้นไม้ที่วางอยู่ในเขตหายใจจะช่วยให้การกรองก๊าซเสียจากมนุษย์ ลดสารพิษจากวัสดุสังเคราะห์ ลดจุลินทรีย์ เชื้อโรคบางชนิดในอากาศ และความชื้นในบริเวณนั้น ๆ ด้วย

5. ตรวจสอบ และเฝ้าระวังการปฏิบัติ กำหนดผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบ และเฝ้าระวังมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้น และที่พนักงานได้รับ หากพบว่าพนักงานไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดของทางสำนักงานจะต้องมีการกำหนดมาตรการควบคุม และลดมลพิษทางอากาศ เพื่อให้เกิดความมีประสิทธิภาพ

วิธีปฏิบัติให้ผ่านเกณฑ์ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

- กำหนดมาตรการการควบคุมมลพิษทางอากาศภายในสำนักงานอย่างชัดเจน และเป็นลายลักษณ์อักษร
- มีการสื่อสารป้ายรณรงค์ตามจุดต่าง ๆ ในสำนักงาน เช่น ป้ายกำหนดจุดสูบบุหรี่ ป้ายพื้นที่ก่อสร้างห้ามเข้า เป็นต้น รวมไปถึงการสื่อสารแก่ผู้รับเหมาก่อสร้าง หรือบุคคลภายนอกที่เข้ามาทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ บำรุงรักษาเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เอกสาร (Printer) เป็นต้น
- พนักงานจะต้องปฏิบัติตามมาตรการให้ได้อย่างเคร่งครัด

4.2 แสงในสำนักงาน

วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจความสว่างในพื้นที่ สำรวจพื้นที่ในแต่ละส่วน เพื่อตรวจสอบความเข้มแสง หากมีเครื่องวัดแสง (Lux Meter) จะสามารถบอกค่าได้อย่างแม่นยำและสามารถอ้างอิงผลการตรวจวัดแสงตามกฎหมายได้ (อ้างอิงไปยังหมวดที่ 1 เรื่องการบริหารจัดการองค์การ (Organization Management) ข้อที่ 1.2 กฎหมาย และข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง)

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดมาตรการปรับปรุงในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ

- ติดดวงไฟเพิ่มเติม
- ติดตั้งดวงไฟเพิ่มเฉพาะจุดที่มีการทำงาน เปิดไฟเมื่อการทำงานนั้นต้องการแสงสว่างเพิ่มเป็นพิเศษ และปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน
- ลดระดับความสูงของดวงไฟลงมาอยู่ในระยะที่สามารถให้ปริมาณแสงสว่างเพียงพอ
- ใช้โคมไฟที่ทำด้วยสีเงินหรือสีขาว ซึ่งมีประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงได้ดี ช่วยเพิ่มแสงสว่างในบริเวณการทำงาน

- เปลี่ยนตำแหน่งการทำงานไม่ให้อยู่ในตำแหน่งที่มีเงา หรือเกิดเงาจากตัวผู้ปฏิบัติงาน
- ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติช่วยในการเพิ่มแสงสว่าง
- สีของผนัง ฝ้าเพดานที่มีสีอ่อนจะสะท้อนแสงได้ดีกว่าสีมืดทึบ
- ทำความสะอาดดวงไฟ ผนัง เพดาน และพื้นที่บริเวณที่มีผลกระทบที่ทำให้แสงสว่าง

ลดลง

4.3 เสียง

วิธีดำเนินการ

เสียงดังภายในสำนักงานส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องพิมพ์เอกสาร (Printer) ซึ่งสามารถจัดการได้โดย บำรุงรักษาเครื่องพิมพ์เอกสารอย่างสม่ำเสมอ หรือเลือกซื้อเครื่องพิมพ์เอกสารที่ไม่มีเสียง หรือเสียงดังไม่มาก นอกจากนี้เสียงดังยังเกิดจากการก่อสร้างในบริเวณใกล้เคียง เช่น ดึก อาคาร การสร้างถนน สะพาน เป็นต้นที่อาจเล็ดลอดเข้ามาภายในสำนักงานได้ และส่งผลกระทบต่อพนักงาน ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยร้องเรียนแก่ผู้รับเหมาก่อสร้าง เพื่อช่วยในการควบคุมเสียงดังเข้ามาในสำนักงาน หรือเลี่ยงไปปฏิบัติงานในตอนกลางคืน

4.4 ความน่าอยู่

วิธีดำเนินการ

1. พื้นที่สีเขียว

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดพื้นที่สีเขียวในพื้นที่สำนักงาน หากสำนักงานมีพื้นที่เพียงพอต่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียวภายนอกอาคาร ควรจัดให้มีสวนหย่อมขนาดที่เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ หรือจะปลูกเป็นไม้ยืนต้นที่สามารถดูดสารพิษได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ หากไม่มีพื้นที่ภายนอกอาคารอย่างน้อยควรจะมีการปลูกต้นไม้ภายในอาคาร

ขั้นตอนที่ 2 การดูแลรักษาพื้นที่สีเขียว

2.1 กำหนดผู้รับผิดชอบอย่างชัดเจน หรือจัดตารางเวรเพื่อช่วยกันดูแลอย่างน้อย สัปดาห์ละ 1 ครั้งหรือตามความเหมาะสม

2.2 หมั่นทำความสะอาดใบต้นไม้ภายในสำนักงานอยู่เสมอ เนื่องจากอาจมีฝุ่นมาเกาะทำให้ใบไม้รับแสงได้น้อยลง นอกจากนี้จะทำให้ต้นไม้ดูสวยงามขึ้นแล้วยังเป็นการกำจัดไขของแมลงและไรที่อยู่ตามใบอีกด้วย ต้นไม้ที่มีใบอ่อนนุ่มอาจทำความสะอาดได้โดยการใช้ฟองน้ำที่นุ่ม และชุ่มชื้นเช็ดให้ทั่ว สำหรับต้นไม้ที่มีใบเป็นขนเหมือนกำมะหยี่ทำความสะอาดได้โดยการใช้แปรงที่แห้ง มีขนนุ่มละเอียด ปิดบนใบเพื่อทำความสะอาด

2. การควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อ (หนู นก แมลงสาบ)

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดพื้นที่สีเขียวในพื้นที่สำนักงาน

- 1.1 กำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบดำเนินการกำจัดสัตว์พาหะนำเชื้อ
- 1.2 สำรวจพื้นที่ภายในสำนักงาน เพื่อกำหนดจุดที่ต้องการควบคุมโดยจัดทำ Plant Lay Out
- 1.3 กำหนดวิธีในการควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อ พิจารณาคัดเลือกสารเคมี หรืออุปกรณ์ที่ใช้กำจัดพาหะนำเชื้อ ดังตัวอย่างตารางที่ 4 แผนการควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อ
- 1.4 ตรวจสอบร่องรอยสัตว์พาหะนำเชื้อ และบันทึกผลลงในรายงานการตรวจสอบร่องรอยสัตว์พาหะนำเชื้อทุกสัปดาห์

5. การจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ และการจัดจ้างในสำนักงาน Green Procurement

5.1 การจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ และการจัดจ้างในสำนักงาน

ในปัจจุบัน ประเทศไทยได้มีฉลากทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ริเริ่มโดยหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย , การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) , กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และEnvironment Protection Agency (EPA) เป็นต้น ดังนี้

1.ฉลากสีเขียว (Green Label) “ฉลากเขียว” คือ ฉลากที่ให้กับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำหน้าที่อย่างเดียวกัน ฉลากเขียวเริ่ม ใช้เป็นครั้งแรกในประเทศเยอรมนีตั้งแต่ปี พ .ศ. 2520 ปัจจุบันประเทศต่าง ๆ มากกว่า 30 ประเทศทั่วโลก ได้มีการจัดทำโครงการฉลากเขียวสำหรับประเทศไทย ริเริ่มขึ้นโดยคณะกรรมการนักธุรกิจเพื่อสิ่งแวดล้อมไทย (Thailand Business Council for Sustainable Development, TBCSD) ในปี พ.ศ. 2536 เป็นโครงการที่เกิดจาก การร่วมมือระหว่างส่วนราชการ และองค์กรกลางต่าง ๆ ได้แก่ กระทรวงอุตสาหกรรม , กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ,สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยมีสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทยทำหน้าที่เป็นเลขานุการ

ฉลากเขียวสนับสนุนสินค้าทุกประเภท ยกเว้นยารักษาโรค เครื่องดื่ม และอาหาร เนื่องจากทั้ง สามประเภทที่กล่าวจะเกี่ยวข้องกับสุขภาพความปลอดภัยในการบริโภคมากกว่าด้านสิ่งแวดล้อม สำหรับสำนักงานมีอุปกรณ์สำนักงานที่ได้รับฉลากเขียวจากสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย อาทิ ปากกา มาร์คเกอร์ที่ปราศจากกลิ่นฉุน ไม่รบกวนลมหายใจ ปากกาไวท์บอร์ดตราม้า ไม่มีกลิ่นฉุน แฟ้มสันกว้างทุกรุ่นของตราม้า กระดาษไนโตรโพสต์-อิทได้รับฉลากเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และยังเป็นกระดาษไนต์ที่ผลิตจากกระดาษรีไซเคิล แฟ้มโซวเอกสารตราช้างที่ปกเป็นวัสดุกระดาษรีไซเคิล ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และถ่วงย่อยสลายชันโว เป็นถุงพลาสติกที่มีสารเติมแต่งในการช่วยสลาย ไม่มีส่วนผสมของสารก่อมะเร็ง หรือสารที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการคัดเลือกให้ออกข้อกำหนดสำหรับขอรับฉลากเขียว (เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับสำนักงาน) ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ตู้เย็น เครื่องสุขภัณฑ์เซรามิก : โถส้วม เครื่องปรับอากาศ ผลิตภัณฑ์ซักผ้า ก๊อกน้ำ และอุปกรณ์ประหยัสน้ำ คอมพิวเตอร์ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด ถ้วยชาม บัลลาสต์ อิเล็กทรอนิกส์ สปู ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดพื้นผิว ผลิตภัณฑ์ลอบคำผิด เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องเขียน ตลับ หมึก เครื่องโทรสาร เครื่องพิมพ์ เครื่องเล่น/บันทึกสัญญาณภาพ และเสียงเครื่องดับเพลิง หมึกพิมพ์ พรหม เต่า ไมโครเวฟ เป็นต้น

2. ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 คือ ฉลากแสดงประสิทธิภาพอุปกรณ์ไฟฟ้า ยกตัวอย่างเช่น ค่ากำลังไฟฟ้า 1 หน่วยของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 จะได้ความเย็นไม่น้อยกว่า 10,600 บีทียู เปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศปกติโดยทั่วไปที่ค่าไฟฟ้า 1 หน่วยจะได้ความเย็นประมาณ 7,000-8,000 บีทียูเท่านั้น แสดงว่าถ้าใช้เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ประหยัดไฟฟ้าประมาณ 35% ปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้ ดำเนินการออกฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ให้แก่ผลิตภัณฑ์ต่าง 17 ชนิดดังนี้

- เครื่องรับโทรทัศน์ จอคอมพิวเตอร์
- กระจกน้ำร้อนไฟฟ้า ตู้เย็น
- เครื่องปรับอากาศ บัลลาสต์นิรภัย
- บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ T5 หลอดผอม
- พัดลมชนิดตั้งโต๊ะ ตั้งพื้น ติดผนัง พัดลมชนิดสายรอบตัว
- หลอดคอมแพคตะเกียบ หม้อหุงข้าวไฟฟ้า
- โคมไฟประสิทธิภาพสูง ข้าวกล้อง
- โคมไฟสำหรับหลอดผอม เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า
- พัดลมระบายอากาศ

3. ฉลากประสิทธิภาพสูง

การเกิดขึ้นของฉลากประสิทธิภาพสูงเป็นไปตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์ พลังงานโดยได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 เป็นโครงการนำร่องของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และ อนุรักษ์พลังงาน สำหรับอุปกรณ์ไม่ใช้ไฟฟ้า 4 ผลิตภัณฑ์ได้แก่

1. เตาทุงต้มในครัวเรือน หรือเตาแก๊ส
2. อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์
3. ฉนวนกันความร้อน
4. กระจกอนุรักษ์พลังงาน

โดยมีผู้ประกอบการเข้าร่วมโครงการนำร่องในผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทมากกว่า 10 ราย และได้อนุมัติฉลากไปแล้ว 200,000 ฉลาก

เกณฑ์การจัดซื้อสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

- 1) ใช้วัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เช่น วัสดุไม่มีพิษ วัสดุหมุนเวียนทดแทนได้ วัสดุรีไซเคิล และวัสดุที่ใช้พลังงานต่ำในการจัดหามา
- 2) ใช้วัสดุน้อย เช่น น้ำหนักเบา ขนาดเล็ก มีจำนวนประเภทของวัสดุน้อย
- 3) มีเทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น ใช้พลังงานสะอาด ลดการเกิดของเสียจาก กระบวนการผลิต และลดขั้นตอนของกระบวนการผลิต
- 4) มีระบบขนส่ง และจัดจำหน่ายที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น ลดการใช้หีบห่อบรรจุภัณฑ์ที่ ฟุ่มเฟือย ใช้บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุที่ใช่ซ้ำ หรือหมุนเวียนใช้ได้ใหม่ได้ และเลือกใช้เส้นทางการขนส่งที่ ประหยัดพลังงานที่สุด
- 5) ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดในช่วงการใช้งาน เช่น ใช้พลังงานต่ำ มีการปล่อยมลพิษต่ำ ในระหว่างการใช้งาน ลดการใช้วัสดุสิ้นเปลือง และลดการใช้ชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็น
- 6) มีความคุ้มค่าตลอดชีวิตการใช้งาน เช่น ทนทาน ซ่อมแซม และดูแลรักษาง่าย ปรับปรุงต่อเติมได้ไม่ต้องเปลี่ยนบ่อย
- 7) มีระบบการจัดการระบบหลังหมดอายุการใช้งานที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น การเก็บรวบรวมที่ ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย มีการออกแบบให้สามารถนำสินค้าหรือชิ้นส่วนกลับมาใช้ซ้ำ หรือหมุนเวียนใช้ได้ใหม่ได้ง่าย หรือหากต้องกำจัดทิ้งสามารถนำพลังงานกลับคืนมาใช้ได้ และมีความปลอดภัยสำหรับการฝังกลบ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และมหาวิทยาลัยมหิดล, 2556)

12. แอปพลิเคชันสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานด้านสิ่งแวดล้อม

12.1 Green Card Application แอปเดียวเขียวทั่วไทย

ที่มา กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ร่วมกับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย พัฒนาแอปพลิเคชัน “แอปเดียวเขียวทั่วไทย (Green Card Application)” เพื่อนำเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์มาเป็นช่องทางในการส่งเสริมการบริโภคสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ใช้คะแนนและสิทธิประโยชน์เป็นแรงจูงใจให้ผู้บริโภคเลือกซื้อสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเป็นแหล่งข้อมูลค้นหาสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนเป็นเครื่องมือผลักดันให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม ร้านค้า และโรงแรมมีการดำเนินการและพัฒนาสินค้าให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

แอปเดียวเขียวทั่วไทย (Green Card Application) เป็นแอปพลิเคชันที่ช่วยในการค้นหาสินค้าและบริการโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในธีม 24 hours Eco Life และสามารถสะสมคะแนนจากการซื้อสินค้าหรือบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปแลกรับสิทธิพิเศษมากมายจากผู้ผลิต ร้านค้า และ โรงแรม ที่เข้าร่วมรายการ และแอปเดียวเขียวทั่วไทยส่งเสริมให้ผู้บริโภคมีการลดการใช้ถุงพลาสติก โดยผู้ใช้แอปพลิเคชันสามารถสะสมคะแนน ได้จากการไม่รับถุงพลาสติก หรือการนำแก้วส่วนตัวไปซื้อเครื่องดื่ม โดยการอัปโหลดใบเสร็จที่มีระบุว่ามีรับถุงพลาสติก ซึ่งจะได้รับคะแนน 1 คะแนนต่อใบเสร็จ หรือนำแก้วส่วนตัวในการซื้อเครื่องดื่ม ซึ่งจะได้รับคะแนน 1 คะแนนต่อแก้ว เช่นกัน

ขั้นตอนการใช้งานแอปพลิเคชัน

1. ดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชันที่ App Store หรือ Google Play โดยค้นหาคำว่า “green card”
2. ลงทะเบียนการใช้งานแอปพลิเคชัน โดยกดปุ่ม “สมัครเข้าใช้ระบบ” หรือ “เข้าสู่ระบบด้วย Facebook”
3. ซื้อสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ที่ห้างสรรพสินค้า หรือ ร้านสะดวกซื้อ ได้ทั่วประเทศ (ค้นหาสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่เมนู “คะแนนสินค้า”)
4. นำใบเสร็จที่ซื้อสินค้าหรือใช้บริการโรงแรม ถ่ายรูป และอัปโหลดในเมนูเพิ่มคะแนน จากนั้นรอรับคะแนน ภายใน 24 ชั่วโมง
5. แลกใช้คะแนน

แลกรับสิทธิประโยชน์ จากผู้สนับสนุน สามารถติดตามได้ที่เมนู “โปรโมชั่น” จับฉลากลุ้นโชค Lucky Draw ทุกเดือน ใช้ 20 คะแนน ต่อ 1 สิทธิลุ้นโชค ติดตามได้ที่เมนู “ลุ้นโชค” (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2561)

12.2 “Litterati” ความหวังใหม่ของโลกไร้ขยะ

ที่มา แอปพลิเคชัน “crowdsource-cleaning” ซึ่งเกิดขึ้นเพื่อจะยืนยันว่า แต่ละคนสามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงได้ หากร่วมมือกันก็ยิ่งจะทำให้เกิดผลกระทบที่มีพลัง เพียงดาวน์โหลดแอปพลิเคชันก่อนจะถ่ายภาพขยะซึ่งพบเห็นในชีวิตประจำวัน ติดแท็กชนิดขยะ แอปสามารถระบุบริเวณที่พบขยะให้ได้ จากนั้นก็กำจัดขยะชิ้นนั้นลงถัง หรือจะนำไปรีไซเคิล/รีไซเคิล ภาพถ่ายขยะทั้งหมดจะถูกส่งไปรวมกันใน “หลุมฝังกลบเสมือน” และผู้ใช้ก็สามารถแชร์เรื่องราวดีๆ นี้ให้ชาวโลกรู้ได้ผ่านโซเชียลมีเดียได้เช่นกัน

รูปแบบกำจัดขยะด้วยวิธี “crowdsource” คือ ให้คนจากทั่วโลกมาร่วมกันทำและแก้ไขปัญหา โดยแต่ละเมืองในโลกต่างก็มี “ลายนิ้วมือขยะ” (litter fingerprint) ที่ไม่ซ้ำกัน และลายนิ้วมือเหล่านี้จะบอกแหล่งที่มาของปัญหา และเส้นทางไปสู่การแก้ปัญหาขยะ เช่น ร้านอาหารเม็กซิกันแห่งหนึ่งพบว่า ซองซองสปริงซึ่งพวกเขาให้ลูกค้ากลายเป็นขยะ โดยที่บางซองไม่ถูกเปิดใช้ด้วยซ้ำ จากข้อมูลนี้เจ้าของร้านสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ โดยให้ขอสกับลูกค้าที่ต้องการเท่านั้น หรืออาจจะเปลี่ยนซองเป็นบรรจุภัณฑ์แบบอื่นที่ยั่งยืนกว่าก็ได้ เพียงแค่ถ่ายภาพเท่านั้นเอง (News, 2017)

12.3 “Eco Planet”

โดยกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แอปพลิเคชันนี้ เป็นเกมส์เพื่อจำลองทัศนคติการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมร่วมกันเกี่ยวกับการใช้ชีวิตประจำวันที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ผู้เล่นจะได้ทดลองใช้ชีวิตประจำวันด้านการเดินทาง การบริโภค การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำ และการคัดแยกขยะ ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เข้ากันได้กับ iPhone, iPod, iPad (Planet, 2015)

12.4 ECOLIFE app

หนึ่งใน platform ที่อยากชวนคุณเพลิดเพลินไปกับการดูแลโลกของเรา ผ่านการเชื่อมต่อเครือข่ายร้านค้า สินค้า และบริการสีเขียวทั่วประเทศ (ECOMAP) พร้อมให้คุณสนุกกับการปฏิเสธพลาสติก (แบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง) ตามสถานที่ต่างๆ การส่งคืนขยะตามจุดทิ้งที่เข้าร่วมโครงการฯ และร่วมกันสแกนต้นไม้เพื่อให้เกิดการนำไปปลูกในพื้นที่จริงต่อไป

เมื่อคุณช่วยดูแลโลก เราจึงมี ECOPOINT ให้คุณสามารถนำไปแลกสิทธิประโยชน์ต่างๆ พร้อมการสะสม ECOPEETS และ ECOLAND จาก ECOLIFE app

- สนุกกับทัวร์แบบกรีนๆ ผ่าน ECOMAP แผนที่ที่เชื่อมต่อเครือข่ายสีเขียวทั่วประเทศ
- Tree คือ การที่คุณ Scan ต้นไม้ 1 ครั้ง(ที่ได้ก็ได) เท่ากับคุณช่วยปลูกต้นไม้ ‘จริง’ 1 ต้น

- การสแกน QR Code กับ Sticker QR ของ ECOLIFE app หลังทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว
- เพลิดเพลินไปกับพื้หมี่และผองเพื่อนในอาณาจักร ECOLAND ที่จะเติบโตขึ้นทุกๆครั้งที่คุณทำกิจกรรมรักษ์โลก
- เล่นมินิเกมสุดสนุกกับการไล่จับ ECOPETS (KIDKID Co., 2018)

12.5 Green2Get

แอปพลิเคชันที่ช่วยจัดการขยะ โดยทำหน้าที่ตอบคำถามหลักๆ 3 เรื่อง คือ What ขยะ ในมือเราทำมาจากวัสดุอะไร, How วิธีจัดการขยะชิ้นนั้นทำได้อย่างไรบ้าง และ Who & Where ใครเป็นคนต้องการวัสดุชิ้นนั้น และเขาต้องการที่ใด ข้อมูลทั้งหมดผู้ใช้สามารถเพิ่มเติมข้อมูลลงบนแอปฯ ได้ตลอดเวลา และใช้ง่ายมาก เพียงกดดูข้อมูล หรือสแกนบาร์โค้ดจากขยะ แอปฯ นี้พัฒนาโดย เพจลุงซาเล้งกับขยะที่หายไป และทีมงาน ซึ่งเป็นเพจที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการสิ่งแวดล้อม และการจัดการขยะที่ได้รับความนิยมอย่างมาก

ในแอป Green2Get จะช่วยแก้ปัญหาให้กับคนที่อยากแยกขยะ (แต่ไม่รู้ต้องทำยังไง) ไปด้วยกัน 3 ด้านใหญ่ๆ ประกอบด้วย

What – สินค้า หรือขยะที่เรามีมันคืออะไร มีวัสดุอะไรเป็นส่วนประกอบบ้าง ซึ่งวิธีใช้ก็แสนง่าย เพียงสแกนบาร์โค้ดของสิ่งนั้น แอปก็จะแจ้งให้เราทราบถึงส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปสู่เรื่องต่อไป

How – วิธีจัดการขยะชิ้นที่เราเพิ่งสแกน ว่าต้องจัดการกับมันอย่างไรบ้าง ต้องแกะต้องเก็บอย่างไร แยกส่วนแบบไหน ขยะชิ้นนี้ ฉีกกระชากอย่างไร ก่อนจะนำไปสู่ขั้นตอนที่สาม

Who & where – มีใครที่รับซื้อขยะเหล่านั้น ซึ่งในแอปจะแสดงรายชื่อผู้รับซื้อขยะ โรงงานที่รีไซเคิล ทั้งช่องทางติดต่อเบอร์โทรและไลน์ พิกัดที่ตั้ง และแยกประเภทโรงงานมาให้แบบเสร็จสรรพ รวมถึงวิธีการขนส่งที่มีทั้งต้องไปส่งเองถึงที่ หรือใช้บริการส่งพัสดุ และสถานขอรับบริจาคเพื่อนำไปสร้างประโยชน์ในด้านอื่นๆ

จุดเด่นอย่างหนึ่งของแอปพลิเคชันนี้ คือ เปิดให้ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มวิธีการคัดแยกขยะแต่ละชิ้นเข้าไปได้เอง หากเรามีไอเดียการแยกขยะนอกเหนือจากวิธีที่ถูกระบุไว้ หรือถ้าขยะชิ้นนั้นยังไม่ถูกบรรจุอยู่ในฐานข้อมูล ก็สามารถเขียนบรรยาย ภาพถ่ายอัปโหลดข้อมูลได้ด้วยตัวเอง ซึ่งผู้พัฒนาแอปตั้งใจให้พื้นที่ตรงนี้เป็นเหมือนช่องทางแลกเปลี่ยนไอเดียระหว่างคนอยากแยกขยะให้ได้เข้ามา

พูดคุยกัน ส่วนหากใครกังวลว่าข้อมูลที่เขียนไว้ดูไม่น่าเชื่อถือ ก็สามารถเช็ครายละเอียดได้จากโรงงานที่รับซื้อขยะได้โดยตรงอีกทาง

ที่สำคัญทางแอปยังเปิดให้ผู้รับซื้อขยะ โรงงาน หรือองค์กรที่ต้องการขยะไปรีไซเคิลสามารถลงทะเบียนกับแอปได้ เพื่อใช้ช่องทางนี้เป็นสื่อกลางในการแจ้งรายละเอียดสิ่งของที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง รวมไปถึงกลุ่มผู้ผลิตสินค้าเอง สามารถมาร่วมลงทะเบียนเป็นส่วนหนึ่งของแอปเพื่อร่วมแชร์ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ว่าในอนาคตข้างหน้าของเหล่านี้จะกลายเป็นขยะประเภทไหน (พลอยจันทร์, 2564)

12.6 “คุ่มค่า” (KoomKah) แอปพลิเคชันเพื่อธุรกิจธนาคารขยะ ส่งเสริมการรีไซเคิลอย่างยั่งยืน

เอสซีจี โดย ธุรกิจเคมิคอลส์ เปิดตัวแอปพลิเคชัน “คุ่มค่า” (KoomKah) โซลูชันด้านดิจิทัลแบบครบวงจรเพื่อส่งเสริมการบริหารจัดการขยะของธุรกิจธนาคารขยะ (Waste Bank) ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถใช้งานแพลตฟอร์มการซื้อขายและขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดต้นทุนการจัดการ และเพิ่มความสะดวกให้ผู้ประกอบธุรกิจธนาคารขยะและสมาชิกในการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง อีกทั้งยังนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมคัดแยกและการทิ้งขยะอย่างถูกต้องของคนในสังคม ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการรีไซเคิลอย่างยั่งยืน ตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน โดยตั้งเป้าการใช้งาน 170 แห่ง ภายในปี 2563 (SCG, 2564)

เป็นโซลูชันเพื่อช่วยเหลือ “ธนาคารขยะ” (Waste Bank) ในการบริหารจัดการขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้คนในชุมชนและสมาชิกนำขยะที่คัดแยกแล้วมาแลกเปลี่ยนผลตอบแทนหรือคะแนนสะสม และธนาคารขยะสามารถวางแผนจัดการกับขยะอย่างถูกวิธีและเกิดความคุ้มค่าสูงสุด เป็นตัวช่วยในการวางแผนการนำส่งขยะแต่ละชนิดไปยังโรงหลอม โรงงานรีไซเคิลและร้านรับซื้อของเก่า ซึ่งช่วยให้สมาชิกได้ผลตอบแทนอย่างเต็มเม็ดเต็มหน่วยมากขึ้น สร้างแรงจูงใจให้สมาชิกในชุมชนมีส่วนร่วมในการกำจัดขยะอย่างถูกวิธี

ซึ่ง “ผู้รับขยะ” (Waste Collector) หรือที่เรียกว่า “ธนาคารขยะ” (Waste Bank) ซึ่งใช้งาน “คุ่มค่า” (KoomKah) ไม่จำกัดอยู่ที่ร้านรับซื้อขยะเท่านั้น แต่ไม่ว่าจะเป็นสถานที่หรือจุดศูนย์รวมของชุมชน หากพร้อมที่จะเป็นจุดรวบรวมขยะที่แยกประเภทแล้วจากสมาชิกในชุมชน และนำขยะนั้นไปขายหรือจัดการอย่างถูกวิธี ก็สามารถเป็นธนาคารขยะ (Waste Bank) ได้

“คู้มค่า” (KoomKah) จะเป็นตัวช่วยในการบันทึกข้อมูล เมื่อสมาชิกนำขยะมาขาย ก็จะได้รับผลตอบแทนในรูปแบบของคะแนนหรือเงินในระบบ เพื่อนำไปแลกของตามเงื่อนไขที่ธนาคารขยะแห่งนั้นกำหนดต่อไป ซึ่งสมาชิกจะสามารถตรวจสอบคะแนนหรือยอดเงินปัจจุบันได้ด้วยตัวเอง ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน “คู้มค่า” ได้ทุกที่ทุกเวลา

นอกจากจะช่วยให้สมาชิกได้รับประโยชน์จากแต้มสะสมและของรางวัลแล้ว ยังช่วยให้สมาชิกฝึกวิธีการคัดแยกขยะซึ่งเป็นอีกแนวทางในการกำจัดขยะอย่างถูกวิธี และยังทำให้ขยะได้มีคุณค่าขึ้นอีกครั้ง อีกทั้งสมาชิกยังสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังของตนเองได้ตลอดเวลา ผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชัน “คู้มค่า” (KoomKah) จึงมั่นใจได้ว่าการบริหารของธนาคารขยะจะมีความโปร่งใส (SCG Circular way, 2563)

12.7 GooGreens ขยะแลกแต้ม

ได้รับการพัฒนาคิดค้น เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดการขยะ โดยการคัดแยกขยะและรับซื้อขยะรีไซเคิลผ่านระบบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน เพื่อสะสมแต้มและแลกรับของรางวัลต่างๆ ซึ่งจะช่วยประชาชนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการคัดแยกขยะ ส่งผลให้ปริมาณขยะถูกนำกลับเข้าสู่กระบวนการการรีไซเคิล และลดค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะที่ปลายทางของรัฐ พร้อมสร้างเศรษฐกิจหมุนเวียนด้านอุตสาหกรรมรีไซเคิลให้เติบโตยิ่งขึ้น (ตารางที่ 6)

จุดเด่น

- เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้งานง่าย สามารถใช้ได้ทุกเพศทุกวัย
- เป็นแอปพลิเคชันที่สร้างเงื่อนไขกับรางวัลมาจากการแยกขยะของสมาชิก
- เป็นการแก้ปัญหาระบบบริหารจัดการขยะต้นทางได้มีประสิทธิภาพ
- เป็นการเปลี่ยนวัสดุเหลือใช้เป็นวัตถุดิบป้อนอุตสาหกรรมรีไซเคิล

ตารางที่ 6 ข้อมูลเปรียบเทียบเทคโนโลยีนี้กับคู่แข่ง / เทคโนโลยีเดิม

หัวข้อเปรียบเทียบ	กูร์นส์ ชยะแลกเด็ม (เทคโนโลยีนี้)	ร้านรับซื้อของเก่า (ระบุ)
เทคโนโลยี	มีเทคโนโลยีบนสมาร์ทโฟน	ไม่มีเทคโนโลยี
แรงจูงใจ	สร้างแรงจูงใจในการแยกขยะต่อเนื่อง เพราะให้คุณค่ามากกว่าเงิน	ไม่สร้างแรงจูงใจในการแยกขยะต่อ เนื่อง เพราะให้ความรู้สึกว่างจน
ราคา	ราคายุติธรรม เพราะนับแต้มต่อ 1 ชิ้น	ราคาไม่ยุติธรรม เพราะชั่งกิโล แต่ ถูกโกงน้ำหนัก
องค์ความรู้	ใ้ทองคำความรู้ในการจัดการขยะ-ต้น ทางอย่างยั่งยืน	ไม่มีองค์ความรู้ในการจัดการขยะ- ต้นทาง

ตลาด/กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

- ผู้ประกอบการธุรกิจอสังหาริมทรัพย์/องค์กรภาคเอกชนใหญ่
- หน่วยงานการศึกษา
- หน่วยงานภาครัฐ
- ประชาชนทั่วไป

ที่มา: tech propose (2559)

12.8 recycle day Thailand

Recycle Day Thailand เป็นแอปพลิเคชันการจัดการขยะรีไซเคิล และสิ่งของเหลือใช้ในครัวเรือน ที่ทำให้การแยกขยะเป็นกิจวัตรประจำวันมากกว่ากิจกรรม เพื่อการรณรงค์เรื่องสิ่งแวดล้อมประจำปี Recycle Day มีวัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมการคัดแยกขยะจากต้นทาง ลดปริมาณขยะมูลฝอยที่เป็นภาระกับสังคม และให้บริการจัดเก็บวัสดุรีไซเคิลถึงบ้าน เพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดการสิ่งของเหลือใช้ที่ไม่จำเป็นภายในบ้าน

รูปแบบกิจกรรมจะออกแบบตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ โดยกำหนดรูปแบบร่วมกับเจ้าของพื้นที่ เพื่อให้ได้บริการที่เหมาะสม และคัดเลือกผู้รับซื้อขยะรีไซเคิลที่มีมาตรฐาน ปัจจุบันให้บริการครอบคลุมทุกพื้นที่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

Recycle Day เป็นรูปแบบการผสมผสานการระหว่างการจัดการขยะรูปแบบเดิม เช่น การส่งเสริมการแยกขยะ ตลาดนัดขยะ ธนาคารขยะ และร้านศูนย์บาทในชุมชน กับระบบการจัดเก็บข้อมูล และการให้รางวัลกับสมาชิก สิ่งที่เป็นเรื่องใหม่ และทีมงานให้ความสำคัญมากๆ คือ การสร้างสมาชิกที่สนใจสิ่งแวดล้อมในสังคมรูปแบบใหม่ที่จะร่วมกิจกรรมดูแลสิ่งแวดล้อมอย่างสม่ำเสมอ โดยทีมงานจะจัดเตรียมแอปพลิเคชันมาใช้เป็นเครื่องมือหลัก ในการให้บริการ ออกแบบกิจกรรม และการให้รางวัลจะทำให้ผู้ใช้งานสนใจ และเข้าร่วมกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง มีการกำหนดวันเวลาให้บริการที่ชัดเจน และการให้บริการตามที่ได้ตกลงไว้กับสมาชิก เพื่อสร้างความมั่นใจว่าสิ่งที่สมาชิกได้คัดแยกมาจะได้รับการจัดการอย่างถูกต้องตามที่สมาชิกทุกคนคาดหวังไว้สำหรับหมู่บ้าน ชุมชน หรือองค์กรต่างๆ ที่สนใจใช้บริการ (Waste, 2563)

12.9 แอปพลิเคชัน NOSTRA Map ข้อมูลแผนที่ดิจิทัล แก่ขยะล้นเมือง

โดย บริษัท โกลบเทค จำกัด ใน CDG Group ซึ่งเป็นผู้นำการให้บริการโซลูชันด้านข้อมูลแผนที่ดิจิทัล และ Location Contents ที่มีความละเอียด ถูกต้อง และทันสมัยสูงสุด ครอบคลุมถึง 10 ประเทศในภูมิภาคอาเซียน ภายใต้แบรนด์ “NOSTRA” ได้เพิ่มแผนที่พื้นที่ 12 จุดที่เปิดรับขยะพลาสติกลงในแอปพลิเคชัน NOSTRA Map เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ประชาชนในการนำขยะไปทิ้งแล้วเข้าสู่กระบวนการคัดแยกและกระบวนการรีไซเคิลขยะ โดยสามารถดาวน์โหลดแอปฯ ใช้ฟรีได้ทันทีบน App Store และ Google Play

สำหรับพื้นที่ 12 จุด รับรีไซเคิลพลาสติก ได้แก่

1. กรมควบคุมมลพิษ ถนนพหลโยธิน เขตพญาไท กรุงเทพฯ รับบริจาคอะลูมิเนียมใช้แล้วทุกชนิด เปลี่ยนให้เป็นส่วนประกอบของ ขาเทียมพระราชทาน
2. มูลนิธิพลังที่ยั่งยืน บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพฯ รับบริจาคหลอดพลาสติกสะอาด เปลี่ยนให้เป็นหมอนเพื่อผู้ป่วย ดัดเตียงในชุมชน
3. บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) อาคารเอ็ม ทาวเวอร์ ชั้น 8 ถนนสุขุมวิท เขตพระโขนง กรุงเทพฯ รับบริจาคกล่องนม เปลี่ยนให้เป็นลังกาให้มูลนิธิอาสาเพื่อนพึ่ง (ภา) ยามยาก
4. โครงการ “วน” บริษัท ทีพีพีไอ จำกัด ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม รับบริจาคถุงซ้อปปีง ถู่น้ำตาลล้างสะอาด เปลี่ยนให้เป็นถุงใหม่เพื่อวนกลับมาใช้ใหม่

5. วัดทองนพคุณ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี รับบริจาคขวดพลาสติกใส เปลี่ยนให้เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่มีประโยชน์ภายในวัด เช่น สะพาน หรือแพ ซึ่งนอกจากจะใช้ในการประชาสัมพันธ์วัดแล้ว ยังเป็นตัวอย่างในการนำของเหลือใช้มาเพิ่มคุณค่าได้อีก

6. วัดจากแดง อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ รับบริจาคขวดพลาสติกใส PET (แกะฉลากบีบีให้แบน) ด้วยการแปรรูปเป็นเส้นด้าย แล้วนำมาเย็บเป็นจีวรพระ

7. โครงการหลังคาเขียว บริษัท ไฟเบอร์พัฒนา จำกัด ถนนบางนา-ตราด อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ รับบริจาคกล่องนม กล่องเครื่องดื่ม กล่องน้ำผลไม้เปลี่ยนให้เป็นกระเบื้องหลังคา โตะ เก้าอี้

8. Precious Plastic BKK จักรพงษ์วิลล่า ท่าเตียน เขตพระนคร กรุงเทพฯ รับบริจาครับฝาน้ำดื่มพลาสติกเกรด HDPE/PP เพื่อเปลี่ยนให้เป็นภาชนะพลาสติกแบบต่างๆ

9. บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี รับบริจาคหลอดที่ล้างสะอาดและแห้งแล้ว เปลี่ยนให้เป็นหมอนเพื่อผู้ป่วยติดเตียงในชุมชน

10. โครงการกรีนโรด (ผศ. ดร.เวชสวรรค์ หล้ากาศ) อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ รับบริจาคถุงหิ้ว ถุงแกงล้างสะอาด เปลี่ยนให้เป็นอิฐบล็อกปูถนน

11. กลุ่ม Trash Hero Thailand : Ecobricks Bamboo School หมู่บ้านบึงต๋าล่าง อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี รับบริจาคพลาสติกชิ้นเล็กๆ ใส่ขวดพลาสติกให้แน่นสร้างโรงเรียนจากขวดพลาสติกอัดด้วยขยะ

12. เพจผึ่งน้อยนักสู้ อาคารการ์เด็นโฮมพลาซ่า โซน 2 ถนนพหลโยธิน อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี รับบริจาคของกาแฟ ถุงขนม ถุงพลาสติกนำไปล้างให้สะอาดแล้วกดอัดใส่ขวดทำเป็นโครงสร้างผนังแทนอิฐ หรือ Ecobricks

ซึ่งแผนที่ดิจิทัล NOSTRA Map สะท้อนถึงความตั้งใจในการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจังเพื่อขับเคลื่อนโครงการรักษาสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ต่อไป และจะช่วยลดปริมาณขยะพลาสติกออกสู่สิ่งแวดล้อม ให้พลาสติกที่เราใช้กันอยู่ทุกวันกลับมาหมุนเวียนอยู่ในระบบให้นานที่สุด (Network, 2021)

13. รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประภาพร (2549) ได้ศึกษาหาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ร่วมกับการศึกษาระดับความรู้ ความเข้าใจ ทัศนคติ และพฤติกรรมในการจัดการขยะมูลฝอย จากแหล่งกำเนิดของนิสิต เจ้าหน้าที่/บุคลากร รวมถึงผู้ประกอบการภายในมหาวิทยาลัย โดยการใช้ทั้งข้อมูลปฐมภูมิ ,ทุติยภูมิ และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิจัย พบว่าขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยที่ต้องมีการกำจัดสูงสุดวันละ 8 ตันต่อวัน คิดเป็นอัตราเฉลี่ยต่อคนในการผลิตมูลฝอย คือ 1.3 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยองค์ประกอบขยะที่พบมากที่สุดได้แก่ เศษผัก ผลไม้ เศษอาหาร และในส่วนการศึกษาระดับความรู้ทัศนคติและพฤติกรรมในการจัดการขยะมูลฝอยได้ทำการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 502 คน เป็นนิสิต 350 คน เจ้าหน้าที่ 133 คน และผู้ประกอบการร้านค้าจำนวน 19 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 54.80 มีความรู้ในระดับปานกลาง และร้อยละ 41.20 มีความรู้ในระดับต่ำ และร้อยละ 4.00 อยู่ในระดับต่ำสุด ดังนั้นในด้านการพัฒนาพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอย โดยให้ความรู้และปลูกฝังทัศนคติที่ดีและถูกต้องเหมาะสม ให้ผลที่ดีกว่าการให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะเพียงอย่างเดียว

อุษา และคณะ (2559) ได้ทำการศึกษาการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอย โดยมีการศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยและระบบการจัดการมูลฝอยร่วมกับการวางแผนเพื่อจัดการขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ผลการศึกษาพบว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องกำจัดสูงสุดเท่ากับ 5,860 กิโลกรัมต่อวัน เทียบกับประชากรจำนวน 9,448 คน คิดเป็นอัตราผลิตมูลฝอยเฉลี่ย 0.62 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยองค์ประกอบมูลฝอยที่พบมากที่สุดคือ ถุงพลาสติกหรือพลาสติกย่อยสลาย 27.5 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด(ช่วงปิดเทอม) และองค์ประกอบมูลฝอยที่พบมากอีกชนิดคือ เศษอาหารพบร้อยละ 31.66 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด(ช่วงเปิดเทอม) และระบบการจัดการมูลฝอยของมหาวิทยาลัยได้มีการจัดให้มีภาชนะรองรับขยะมูลฝอย 2 ประเภท คือ ขยะเปียกและขยะแห้ง การเก็บขน และขนส่ง ใช้รถบรรทุกแบบอัดท้ายของทางมหาวิทยาลัยขนส่งมูลฝอยไปกำจัด ณ สถานที่เทกองและฝังกลบของ องค์การบริหารส่วนตำบลทรายมูล จังหวัดนครนายก และในส่วนของการวางแผนจัดการมูลฝอยในอนาคตจากการคาดการณ์ประชากรล่วงหน้า 15 ปี พบว่ามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จะมีประชากรเพิ่มขึ้น 12,957 คน โดยจะมีปริมาณขยะเฉลี่ย 11,532 กิโลกรัมต่อวัน จากการศึกษาทั้งหมดพบว่าการจัดการขยะแบ่งเป็นสองแนวทางคือ การจัดการมูลฝอยปัจจุบันและการจัดการมูลฝอยอนาคตทั้งสองแนวทางต้องให้หลักการลดมูลฝอยตั้งแต่ต้นทางก่อนถึงปลายทางจึงจะดีที่สุด

A. Gallardo et al. (2016) ได้ทำการศึกษาเรื่องการกำหนดปริมาณและองค์ประกอบของขยะเพื่อเป็นเครื่องมือสำคัญในการปรับปรุงแผนการจัดการขยะของมหาวิทยาลัย โดยขั้นตอนแรกในการดำเนินงานคือ การหาองค์ประกอบ จำนวน และการกระจายของขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย เนื่องจากองค์ประกอบของขยะและการเกิดขยะขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่นด้วย เช่น สภาพภูมิอากาศ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์มากกว่า 1 ปี ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาที่มหาวิทยาลัยในประเทศสเปน University Jaume I ในช่วงของการเปิดการศึกษาระยะเวลา 1 ปี โดยมุ่งเน้นไปที่การจัดการของเสียที่ไม่มีการควบคุม และใช้หลักการวิเคราะห์ทางสถิติเข้ามาประยุกต์ใช้กับการแปรผลข้อมูลว่า ฤดูกาลของปีหรือวันในสัปดาห์ ส่งผลกระทบต่อ การเกิดของเสียและองค์ประกอบของเสียภายในมหาวิทยาลัย พบว่าอัตราการเกิดของเสียภายใน 1 ปีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและจำนวนวันในสัปดาห์ส่งผลต่อการเกิดขยะภายในมหาวิทยาลัย ขยะที่พบมากที่สุดจากงานวิจัย ได้แก่พวก Organic matter ,Dirty paper ,plastic เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ จากข้อมูลที่ได้จะช่วยให้เจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยสามารถเสนอมาตรการและปรับปรุงการจัดการขยะให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

Ettore Trulli et al. (2018) ได้ทำการศึกษาการจัดการขยะในขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำไปทิ้งที่หลุมฝังกลบ โดยใช้วิธีบำบัดแบบเชิงกลชีวภาพ (MBT) ทางภาคใต้ของประเทศอิตาลี ซึ่งเลือกเมืองที่มีอัตราการรีไซเคิลต่ำและต้องการ การบำบัดขยะชุมชนในขั้นตอนสุดท้าย พบว่าวิธีการบำบัดแบบเชิงกลชีวภาพก่อนนำขยะไปฝังกลบ ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและลดมวลของขยะได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากของเสียอินทรีย์มีความเสถียร ส่งผลให้อัตราการใช้ออกซิเจนน้อยกว่า $1600 \text{ mgO}_2 \text{ h}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ VS}$ และวัสดุอินทรีย์ก็ถูกนำไปใช้เช่นกัน จากงานวิจัยนี้พบว่าวิธีการบำบัดแบบเชิงกลชีวภาพเหมาะสมสำหรับภูมิภาคที่กำลังพัฒนาและมีการผลิตของเสียมาก เพื่อลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและเสริมสร้างสุขภาพมนุษย์

จิรายุ และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาการทำแอปพลิเคชันจัดการขยะมูลฝอย มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวแบบแอปพลิเคชันเรื่องการจัดการขยะมูลฝอย และประเมินการยอมรับตัวแบบแอปพลิเคชันเรื่องการจัดการขยะมูลฝอย เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ และออกแบบระบบคือ rich picture ซึ่งแผนภาพนี้จะอธิบายขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชันเรื่องการจัดการขยะมูลฝอย และแบบประเมินการยอมรับตัวแบบแอปพลิเคชันการจัดการขยะมูลฝอย กลุ่มตัวอย่างคือผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจการออกแบบตัวแบบแอปพลิเคชันการจัดการขยะมูลฝอย อยู่ในระดับมาก เนื่องจากการออกแบบตัวแบบแอปพลิเคชันง่ายต่อการอ่าน และเข้าใจ มีความ

เหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบ มีการแสดงข้อมูลที่เหมาะสมตรงกับความต้องการมีความพึงพอใจการออกแบบตัวแบบแอปพลิเคชันการจัดการขยะมูลฝอย 3 ลำดับแรก ได้แก่ วิธีใช้งานไม่สลับซับซ้อน (\bar{X} = 4.80) สามารถจดจำการทำงานได้ง่าย (\bar{X} = 4.80) การกรอกข้อมูลง่าย (\bar{X} = 4.60)

ศศิชา และคณะ (2562) ได้ทำการศึกษาการจับความรู้สึกของคนจากใบหน้าด้วยเทคนิคปัญญาประดิษฐ์ โดยทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ของเครื่องจักรที่ตระหนักถึงอารมณ์ที่แสดงออกทางใบหน้าของมนุษย์ โดยการพัฒนาในงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ผสมผสานกันระหว่างการจำแนกอารมณ์ และการเรียนรู้เชิงลึก โดยใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันที่ถูกฝึกมาแล้ว ร่วมกับการเรียนรู้แบบถ่ายโอน เพื่อระบุอารมณ์ความรู้สึกที่สำคัญของมนุษย์ ทั้งเจ็ดอารมณ์ ได้แก่ ความโกรธ ความรังเกียจ ความกลัว ความสุข ความเศร้า ความประหลาดใจ และความเป็นกลาง โดยสามารถใช้ประโยชน์จากชุดเครื่องมือ และถ่ายโอนเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกนี้ เช่น การตระหนักถึงอารมณ์ที่แสดงออกทางใบหน้าของผู้สูงอายุที่แสดงออกมาว่าต้องการความช่วยเหลือเมื่อใด โดยผลการทดลองที่ได้งานวิจัยนี้สามารถตรวจจบบรรณของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำ และสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ได้

สุริยะ (2563) ได้ทำการศึกษาการจำแนกผลึกน้ำตาลด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึก โดยใช้ระบบควบคุมแบบปัญญาประดิษฐ์เป็นสิ่งสำคัญ ในการทดแทนแรงงานที่มีประสิทธิภาพ การจำแนกผลึกน้ำตาลระหว่างกระบวนการผลิตอย่างถูกต้อง เป็นพื้นฐานสำหรับการควบคุมกระบวนการเคี้ยวตกผลึกน้ำตาล งานวิจัยนี้นำวิธีการเรียนรู้เชิงลึกมาจำแนกภาพการตกผลึกน้ำตาลจากกระบวนการน้ำตาลเคี้ยวตกผลึก โดยได้ทำการทดลองจริงที่โรงงานน้ำตาลในประเทศไทย โดยทำการสร้างโมเดลที่แตกต่างกัน และนำมาฝึกฝนผ่านชุดข้อมูลภาพผลึกน้ำตาลจากกระบวนการผลิตนี้ แล้วทำการวัดและเปรียบเทียบประสิทธิภาพ โดยโมเดล VGG16 ที่ผ่านการปรับแต่ง มีความแม่นยำในการจำแนกผลึกน้ำตาลระหว่าง 80% ถึง 94% ของภาพผลึกน้ำตาลทั้ง 4 ประเภท ที่แยกตามสภาวะการเกิดผลึก ผลการทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่าโมเดลนี้มีความแม่นยำมากกว่าโมเดลอื่น และสามารถใช้ตรวจสอบการตกผลึกของกระบวนการผลิตน้ำตาล อีกทั้งระบบควบคุมแบบปัญญาประดิษฐ์โดยอาศัยการถ่ายถอดความชำนาญจากมนุษย์

วิสิทธิ์ และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับการเผยแพร่กรมตรกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของภาคใต้ตอนล่าง งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการออกแบบ และพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการอนุรักษ์กรมตรกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของภาคใต้ตอนล่าง คือ ร่องเง็ง สิละ มะโย่ง และบานอ ให้คงอยู่สืบไป โดยมี

วัตถุประสงค์ 1.) เพื่อศึกษากระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2.) เพื่อออกแบบ และพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับการเผยแพร่ มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของภาคใต้ตอนล่าง การวิจัยเริ่มจากการศึกษาวงจรการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือโดยใช้ SDLC มีการใช้เครื่องมือ Ionic Framework การเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQLi โดยใช้ JSON ใช้ตัวจัดการฐานข้อมูล XAMPP ขั้นตอนการพัฒนา 1.) รวบรวม และจัดหมวดหมู่ข้อมูลมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรม 2.) ออกแบบเมนู และส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้ดึงดูดความสนใจ ใช้งานง่าย เข้าถึงมูลรวดเร็วและน่าเชื่อถือ กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 35 คน มีเครื่องมือ คือ 1.) แอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการอนุรักษ์มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของภาคใต้ตอนล่าง 2.) แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาวิจัย พบว่า ระดับความพึงพอใจ 1.) ด้านการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 2.) ด้านความน่าเชื่อถือและประโยชน์ อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 สรุปผลการวิจัยว่า การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือได้ส่งผลให้เกิดการอนุรักษ์ การเรียนรู้ และการเผยแพร่มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมอย่างต่อเนื่อง ทำให้สิ่งที่มีคุณค่าเหล่านี้จะไม่หายไปจากชุมชน

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เพื่อหาวิธีการจัดการขยะที่เหมาะสมโดยพิจารณาความเป็นไปได้ในการคัดแยกขยะภายในมหาวิทยาลัย การลดปริมาณขยะจากแหล่งกำเนิดก่อนถึงปลายทาง โดยการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนได้แก่ การสำรวจ เพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น ปริมาณ ชนิด องค์ประกอบด้านกายภาพ วิธีการจัดเก็บขยะ และวิธีการกำจัดขยะ และเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมกับการจัดการมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ และในขั้นที่สองจะได้ออกแบบพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะให้มีประสิทธิภาพ

1. ขอบเขตการดำเนินการวิจัย

1.1 ขอบเขตด้านสถานที่

การดำเนินงานวิจัยจะมีขอบเขตเฉพาะมหาวิทยาลัยแม่โจ้เชียงใหม่ ซึ่งตั้งอยู่ เลขที่ 63 ถนนสายเชียงใหม่ - พริ้ว ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่อยู่ห่างจากตัวเมืองเชียงใหม่เพียง 10 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 839.02 ไร่ โดยมีทั้งหมด 28 อาคาร (เฉพาะงานวิจัยนี้)

โดยมีนักศึกษาที่ศึกษาอยู่ ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ปีการศึกษา 2561-2562 จำนวนทั้งสิ้น 17,263 คน เจ้าหน้าที่/บุคลากร ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตเชียงใหม่ จำนวน 1,722 คน รวมประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทั้งสิ้น 18,985 คน (สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ, 2561) ดังตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 สถิตินักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกชั้นปี (ปี พ.ศ.2561 และ 2562)

ภาคการศึกษา	จำนวนนศ.ปัจจุบัน (แยกคณะ)	
	ปี 2561	ปี 2562
ภาคการศึกษาที่ 1	15277	823
ภาคการศึกษาที่ 2	14162	2278
รวม	13822	15718

ข้อมูล ณ วันที่ 31 พฤษภาคม 2566

ตารางที่ 8 สถิติจำนวนบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตเชียงใหม่ (แยกตามประเภทการจ้าง)

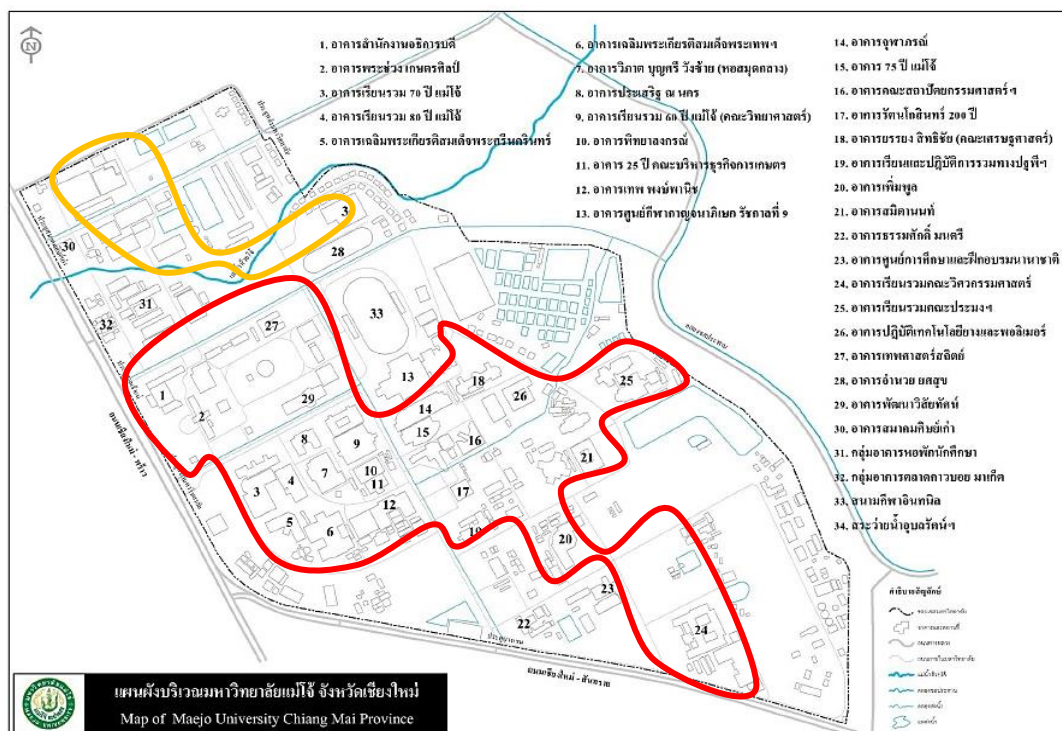
แยกตามหน่วยงาน	จำนวน (คน)
สำนักงานมหาวิทยาลัย	353
คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร	67
คณะพัฒนาการท่องเที่ยว	31
คณะผลิตกรรมการเกษตร	176
คณะบริหารธุรกิจ	113
สำนักวิจัยและส่งเสริมการเกษตร	101
คณะวิทยาศาสตร์	199
วิทยาลัยบริหารศาสตร์	52
สำนักหอสมุด	38
คณะศิลปศาสตร์	162
คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี	51
คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ	43
คณะสารสนเทศและการสื่อสาร	27
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	54
คณะเศรษฐศาสตร์	48
ศูนย์กล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับ	1
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ	86
สถาบันตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์	44
สำนักงานสภามหาวิทยาลัย	9
องค์การนักศึกษา	34
วิทยาลัยนานาชาติ	25
สหกรณ์ออมทรัพย์	8
รวม	1722

ข้อมูล ณ วันที่ 31 พฤษภาคม 2566

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 สํารวจและเก็บข้อมูลปริมาณ และองค์ประกอบของขยะ

สำหรับการศึกษาระบบการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัย ในชั้นที่หนึ่งจะได้ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งจากข้อมูลทุติยภูมิจากเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบของมหาวิทยาลัย ตั้งแต่การดำเนินการจัดเก็บ รวบรวม ขนย้าย/ขนส่ง และกำจัดขยะทั้งภายใน และภายนอกอาคาร การคัดแยกขยะ รวมถึงกิจกรรมต่างๆ ด้วยและจากข้อมูลปฐมภูมิที่ได้ ทำการเก็บข้อมูลโดยการสุ่มสำรวจปริมาณ องค์ประกอบ ชนิดของขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ซึ่งจะรวมพื้นที่ทั้งหมด 28 อาคาร ได้แก่ อาคารสำนักงานอธิการบดี, อาคารเทพศาสตร์สถิตย์, อาคารประทีปเสนา, อาคารพระช่วง เกษตรศิลป์, อาคารเรียนรวม 70 และ 80 ปี, อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์, อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพ, อาคารเทพ พงษ์พานิช, อาคารสำนักหอสมุด, อาคารประเสริฐ ฒ นคร, อาคารสุวรรณวจากกสิกิจ และอาคารเรียนรวม 60 ปี, อาคารพิทยาลงกรณ์ และโดมเขียว, อาคารรัตนโกสินทร์ 200 ปี, อาคารปฏิบัติการดิน และปุ๋ยชั้นสูง, อาคารสถาปัตยกรรมศาสตร์ และการออกแบบสิ่งแวดล้อม, อาคาร 75 ปี แม่โจ้, อาคารจุฬารกรณ์, อาคารยรรยง สิทธิชัย, โรงอาหารใหม่ (Canteen), อาคารคณะประมง และทรัพยากรทางน้ำ, อาคารพนม สมิตานนท์, อาคารเพิ่มพูน, ชมรมอารักขาพืช, อาคารคณะวิศวกรรม และอุตสาหกรรมเกษตร, อาคารแพลตฟอร์ม, อาคารอำนวย ยศสุข, อาคารคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี และอาคารหอพัก และโรงอาหารเทิดกสิกร ซึ่งจะเก็บตัวอย่างทั้งหมด 2 ช่วง คือ ช่วงเปิดเรียนภาคการศึกษาที่ 1/2561 (เดือนส.ค และก.ย) และช่วงเปิดเรียนภาคการศึกษาที่ 2/2561 (เดือน ธ.ค และม.ค) และมีการเก็บตัวอย่างสำหรับบางอาคารเพิ่มเติม ในช่วงเปิดภาคเรียนการศึกษาที่ 1/2562 (เดือนส.ค และก.ย) และภาคการศึกษาที่ 2/2562 (เดือน ธ.ค และม.ค)



ภาพที่ 10 แผนที่อาคารสำหรับเก็บตัวอย่างวิจัยภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้

สำหรับการหาปริมาณขยะมูลฝอยจะดำเนินการซึ่งนำหนักขยะมูลฝอยจากรถเก็บขยะที่เก็บได้ตามอาคารต่างๆ เพื่อคำนวณหาน้ำหนักของขยะมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากนั้นจะทำการคำนวณหาอัตราการผลิตขยะมูลฝอย ในหน่วยกิโลกรัมต่อคนต่อวัน วิธีการคำนวณหาอัตราการผลิตขยะมูลฝอยแสดงในสมการที่ 1

$$\text{อัตราการผลิตขยะมูลฝอย (กก./คน/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักขยะมูลฝอย (กก./วัน)}}{\text{จำนวนประชากร(คน)}} \quad (1)$$

จากนั้นจะทำการศึกษารายละเอียดประกอบของขยะมูลฝอย ใช้วิธีการคัดกรองประกอบตามประเภทของวัสดุในขยะที่เกิดขึ้นจริงของแต่ละพื้นที่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด โดยการศึกษาองค์ประกอบขยะมูลฝอยจะกระทำโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละพื้นที่แล้วทำการตัดแยกขยะที่อยู่ในถุงพลาสติก แล้วผสมหรือคลุกเคล้าขยะให้มากที่สุด จากนั้นทำการลดปริมาณตัวอย่างขยะมูลฝอย ด้วยวิธี Quartering หรือวิธีการแบ่งสี่ ดังแสดงในภาพที่ 11 เมื่อได้ปริมาณขยะแล้วนำมาคัดแยกองค์ประกอบขยะ โดยแยกประเภทองค์ประกอบของขยะออกเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ เศษอาหาร/กิ่งไม้ กระดาษ พลาสติก หนังสือ ผ้า แก้ว โลหะ อาหารขยะอันตราย (เช่น ถ่านไฟฉาย หลอดฟลูออเรสเซนต์ กระจกบรรจุสารเคมี ฯลฯ) และองค์ประกอบอื่นๆ โดยนำขยะแต่ละองค์ประกอบใส่ถังพลาสติกที่ซึ่งน้ำหนักแล้ว ทำการชั่งน้ำหนักขยะแต่ละ

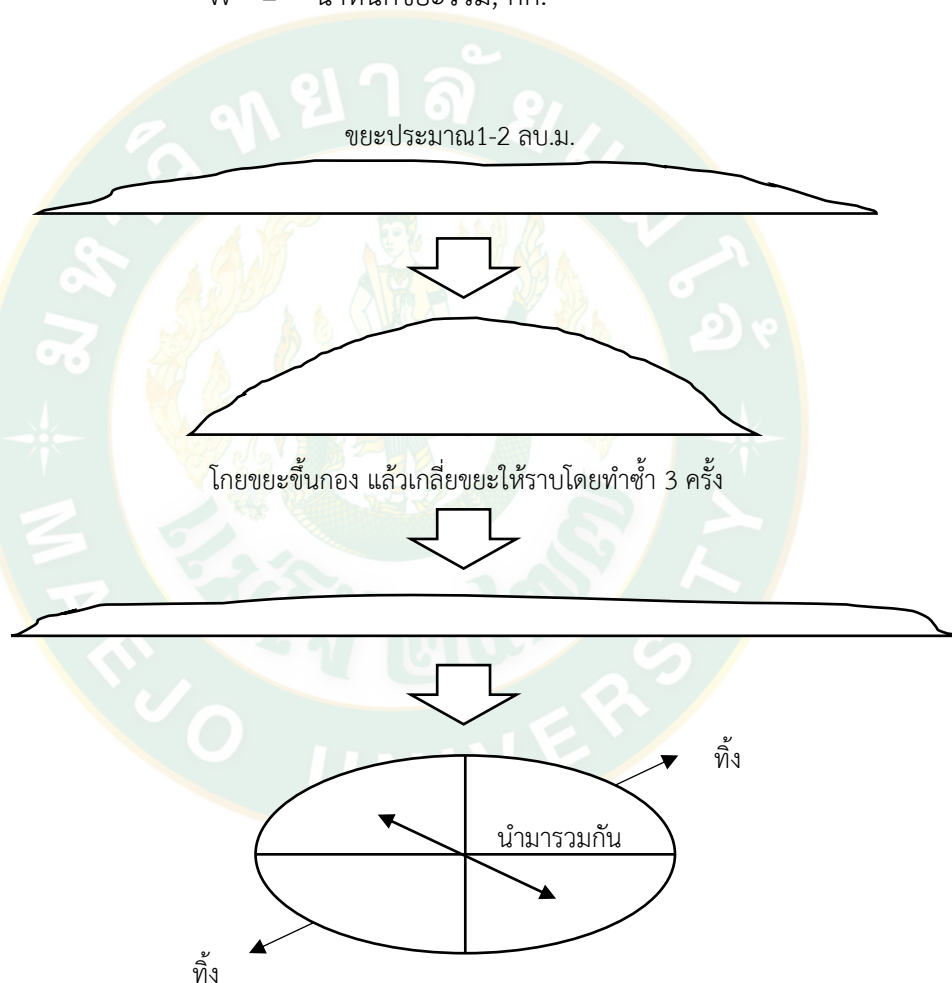
องค์ประกอบ แล้วคำนวณน้ำหนักขยะรวม เพื่อหาร้อยละขององค์ประกอบขยะแต่ละประเภทจากสมการที่ 2

$$C = \frac{(W_i \times 100)}{W} \quad (2)$$

เมื่อ C = ร้อยละขององค์ประกอบขยะแต่ละประเภท(น้ำหนักเปียก)

W_i = น้ำหนักขยะแต่ละประเภท, กก.

W = น้ำหนักขยะรวม, กก.



ภาพที่ 11 ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง (Quartering Method)

นอกจากนี้ จะทำการหาความหนาแน่นปกติของขยะมูลฝอย ในรูปของความหนาแน่นปกติ (Bulk density) หรือความหนาแน่นปรากฏ (Apparent density) หมายถึง ความหนาแน่นของขยะมูลฝอยที่มีการอัดขยะให้แน่นเพียงเล็กน้อย และความหนาแน่นที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกับความหนาแน่นในภาชนะที่รองรับ วิธีการวิเคราะห์สามารถทำได้โดยการนำขยะที่ผ่านการผสมคลุกเคล้า

และลดปริมาตรใส่ในภาชนะตวงที่ทราบปริมาตรแน่นอน ขนาดประมาณ 50-100 ลิตร จนเต็มขอบภาชนะ จากนั้นยกภาชนะตวงชยะให้สูงจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้กระแทกพื้น 3 ครั้ง เมื่อชยะยุบตัวลง ให้เติมชยะในภาชนะตวงจนเต็มขอบโดยไม่มีการอัดชยะ จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักภาชนะตวงที่มีชยะ แล้วคำนวณหาความหนาแน่นปกติ หรือความหนาแน่นปรากฏจากสมการที่ 3 ดังนี้

$$D = \frac{(W_1 - W_2)}{V} \quad (3)$$

เมื่อ	D	=	ความหนาแน่นปกติ (Bulk density), กก./ลบ.ม.
	W_1	=	น้ำหนักชยะรวมกับน้ำหนักภาชนะตวง, กก.
	W_2	=	น้ำหนักภาชนะตวง, กก.
	V	=	ปริมาตรภาชนะตวง, ลบ.ม.

ในการวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นปกติของตัวอย่างชยะมูลฝอย

2.2 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับสนับสนุนการแยกชยะให้ถูกต้อง เพื่อสนับสนุนการจัดการชยะให้มีคุณภาพสำหรับมหาวิทยาลัยสีเขียว เพื่อการคัดแยกชยะก่อนทิ้งลงถังผ่านการใช้ออปพลิเคชันที่ให้ความรู้ในการทิ้งชยะให้ตรงกับประเภทของชยะนั้น ๆ ซึ่งจากการสำรวจถังชยะภายในมหาวิทยาลัย พบว่าในแต่ละถังที่เข้าสำรวจในแต่ละอาคาร ยังคงมีการทิ้งชยะไม่ถูกประเภทของถังชยะ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ภาพตัวอย่างขยะที่พบ และทิ้งไม่ถูกประเภท

ผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่สนับสนุนให้มีการแยกขยะก่อนทิ้งลงถังมากขึ้น โดยมีการประยุกต์ใช้เครื่องมือ Machine learning ซึ่งเป็นโมเดลที่มีความแตกต่างกัน เพื่อนำมาปรับใช้ในการจำแนกหมวดหมู่ประเภทของขยะ โดยการใช้เครื่องมือการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คุณลักษณะของขยะแต่ละชนิดจากรูปภาพ และเรียนรู้การจำแนกขยะแต่ละประเภท ซึ่งมีวิธีการประเมินประสิทธิภาพ และวิเคราะห์เปรียบเทียบอัลกอริทึมเชิงลึกจากแต่ละโมเดลพื้นฐานที่ต่างกัน เพื่อสามารถมั่นใจได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละโมเดลจะมีค่าความแม่นยำเพียงพอ และนำไปสู่การพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โมเดล 5 ประเภท คือ VGG16, CNN, InceptionV3, Mobilenet และ Resnet50 นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของรูปภาพ (Training = การฝึกโมเดล) เพื่อจำแนกภาพขยะทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ ขยะทั่วไป (GE), ขยะรีไซเคิล (RE), ขยะเปียกหรือขยะย่อยสลาย (WE) และขยะอันตราย (DA) มีวิธีการดังต่อไปนี้

2.2.1 การเตรียมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ Google drive ใช้เป็นข้อมูลในการ paring สำหรับการเรียนรู้ และทดสอบโมเดล เพื่อความสะดวกในการพัฒนาด้วยภาษา Python ใน Google Collaborator ซึ่งภาพ

ที่นำเข้ามาเป็นชุดข้อมูล เป็นข้อมูลประเภท jpg มีจำนวนภาพที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประมาณ 10,000 ภาพ (17,402 ภาพ) โดยภาพจะถูกจำแนกเป็นขยะ 4 ประเภท (อ้างอิงจากจำนวนประเภทของถังขยะที่มีอยู่จริงภายในมหาวิทยาลัย) โดยขยะแต่ละประเภทมีทั้งหมดประมาณ 1,000 ภาพ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวนภาพของขยะแต่ละชนิดที่นำเข้าสู่โมเดล

Inside	Outside	Inside+outside
GE = 1143 picture	GE = 1040 picture	GE = 2183 picture
RE = 1050 picture	RE = 1010 picture	RE = 2060 picture
WE = 1110 picture	WE = 1164 picture	WE = 2274 picture
DA = 1120 picture	DA = 1064 picture	DA = 2184 picture
รวม = 4,423 picture	รวม = 4,278 picture	รวม = 8,701 picture

หมายเหตุ : GE (General waste) = ขยะทั่วไป ,RE (Recycle waste) = ขยะรีไซเคิล ,WE (Wet waste) = ขยะเปียกหรือขยะย่อยสลาย และDA (Dangerous waste) = ขยะอันตราย

ซึ่งข้อมูลรูปภาพจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สำหรับการฝึกโมเดล (Training model) 80% และอีก 20% สำหรับการทดสอบโมเดล (Evaluation model)

ก่อนถึงขั้นตอนการทดสอบ และประเมินค่าความแม่นยำของโมเดลแต่ละประเภท ภาพของขยะแต่ละชนิดที่ใช้ในโมเดลจะถูกปรับขนาดให้มีความกว้าง×สูง เท่ากับ 224×224 และข้อมูลสำหรับภาพขยะแต่ละภาพจะถูกปรับให้อยู่ในช่วง 0.0-1.0 โดยมีการแบ่งพิกเซลในแต่ละภาพ คือ 255

ซึ่งข้อมูลรูปภาพของขยะแต่ละชนิดที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ มีจำนวนทั้งสิ้น 3 ชุดข้อมูล ประกอบด้วย ชุดข้อมูล Inside ,Outside และรวมระหว่าง Inside และOutside

ทั้งนี้ชุดข้อมูล Inside เป็นรูปภาพขยะทั้ง 4 ชนิดที่มาจากฐานข้อมูลออนไลน์ทั้งหมด ,ชุดข้อมูล Outside เป็นรูปภาพขยะทั้ง 4 ชนิดที่ไม่ได้มาจากฐานข้อมูลออนไลน์แต่ถูกถ่ายตามสถานที่ต่างๆ และสำหรับชุดข้อมูล รวม Inside และOutside เป็นรูปภาพขยะทั้ง 4 ชนิดที่รวมมาจากชุดข้อมูล 2 ชุดแรกรวมกัน

หลังจากนั้นทั้ง 3 ชุดข้อมูลจะถูกนำมาใช้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยโมเดล 5 ประเภท คือ VGG16, CNN, InceptionV3, Mobilenet และ

Resnet50 เพื่อเปรียบเทียบ และหาค่าความแม่นยำของแต่ละชุดข้อมูล ซึ่งการ Train โดยใช้จำนวนรอบในการเรียนรู้ คือ Epoch 50 และ 100 ตามลำดับ ชุดข้อมูลละ 3 ซ้ำ เพื่อหาค่าความแม่นยำที่ดีที่สุดจากโมเดลทั้งหมด นำใช้ในการทำแอปพลิเคชันสำหรับช่วยในการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถังต่อไป และในส่วนการทำแอปพลิเคชันจะใช้โปรแกรมที่ชื่อว่า Flutter ซึ่งได้รับการสนับสนุนการเขียนโปรแกรมจากอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

2.2.2 การใช้งานโมเดลพื้นฐาน

การสร้างแบบจำลองสำหรับการจำแนกประเภทขยะ จะใช้แบบจำลองลำดับแบบต่อเนื่อง (Sequential model) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลอง Keras ใน Tensor flow ซึ่งโมเดลแบบต่อเนื่อง (Sequential model) ถูกเพิ่มในโมเดลพื้นฐานทั้ง 5 โมเดลในช่วงแรก และจากนั้นโมเดลจะถูกเพิ่มความหนาแน่นเป็น 64 ชั้น โดยโมเดลถูกใช้งานผ่านการประมวลผลแบบ RELU โมเดลจะถูกกำหนดค่า drop out = 0.2 และความหนาแน่น (dense) ของแต่ละโมเดลขึ้นกับจำนวนประเภทของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้

โดยที่การเปิดใช้งานเท่ากับฟังก์ชัน Softmax สำหรับการคอมไพล์ (compiling) ในการสร้างโมเดล ค่าการสูญเสีย (loss value) ถูกคำนวณแบบ cross entropy

สำหรับเครื่องมือที่ใช้เพิ่มประสิทธิภาพถูกกำหนดจาก root mean square error ด้วยอัตราการเรียนรู้ $1e-4$ และฟังก์ชัน Softmax เป็นลักษณะทั่วไปของการถดถอยโลจิสติก ที่สามารถใช้ในการจำแนกประเภท แบบหลายชั้น จากสมการที่ 4 สูตร Softmax ดังนี้

$$\sigma(\mathbf{z})_i = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^K e^{z_j}} \quad (4)$$

โดย ค่า Z_i ทั้งหมด เป็นองค์ประกอบของเวกเตอร์ input (Z_1, \dots, Z_K)

ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลมาตรฐานจะใช้กับแต่ละองค์ประกอบของเวกเตอร์ input และเทอมที่อยู่ด้านล่างสุดของสมการ คือ เงื่อนไขการทำให้เป็นมาตรฐาน

2.2.3 Model Fit

Model fit เป็นคำที่ใช้ในบทสนทนาในการวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างโมเดลทางสถิติ เกี่ยวข้องกับการวัดความเข้ากันของโมเดลที่สร้างขึ้น กับข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน เมื่อมีการสร้างโมเดลทางสถิติ เช่น โมเดลเชิงเส้น (linear regression) หรือโมเดลการจัดหมวดหมู่ (classification models) ต้องมีการประเมินว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลหรือไม่ ซึ่งเป็นการวัดความเข้ากันของโมเดล (model fit) โดยใช้เครื่องมือ และตัวชี้วัดต่าง ๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มีการกำหนดข้อมูลภายในโมเดลดังนี้

การเรียนรู้สำหรับ sequence model ที่เพิ่มเข้ามาในโมเดลพื้นฐานทั้ง 5 โมเดล ทำได้โดยใช้ฟังก์ชัน model fit เริ่มจากการปรับขนาดรูปร่างภาพของขยะ โดยกำหนดความกว้างเท่ากับ 224 และความสูงเท่ากับ 224 จากสมการที่ 5

$$\text{Image Shape} = (\text{width} = 224, \text{height} = 224) \quad (5)$$

แบบจำลองการฝึกอบรม จำเป็นต้องมี 2 ตัวแปรที่ประกอบด้วย ข้อมูลการฝึกอบรม (TD) การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (VD) จากข้อมูลรูปภาพเพื่อเป็น argument ในอัลกอริทึมที่เหมาะสม สำหรับแบบจำลองการฝึกอบรม และการประเมินผล ในการศึกษาี้ เราใช้ Image Data Generator (IDG) ซึ่งเป็นฟังก์ชัน Keras สำหรับการประมวลผลภาพล่วงหน้า จากสมการที่ 6 และ 7

$$\text{TD} = \text{IDG} (\text{Image Directory}, \text{Image Shape}) \quad (6)$$

$$\text{VD} = \text{IDG} (\text{Image Directory}, \text{Image Shape}) \quad (7)$$

จำนวนของการฝึกอบรมต่อรอบ (TPE) เท่ากับการแบ่งข้อมูลการฝึกอบรมที่สร้างขึ้นตามขนาดแบทช์ และจำนวนของการตรวจสอบความถูกต้องต่อรอบ (VPE) เท่ากับการแบ่งข้อมูลการประเมินที่สร้างขึ้นตามขนาดแบทช์ ซึ่งถูกกำหนดเป็น 32 จากสมการที่ 8 และ 9

$$\text{TPE} = \text{div} (\text{TD}, \text{Batch size}) \quad (8)$$

$$\text{VPE} = \text{div} (\text{VD}, \text{Batch size}) \quad (9)$$

แบบจำลองนี้สร้างขึ้นแบบการจัดลำดับ ซึ่งเป็นฟังก์ชัน Keras ที่เหมาะสมกับแบบจำลองการฝึกอบรม และการตรวจสอบความถูกต้อง โดยใช้จำนวนการฝึกอบรม และการ

ตรวจสอบความถูกต้องของรอบ ในงานวิจัยนี้จำนวนรอบในการฝึกอบรม คือ 50 และ 100 รอบ ซึ่งประวัติของการฝึกอบรมจะถูกจัดเก็บโดยใช้ฟังก์ชัน จากสมการที่ 10

$$\text{History} = \text{Sequence fit (TD, 100, TPE, VD, VPE).History} \quad (10)$$

หลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ของโมเดล แต่ละโมเดลแล้ว จะได้ค่าความแม่นยำที่ดีที่สุดของแต่ละโมเดล และให้คัดเลือกค่าความแม่นยำของโมเดลที่เข้าใกล้ 1.00 มากที่สุด เข้าสู่กระบวนการสร้างแอปพลิเคชัน ผ่านการใช้โปรแกรมสำหรับสร้างแอปพลิเคชันฟรี คือ โปรแกรม Flutter สำหรับสร้างแอปพลิเคชัน ผ่านทางโปรแกรม Android studio เพื่อใช้สำหรับการออกแบบข้อมูลภายในแอปพลิเคชัน , หน้าจอของแอปพลิเคชัน และไอคอนต่าง ๆ ภายในแอปพลิเคชัน เมื่อได้แอปพลิเคชันที่สำเร็จแล้ว จะมีการนำแอปพลิเคชันไปทดสอบประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างทดลองสำหรับทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชันจริง และมีการสำรวจความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันจากกลุ่มตัวอย่างทดลอง เพื่อหาค่าความพึงพอใจ และข้อเสนอแนะในการพัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป

2.3 แบบประเมินความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชัน

การวิจัยครั้งนี้มีประชากรในการวิจัย คือ นักเรียน นักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ และบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยเช่นกัน จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แอปพลิเคชัน WASTE และแบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการใช้แอปพลิเคชัน WASTE โดยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันจำแนกขยะเพื่อส่งเสริมการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถัง แบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นคำถามแบบตรวจสอบรายการ (check list) ตอนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้แอปพลิเคชัน มีลักษณะคำถามเป็นแบบระดับความคิดเห็น 5 ระดับ (rating scale) และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม มีลักษณะคำถามปลายเปิด (Open ended)

สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้ (ตั้งอุทัยเรือง, 2557)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับมาก

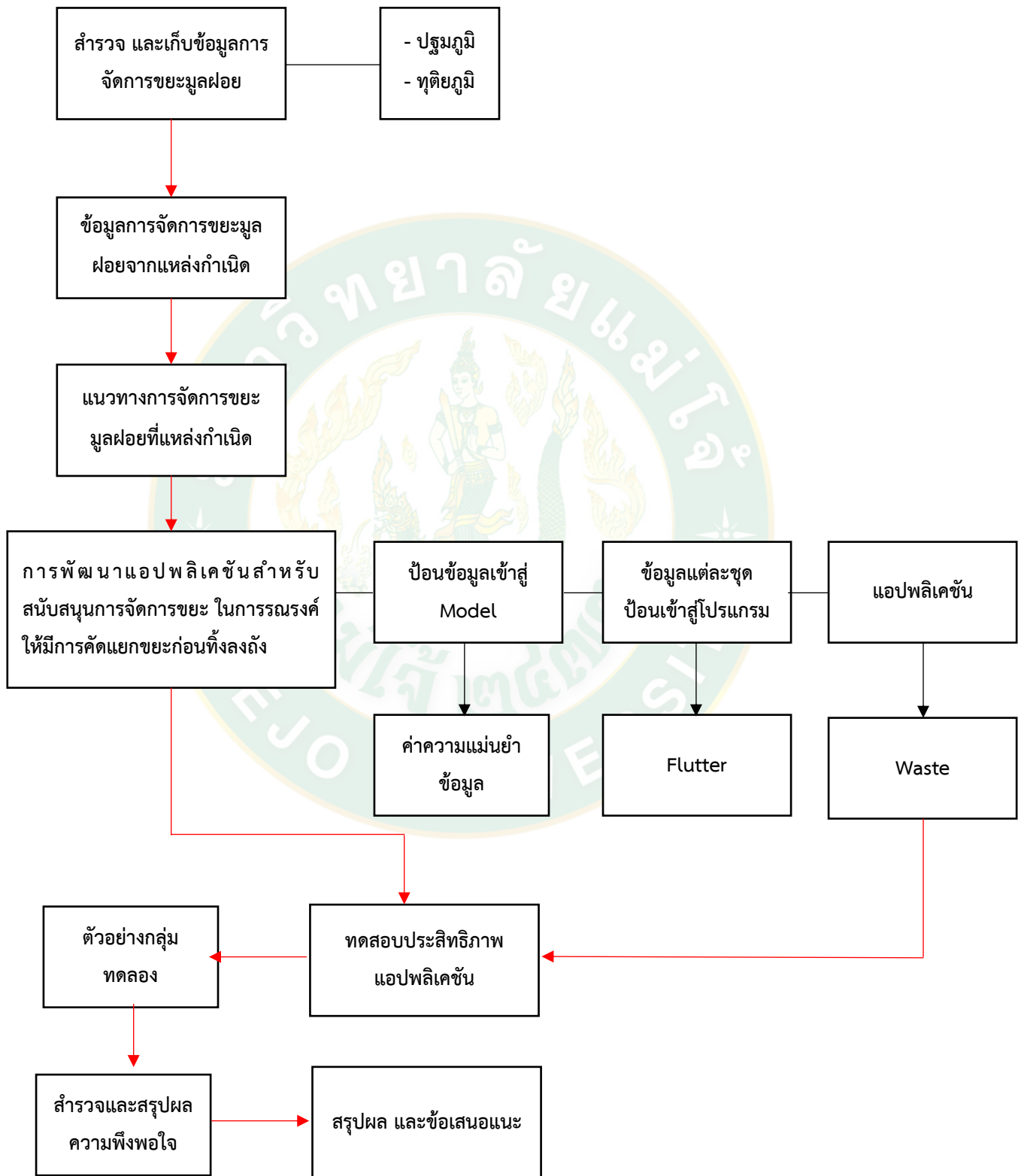
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด



กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

งานวิจัยเรื่อง การปรับปรุงระบบการจัดการขยะสำหรับมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยใช้แอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อหาวิธีการจัดการขยะที่เหมาะสมโดยพิจารณาความเป็นไปได้ในการคัดแยกขยะภายในมหาวิทยาลัย การลดปริมาณขยะจากแหล่งกำเนิดก่อนถึงปลายทาง โดยการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ผลการสำรวจและการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน เช่น ปริมาณ ชนิด และองค์ประกอบด้านกายภาพของขยะ วิธีการจัดเก็บ และวิธีการกำจัดขยะในมหาวิทยาลัย เพื่อวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรค และเสนอแนวทางที่เหมาะสมกับการจัดการมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ และในส่วนที่ 2 ออกแบบพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะให้มีประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของผู้ใช้งานจากตัวอย่างกลุ่มทดลอง ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการสำรวจ และเก็บข้อมูลปริมาณ องค์ประกอบของขยะ

ส่วนที่ 2 การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อช่วยในการจัดการขยะและผลความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันเพื่อช่วยในการจัดการขยะ

ส่วนที่ 1 ผลการสำรวจ และเก็บข้อมูล องค์ประกอบของขยะ

สำหรับการศึกษาระบบการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัย ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตั้งแต่การดำเนินการจัดเก็บรวบรวม ขนย้าย/ขนส่ง และกำจัดขยะทั้งภายใน และภายนอกอาคาร การคัดแยกขยะ รวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และจากข้อมูลปฐมภูมิที่ได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการสุ่มสำรวจปริมาณ องค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งจะรวมพื้นที่ทั้งหมด 28 อาคาร ได้แก่ อาคารสำนักงานอธิการบดี, อาคารเทพศาสตร์สถิตย์, อาคารประทีปเสน, อาคารพระช่วง เกษตรศิลป์, อาคารเรียนรวม 70 และ 80 ปี, อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์, อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพ, อาคารเทพ พงษ์พานิช, อาคารสำนักหอสมุด, อาคารประเสริฐ ญ นคร, อาคารสุวรรณวาทกสิกิจ และอาคารเรียนรวม 60 ปี, อาคารพิทยาลงกรณ์ และโดมเขียว, อาคารรัตนโกสินทร์ 200 ปี, อาคารปฏิบัติการดิน และปุ๋ยชั้นสูง, อาคารสถาปัตยกรรมศาสตร์ และการออกแบบสิ่งแวดล้อม, อาคาร 75 ปี แม่โจ้, อาคารจุฬารักษ์, อาคารยรรยง สิทธิชัย, โรงอาหารใหม่ (Canteen), อาคารคณะประมง และทรัพยากรทางน้ำ, อาคารพนม สมิตานนท์,

อาคารเพิ่มพูน, ชมรมอาร์กขาพีช, อาคารคณะวิศวกรรม และอุตสาหกรรมเกษตร, อาคารแพลตฟอร์ม, อาคารอำนวยการ ยสสุข, อาคารคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี และอาคารหอพัก และโรงอาหารเทิดกสิกร ซึ่งจะเก็บตัวอย่างทั้งหมด 2 ช่วง คือ ช่วงเปิดเรียนภาคการศึกษาที่ 1/2561 (เดือนส.ค และก.ย) และช่วงเปิดเรียนภาคการศึกษาที่ 2/2561 (เดือน ธ.ค และม.ค) และมีการเก็บตัวอย่างสำหรับบางอาคารเพิ่มเติม ในช่วงเปิดภาคเรียนการศึกษาที่ 1/2562 (เดือนส.ค และก.ย) และภาคการศึกษาที่ 2/2562 (เดือน ธ.ค และม.ค) โดยผลการศึกษาแสดงดังต่อไปนี้

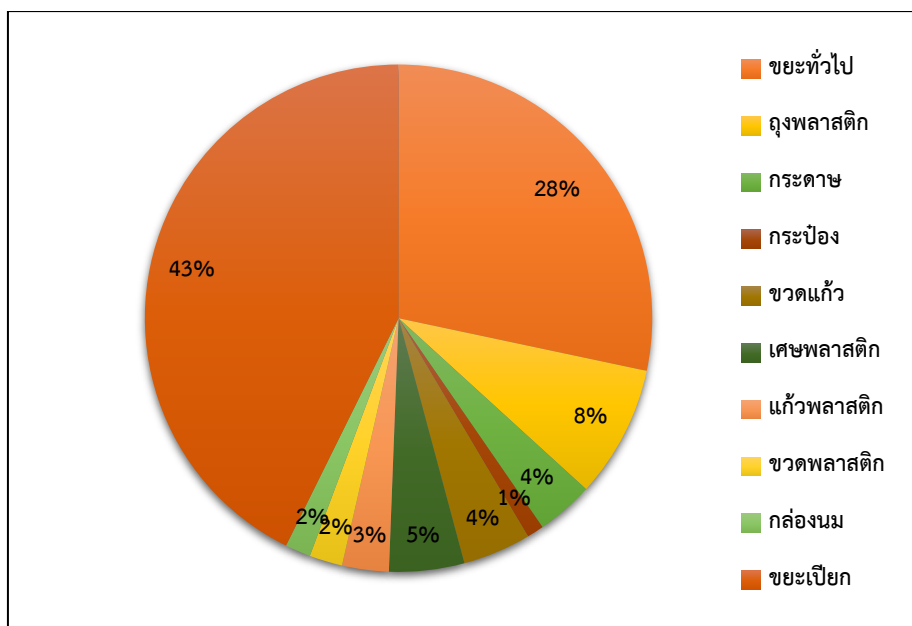
1.1 ปริมาณ และอัตราการเกิดขยะ

ในช่วงระยะเวลาการศึกษาในปี พ.ศ 2561-2562 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ พบว่าภาคการศึกษาที่ 1 (ปี 2561 และ2562) มีการสร้างขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยอยู่ต่อภาคการศึกษาอยู่ที่ประมาณ 57,982 กก. และมีจำนวนประชากร 15,444 คน ในช่วงระยะเวลาการศึกษา หากคิดเป็นจำนวนการเกิดปริมาณขยะรวม ต่อคนต่อวัน เท่ากับ 3.75 กก./คน โดยคิดเป็นปริมาณขยะ 483 กก./วัน ส่วนในภาคการศึกษาที่ 2 (ปี 2561 และ2562) พบว่ามีการสร้างขยะมูลฝอยเฉลี่ยต่อวันประมาณ 43,992 กิโลกรัม หรือคิดเป็นปริมาณขยะ 367 กก./วัน และมีจำนวนประชากร 14,324 คน หากคิดเป็นจำนวนการเกิดปริมาณขยะรวม ต่อคนต่อวัน เท่ากับ 3.07 กก./คน ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าปริมาณขยะในเทอมที่ 1 มีค่าสูงกว่าเทอม ที่ 2 เนื่องจากปริมาณประชากรที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเชื่อมโยงกับปริมาณกิจกรรมในเทอมที่ 1 ที่มากกว่า และการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัย สอดคล้องกับ งานวิจัยของประภาพร (2549) พบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรักษ์ ที่เก็บข้อมูลในช่วงปิดภาคเรียนฤดูร้อน และเปิดภาคเรียนที่ 1 มีปริมาณขยะมูลฝอยที่แตกต่างกัน เนื่องจากจำนวนประชากรในช่วงปิดภาคเรียนมีจำนวนน้อยกว่าช่วงเปิดภาคเรียนปกติ อัตราการเกิดขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยแม่โจ้จะแปรผันตามจำนวนประชากร โดยเมื่อเทียบกับมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรักษ์ ซึ่งมีจำนวนประชากร 9,448 คน ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าของแม่โจ้ 1.6 เท่า แต่กลับมีปริมาณขยะที่เกิดขึ้นต่อวันสูงกว่า โดยมีปริมาณการเกิดขยะ 5,860 กก./วัน และมีอัตราการเกิดขยะประมาณ 0.62 กก./คน/วัน (อุษา และคณะ, 2559) ซึ่งคาดว่าน่าจะเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของกิจกรรมการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน และบริบทของพื้นที่ที่ไม่เหมือนกันในแต่ละมหาวิทยาลัย นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่าองค์ประกอบของขยะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเดือน ฤดูกาล และกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละคณะ ซึ่งปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจะเป็นปริมาณขยะที่มหาวิทยาลัยเก็บรวบรวมจากแต่ละอาคาร หลังจากที่แม่บ้านได้คัดแยกขยะรีไซเคิลบางส่วนที่สามารถขายได้ออกไปแล้ว ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณขยะที่ทางมหาวิทยาลัยต้อง

นำไปกำจัดในส่วนของถังขยะทั่วไปยังมีปริมาณที่สูง อีกทั้งยังมีส่วนของขยะที่ยังสามารถนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อีกจำนวนมากแต่กลับถูกทิ้งรวมลงไปในถัง จึงมีความจำเป็นในการลดปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยอย่างเร่งด่วน

1.2 องค์ประกอบขยะ

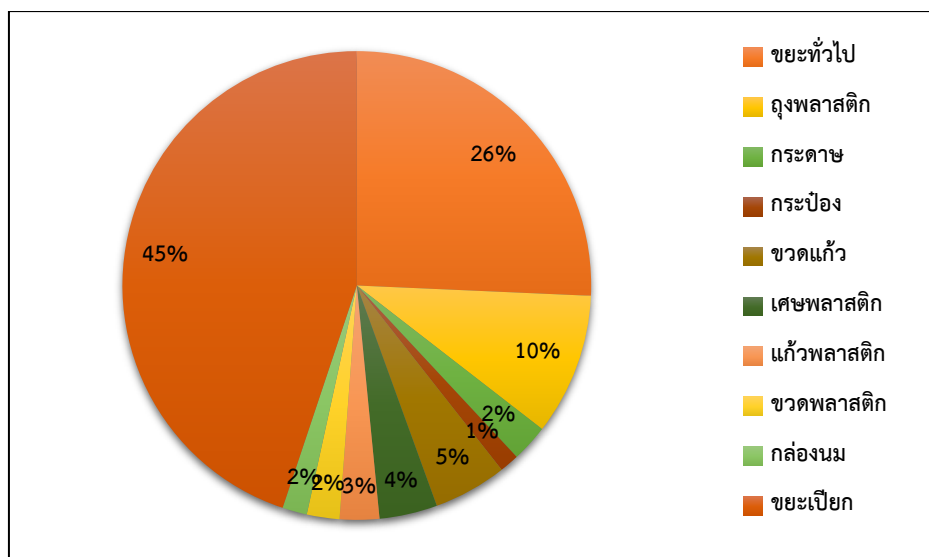
จากการสำรวจปริมาณขยะจากอาคารในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยจำนวน 28 อาคารในปี 2561-2562 จาก 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเปิดภาคเรียนที่ 1 (ปี 2561 และ 2562) และภาคเรียนที่ 2 (ปี 2561 และ 2562) ผลการศึกษาจะเห็นว่าองค์ประกอบของขยะที่พบจากการคัดแยกขยะ ในมหาวิทยาลัยแม้จะสามารถแบ่งออกเป็น 10 ชนิด ได้แก่ ขยะเปียก ขยะทั่วไป (เศษอาหารชิ้นเล็กๆ เศษลูกอม เศษกระดาษ เศษผ้า หนังก้าง ทิชชู) เศษพลาสติก ถุงพลาสติกแบบหิ้ว กระดาษ ขวดแก้ว แก้วพลาสติก ขวดพลาสติก กระจก และกล่องนม ซึ่งหากแบ่งเป็นกลุ่มของการเกิดขยะจากองค์ประกอบขยะ 10 ชนิด จะแบ่งเป็น กลุ่มเศษอาหาร (ขยะเปียก) ,กลุ่มพลาสติก (เศษขยะ, เศษพลาสติก, ถุงพลาสติกแบบหิ้ว, แก้วพลาสติก และขวดพลาสติก) , กลุ่มแก้ว (ขวดเครื่องดื่ม) , กลุ่มกระดาษ (กระดาษ) ,กลุ่มกระจก (กระจกเครื่องดื่ม) และพวก Multilayer (กล่องนม , กล่องน้ำผลไม้) ซึ่งองค์ประกอบของขยะที่พบบนสัมพันธ์กับกิจกรรมที่เกิดภายในมหาลัย เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ภายในมหาวิทยาลัยเป็นนักศึกษา และบุคลากร และภายในมหาวิทยาลัยมีทั้งร้านค้า ร้านอาหาร อยู่ภายในมหาวิทยาลัย ประชากรส่วนใหญ่ใช้เวลาส่วนมากอยู่ภายในมหาวิทยาลัย จึงทำให้พบขยะชนิดเปียกมากถึง 43% รองลงมาขยะทั่วไป 28% และถุงพลาสติกแบบหิ้ว 8% ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 แสดงค่าร้อยละองค์ประกอบขยะรวมทุกอาคาร

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของขยะพบว่าองค์ประกอบของขยะใน 3 อันดับแรกของมหาวิทยาลัยแม่โจ้มีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยของ อูชา และคณะ (2559) โดยพบว่าองค์ประกอบขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรักซ์ มากที่สุด 3 ลำดับแรก คือ ขยะเปียก รองลงมาเป็นขยะพลาสติก และพวกขยะติดเชื้อ สารอันตราย เนื่องจากภายในมหาวิทยาลัยมีนักศึกษา และบุคลากรจำนวนมากทั้งยังมีศูนย์การแพทย์ในมหาวิทยาลัยอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าองค์ประกอบของขยะมีความแตกต่างตามพื้นที่การใช้งานจริงซึ่งมีลักษณะของกิจกรรมที่ต่างกัน โดยจะแบ่งพื้นที่เป็น อาคารที่มีการเรียนการสอนและสำนักงาน, อาคารสำนักงาน และโรงอาหารรวมและหอพัก (หอในมหาวิทยาลัย)

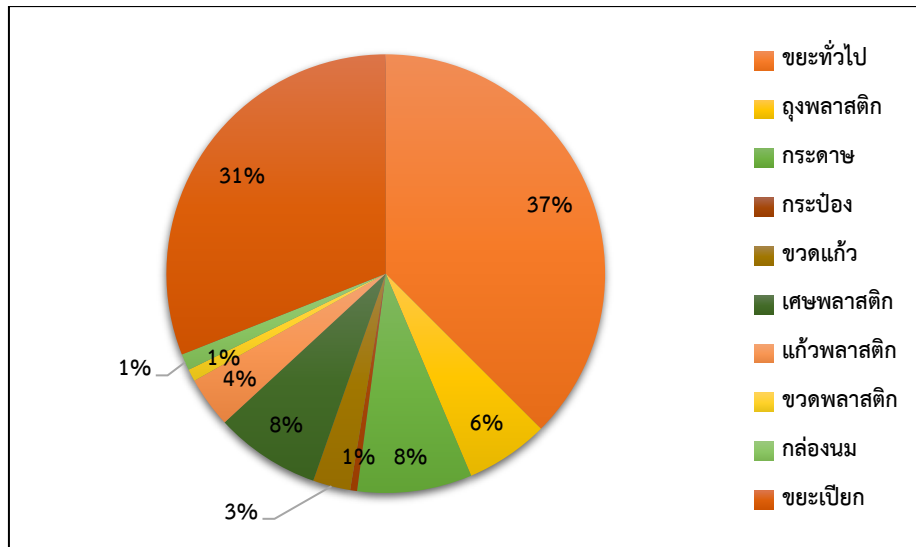
ผลการศึกษาในพื้นที่อาคารที่มีการเรียนการสอน และสำนักงาน พบว่ามีสัดส่วนของขยะเปียก (มาม่า เบเกอรี่ ข้าวเหนียว เปลือกผลไม้ตามฤดูกาล) มากที่สุดถึง 45% รองลงมาเป็นขยะทั่วไป (เศษอาหารชิ้นเล็กๆ เศษลูกอม เศษกระดาษ เศษผ้า ผ้า หนังกาย ทิชชู โฟม) ในปริมาณ 26% และถุงพลาสติกชนิดหูหิ้วปริมาณ 10% ตามลำดับ ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แสดงค่าร้อยละองค์ประกอบชยะ (อาคารที่มีการเรียนการสอน และสำนักงาน)

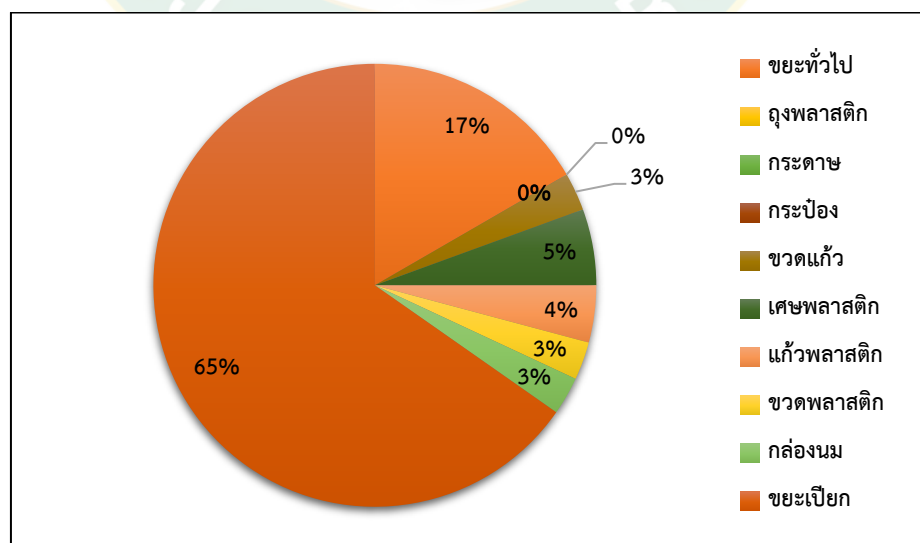
และเมื่อพิจารณาพื้นที่อาคารที่มีการเรียนการสอน และสำนักงาน ตามลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละอาคารพบว่าเป็นอาคารที่มีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นนักศึกษาหรือบุคลากรภายในมหาวิทยาลัย รวมถึงเป็นอาคารที่มีการเรียนการสอน ในพื้นที่มีร้านค้า ร้านขนม และร้านอาหารอยู่ภายใต้อาคาร จึงมีการเกิดชยะที่มากที่สุดโดยเฉพาะชยะเปียก

ในส่วนของพื้นที่ส่วนของอาคารสำนักงาน พบชยะทั่วไปมากที่สุด คิดเป็น 37% รองลงมาเป็นชยะเปียก คิดเป็น 31% และชยะกระดาศ และเศษพลาสติก ปริมาณ 8% ตามลำดับดังภาพที่ 15 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละอาคาร พบว่าเป็นส่วนของพื้นที่ที่มีการให้บริการกับนักศึกษา และบุคลากร เป็นอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ และบางส่วนของอาคารเหล่านี้ เช่น สำนักหอสมุด เป็นอาคารที่มีนักศึกษา และบุคคลภายนอกเข้ามาใช้บริการเป็นจำนวนมาก และมีเพียงบางอาคารเท่านั้น ที่มีร้านค้า และร้านขนม อยู่ภายในอาคาร จึงทำให้ชยะที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จึงเป็นชยะทั่วไป นอกจากนี้หลายอาคารได้เข้าร่วมการรณรงค์ในเรื่องของสำนักงานสีเขียวทำให้มีการคัดแยกในบางส่วน



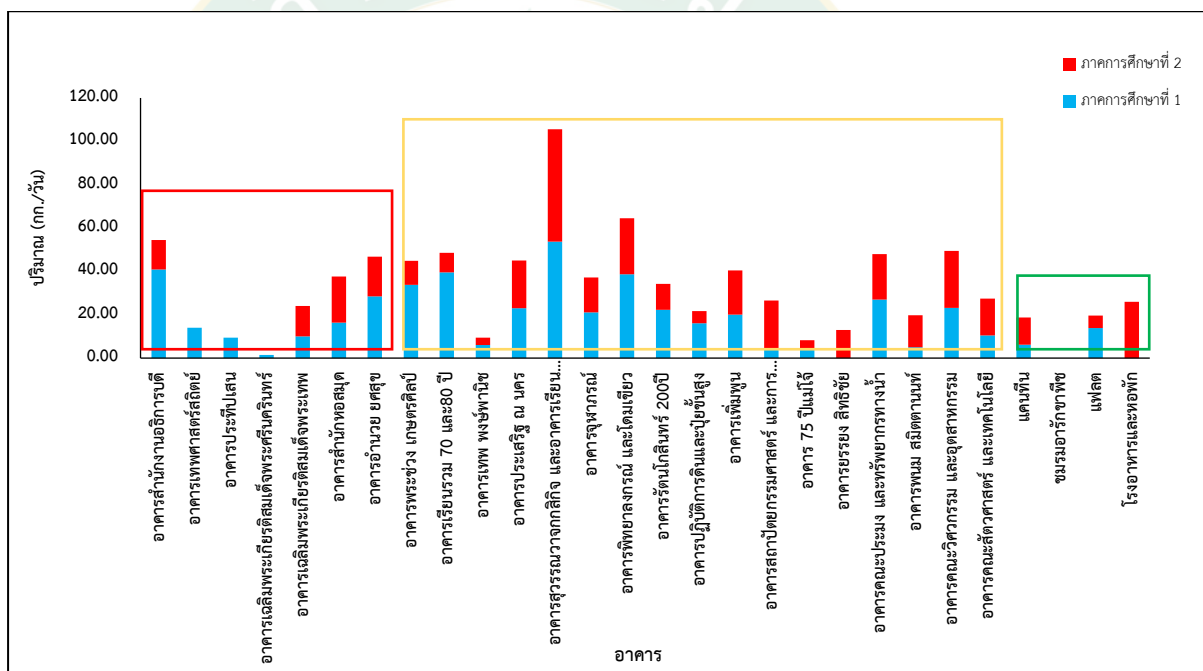
ภาพที่ 15 แสดงค่าร้อยละองค์ประกอบขยะ (อาคารสำนักงาน)

สำหรับพื้นที่โรงอาหาร และหอพัก (หอในมหาวิทยาลัย) พบขยะเปียกมากที่สุดถึง 65% รองลงมาเป็นขยะทั่วไป 17% และขยะเศษพลาสติก 5% ตามลำดับ ดังภาพที่ 16 เมื่อพิจารณา ลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่โรงอาหาร และหอพัก ส่วนใหญ่เป็นอาคารที่มีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมาก ทั้งนักศึกษา และบุคลากรทั้งในส่วนที่เป็นลักษณะการใช้พื้นที่แบบชั่วคราว และพื้นที่อยู่อาศัยของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของทุกคณะภายในมหาวิทยาลัย จึงมีปริมาณการเกิดขยะเปียกมากที่สุด อีกทั้งยังไม่มีการรณรงค์ และให้ความรู้กับประชากรที่ใช้บริการในพื้นที่นี้ เพราะขยะเปียกที่ถูพบในพื้นที่นี้มาจากถุงขยะทั่วไป มีการทิ้งรวมของขยะทุกชนิดในพื้นที่



ภาพที่ 16 แสดงค่าร้อยละองค์ประกอบขยะ (โรงอาหาร และหอพัก)

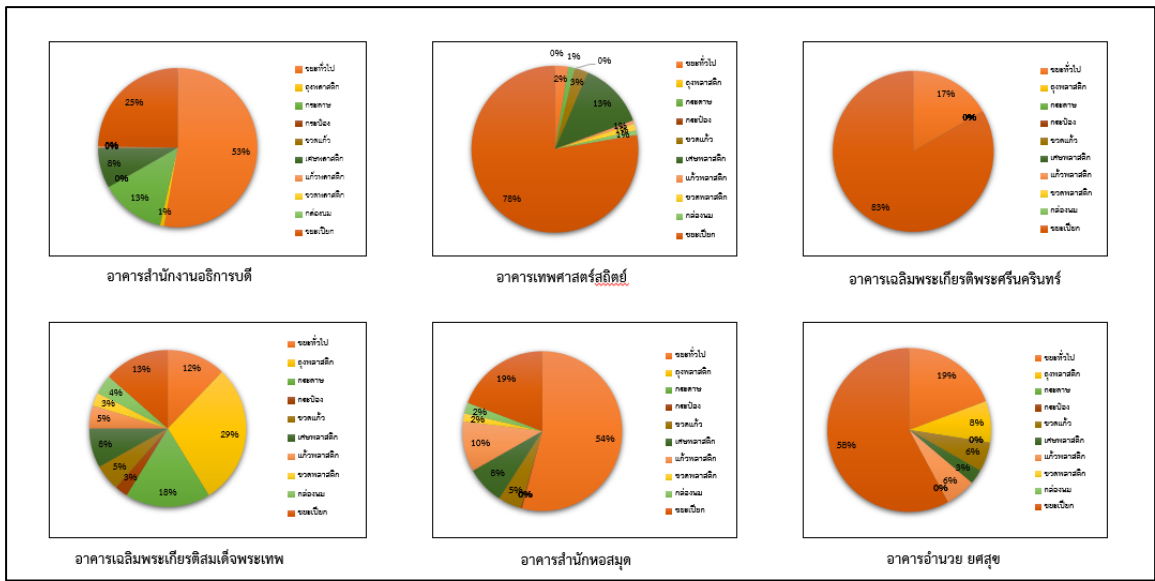
จากผลสัดส่วนขององค์ประกอบขยะที่พบทั้ง 3 พื้นที่ พบว่ามีองค์ประกอบของขยะที่แตกต่างกันตามลักษณะกิจกรรม และการใช้งานจริงในแต่ละพื้นที่ ซึ่งหากพิจารณาจากองค์ประกอบขยะรวมจากทุกอาคารภายในมหาวิทยาลัย โดยไม่มีการแบ่งพื้นที่ตามกิจกรรมที่เกิดขึ้น ดังภาพที่ 13 พบว่ามีปริมาณขยะเปียกมากที่สุด คิดเป็น 43% เนื่องจากภายในอาคารแต่ละอาคารมีร้านอาหาร ร้านกาแฟ ร้านขายขนม หรือบางอาคารอาจมีผู้ใช้บริการมากกว่าอาคารอื่นๆ เน้นไปที่อาคารเรียน และโรงอาหาร สอดคล้องกับผลการวิจัย (วรรณพงษ์ และคณะ, 2559) ที่พบว่าองค์ประกอบมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒของครุฑฯ ที่มีสัดส่วนมากที่สุดในช่วงเปิดเทอม คือ เศษอาหาร โดยคิดเป็นร้อยละ 31.66 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด รองลงมา ได้แก่ พลาสติก กระดาษ ขยะติดเชื้อ และแก้ว ปริมาณการเกิดขยะในแต่ละอาคารแสดงดัง ดังภาพที่ 17



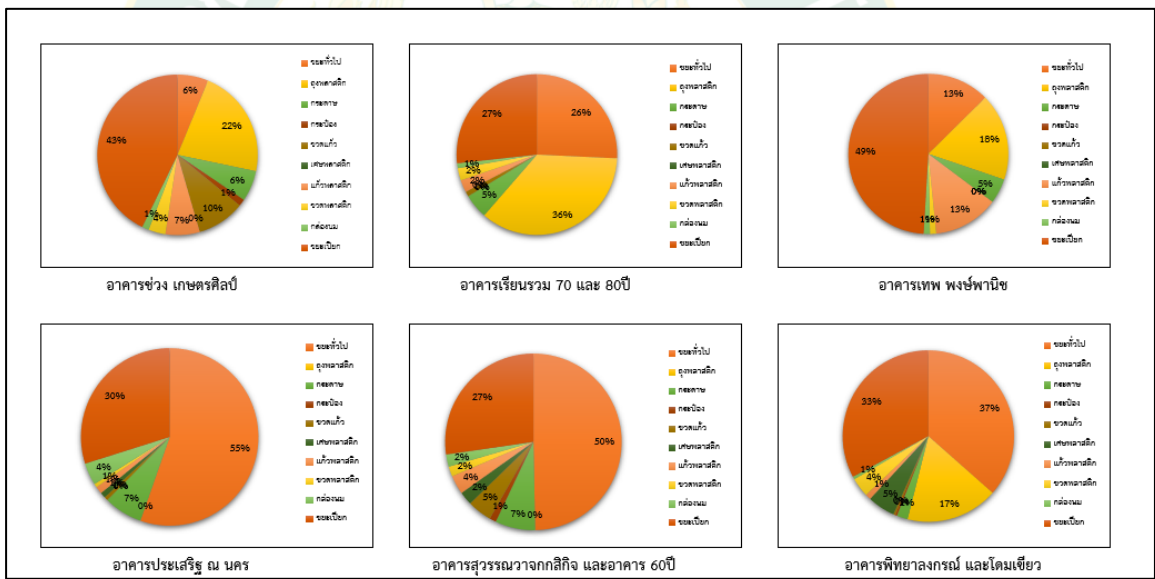
ภาพที่ 17 แสดงปริมาณการเกิดขยะในแต่ละอาคาร (แบ่งตามภาคการศึกษา)

หมายเหตุ (ภาพที่ 17) : หมายเหตุ : (เส้นสีแดง) = ส่วนอาคารสำนักงาน, (เส้นสีเหลือง) = ส่วนอาคารที่มีการเรียนการสอน+สำนักงาน, (เส้นสีเขียว) = ส่วนอาคารที่ไม่มีการเรียนการสอน

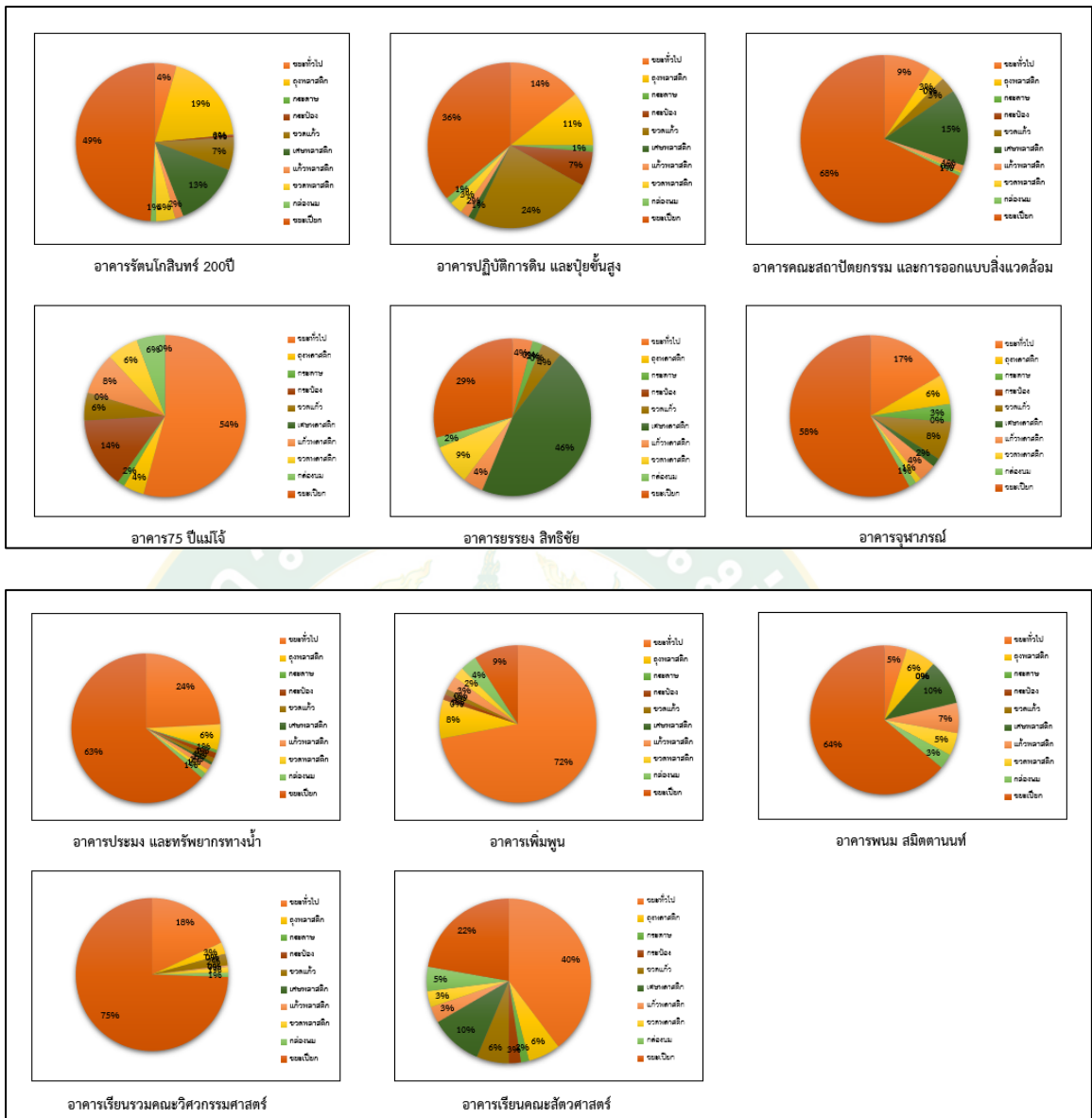
จากภาพที่ 17 พบว่าอัตราการเกิดขยะมูลฝอยส่วนใหญ่จะพบจากกลุ่มอาคารที่มีการเรียนการสอน เนื่องจากบางอาคารเป็นอาคารเรียนรวมที่มีผู้ใช้บริการมาก โดยรองรับรายวิชาการศึกษาทั่วไป หรือวิชาพื้นฐานในปีที่ 1 ของนักศึกษาจากทุกคณะ อีกทั้งอาคารเหล่านี้มีการบริการในส่วนของการอาหาร และเครื่องดื่มทำให้เป็นบริเวณที่มีอัตราการเกิดขยะมากที่สุด นอกจากนี้สัดส่วนของขยะที่เกิดขึ้นจาก 28 อาคาร ได้แสดงดังภาพที่ 18



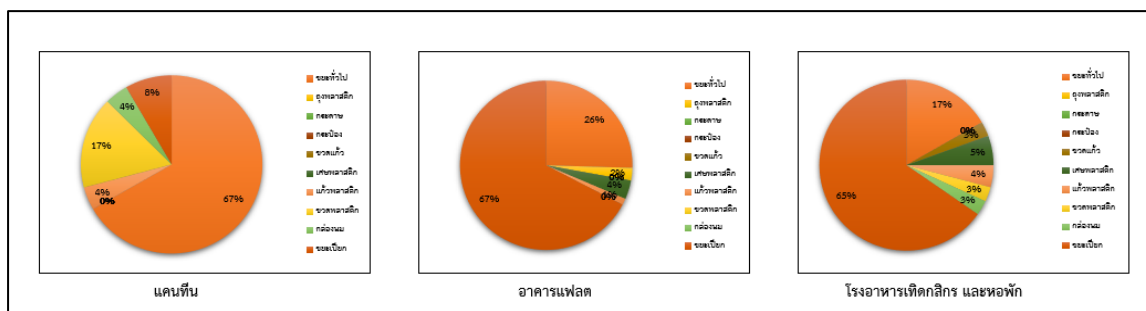
ก. พื้นที่อาคารสำนักงาน



ข. พื้นที่อาคารที่มีการเรียนการสอน และสำนักงาน



ข. พื้นที่อาคารที่มีการเรียนการสอน และสำนักงาน (ต่อ)



ค. พื้นที่โรงอาหาร แพลต และหอพักภายในมหาวิทยาลัย

ภาพที่ 18 สัดส่วนขยะที่เกิดขึ้นทั้ง 28 อาคาร

(ก. พื้นที่อาคารสำนักงาน ข. อาคารที่มีการเรียนการสอน และสำนักงาน

ค. โรงอาหาร แพลต และหอพัก)

1.3 การจัดการขยะในปี 2561-2562

ในปี 2561 และ 2562 มหาวิทยาลัยมียุทธศาสตร์ในการจัดการขยะผ่านการขับเคลื่อนทุกองค์กรเข้าสู่ Green University และได้เริ่มดำเนินการเป็นปีแรก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับประเภทและองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย เพื่อหามาตรการในการแก้ไขปัญหาขยะภายในมหาวิทยาลัย อีกทั้งยังมีการขับเคลื่อนสำนักงานสีเขียว (Green office) ของคณะ สำนัก และองค์กรในมหาวิทยาลัย หลังจากที่มีมหาวิทยาลัยได้มีการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ Green University ทำให้เห็นได้ชัดเจนว่าในปี 2562 การจัดการขยะในมหาวิทยาลัยมีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มจุดทิ้งขยะในแต่ละอาคารที่มากขึ้น จุดทิ้งถังขยะที่เป็นระเบียบตามแต่ละอาคาร มีการรณรงค์และจัดกิจกรรมให้ความรู้กับนักศึกษาและบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะ รวมไปถึงป้ายประชาสัมพันธ์ความรู้ และกิจกรรมในการรณรงค์ที่เป็นรูปธรรมแต่ยังคงมีปัญหาคือ การทิ้งขยะที่ไม่ถูกประเภทของถังขยะ การไม่ทิ้งขยะลงถัง และการใช้พลาสติกที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง เช่น แก้ว หลอด ข้อนพลาสติก และ โฟม

ในส่วนของคุณข้อมูลขยะมูลฝอยจากงานวิจัย ดังภาพที่ 18 พบว่าส่วนของขยะเปียกที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยนอกจากจะเป็นเศษอาหารยังมีขยะเปียกที่เป็นเศษใบไม้ กิ่งไม้จากการตัดแต่ง ซึ่งขยะอินทรีย์เหล่านี้มหาวิทยาลัยจะทำการแยกจัดการออกมากโดยไม่นำมาปะปนกับรถเก็บขนขยะ แต่ขยะอินทรีย์ซึ่งเป็นเศษอาหารส่วนใหญ่มาจากถังขยะภายในมหาวิทยาลัย ไม่ว่าจะเป็นเศษอาหารที่รับประทานไม่หมด เศษไม้เสียอาหารต่างๆ เศษเปลือกผลไม้ตามฤดูกาล ขนมหลือทิ้ง

น้ำจากแก้วน้ำพลาสติกที่ไม่ถูกเทออกก่อนนำแก้ว และหลอดมาทิ้งลงถังขยะ โดยขยะทั้งหมดนี้ส่วน
พบปะปนกันในถังขยะทุกประเภทภายในมหาวิทยาลัย

สำหรับขยะทั่วไป จะเป็นชนิดขยะส่วนเล็กๆ ไม่ว่าจะเป็นเศษถุงขนม เศษถุงพลาสติกที่
ขาดแล้ว เศษเปลือกลูกอม หลอดดูดน้ำ แก้วพลาสติกพร้อมฝาแก้ว ภาชนะบรรจุอาหารที่เป็น
พลาสติก กล่องโฟมเศษทิชชูต่างๆปะปนกันในถัง แต่มักพบว่ามีขยะชนิดที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้
ปะปนมาด้วย รวมไปถึงการลักลอบทิ้งขยะเปียกที่ถูกมัดรวมกันอยู่ในถุงเสมอ หรือแม้แต่มาฆ่าคัพที่
ยังคงมีน้ำมาฆ่า และเส้นปะปนอยู่ด้วย ในขณะที่ขยะประเภทถุงพลาสติกที่พบมักเป็นถุงที่มีความ
หนาแน่นต่ำ มักใช้สำหรับการบรรจุขนม ถูกลูกชิ้น ถูใส่อาหาร ที่ได้ตามร้านค้าทั่วไป และปนเปื้อน
ด้วยเศษอาหารเสมอ ทำให้การคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถังทำได้ยาก และอาจต้องเพิ่มขึ้นตอนในการทำ
ความสะอาดเพิ่มเติม หากต้องการนำไปใช้ซ้ำหรือรีไซเคิล

จากผลที่เกิดขึ้นขององค์ประกอบขยะที่ถูกพบในงานวิจัย แสดงให้เห็นว่าการจัดการ
ขยะตั้งแต่ต้นทางของมหาวิทยาลัยต้องได้รับการปรับปรุง เพื่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในระยะยาว
ต่อมหาวิทยาลัย ในการก้าวเข้าสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว เริ่มจากการสร้างความตระหนัก การลด และ
การส่งเสริมการแยกขยะตั้งแต่ต้นทางให้ถูกประเภทของขยะ การให้ความรู้กับนักศึกษา บุคลากรทุก
คณะ และหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าการสร้าง หรือพัฒนาแอปพลิเคชัน
ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทางให้ง่ายมากขึ้น และสามารถนำไปต่อยอดเพื่อใช้งาน
ในอนาคตได้ต่อไปภายในมหาวิทยาลัย

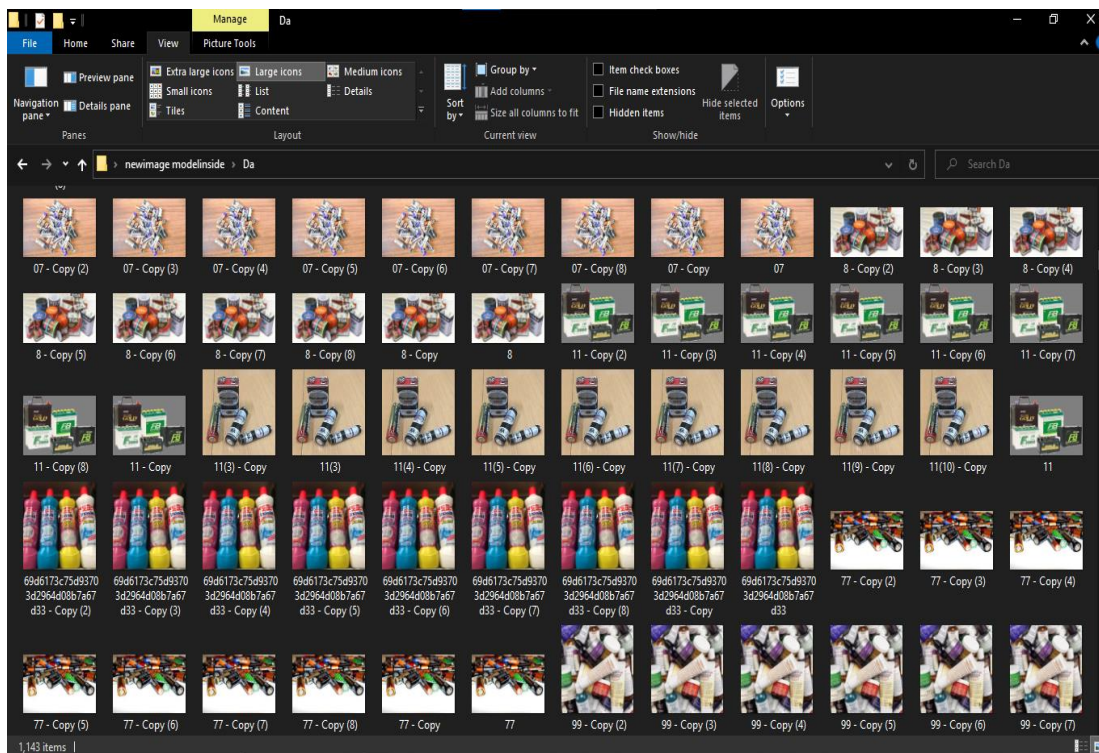
ตอนที่ 2 การพัฒนาและทดสอบโมเดล WASTE

2.1 การประเมินค่าความแม่นยำของการนำเข้าข้อมูลภาพขยะ

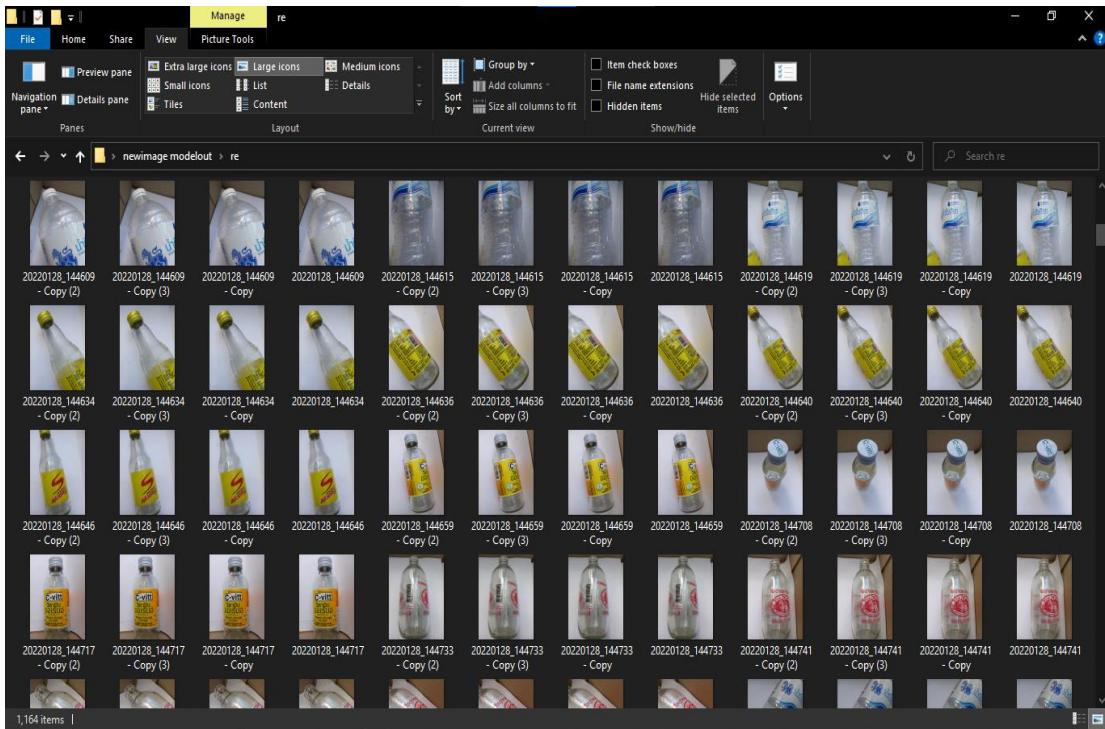
จากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการฝึกฝนโมเดลที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือทดสอบค่าความ
แม่นยำประกอบด้วย VGG16 CNN InceptionV3 Mobilenet และResnet50 โดยจะมีการทดสอบ
ความแม่นยำของการนำเข้าข้อมูลภาพด้วยการกำหนดภาพถ่ายจาก 3 แหล่ง ได้แก่ภาพจากชุดข้อมูล
Inside Outside และรวม Inside และOutside

โดยมีการเลือกรูปภาพ ดังนี้ ชุดข้อมูล Inside เป็นรูปภาพขยะทั้ง 4 ชนิดที่มาจาก
ฐานข้อมูลออนไลน์ทั้งหมด,ชุดข้อมูลชุด Outside เป็นรูปภาพขยะทั้ง 4 ชนิดที่ไม่ได้มาจากฐานข้อมูล

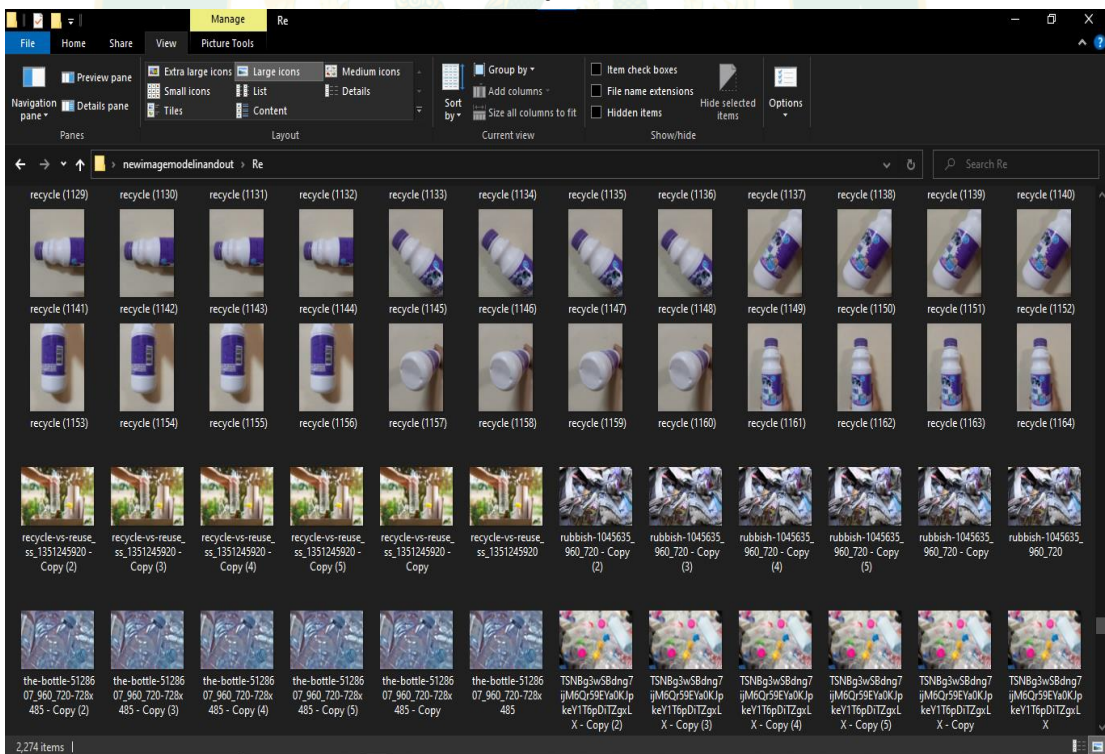
ออนไลน์แต่ถูกถ่ายตามสถานที่ต่างๆ และสำหรับชุดข้อมูล รวม Inside และ Outside เป็นรูปภาพ
 ขยะทั้ง 4 ชนิดที่รวมมาจากชุดข้อมูล 2 ชุดแรกรวมกัน ดังภาพที่ 19



ก. ชุดข้อมูล Inside



ข. ชุดข้อมูล Outside



ค. ชุดข้อมูล InsideและOutside

ภาพที่ 19 ตัวอย่างรูปภาพแต่ละชุดข้อมูล

(ก. ชุดข้อมูล Inside ข.ชุดข้อมูล Outside ค.ชุดข้อมูล InsideและOutside รวม3 ชุดข้อมูล)

รายละเอียดจำนวนรูปภาพในแต่ละชุดข้อมูล ดังตารางที่ 10 รูปภาพที่ใช้ในการวิจัยได้มีการปรับขนาดให้เท่ากันทุกภาพ ภาพของขยะแต่ละชนิดที่ใช้ในโมเดลจะถูกปรับขนาดให้มีความกว้าง×สูง เท่ากับ 224×224 และข้อมูลสำหรับภาพขยะแต่ละภาพจะถูกปรับให้อยู่ในช่วง 0.0-1.0 โดยมีการแบ่งพิกเซลในแต่ละภาพ คือ 255 แต่สีของพื้นหลังแต่ละชุดข้อมูลมีความแตกต่างกัน คือชุดข้อมูล Inside จะมีสีที่สดใส และชัดเจน ,ชุดข้อมูล Outside พื้นหลังกำหนดให้เป็นสีขาว และสีของชุดข้อมูลนี้จะไม่ค่อยสดใส และชุดข้อมูล Inside และOutside จะมีการคละกันของทั้งภาพที่สีสดใส และสีที่ไม่ค่อยสดใส เนื่องจากการรวมภาพของทั้ง 2 ชุดข้อมูล

ตารางที่ 10 จำนวนภาพของขยะแต่ละชนิดที่นำเข้าสู่โมเดล

ภาพจากอินเทอร์เน็ต (Inside)	ภาพจากการถ่ายภาพจริง (Outside)	ภาพรวมจาก 2 ชุดข้อมูล (Inside และOutside)
GE = 1143 picture	GE = 1040 picture	GE = 2183 picture
RE = 1050 picture	RE = 1010 picture	RE = 2060 picture
WE = 1110 picture	WE = 1164 picture	WE = 2274 picture
DA = 1120 picture	DA = 1064 picture	DA = 2184 picture
รวม = 4,423 picture	รวม = 4,278 picture	รวม = 8,701 picture

หมายเหตุ : GE (General waste) = ขยะทั่วไป ,RE (Recycle waste) = ขยะรีไซเคิล ,WE (Wet waste) = ขยะเปียกหรือขยะย่อยสลาย และDA (Dangerous waste) = ขยะอันตราย

ชุดข้อมูลรูปภาพเมื่อนำเข้า ภายในโมเดลจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สำหรับการฝึกโมเดล (Training model) 80% และอีก 20% สำหรับการทดสอบโมเดล (Evaluation model) และในงานวิจัยนี้ใช้จำนวนรอบในการฝึกคือ 50 และ100 รอบ เพื่อหาว่าโมเดลใดที่ให้ค่าความแม่นยำ ในการทำนายการจัดหมวดหมู่ประเภทขยะได้แม่นยำมากที่สุดจาก 1 ใน 5 โมเดลนี้ เพื่อคัดเลือกโมเดลสำหรับการนำไปใช้พัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป

โมเดลทั้ง 5 โมเดลนี้เป็นส่วนหนึ่งของ Deep Learning (การเรียนรู้เชิงลึก) ซึ่งโมเดลทั้ง 5 ประเภทนี้ VGG16, CNN, InceptionV3, Mobilenet และResnet50 มักถูกนำมาใช้ในการจำแนกประเภทหมวดหมู่ รูปภาพ การจับความรู้สึกของมนุษย์ สอดคล้องกับสุริยะ (2563) ที่ใช้โมเดล DCNNs, inceptionV3, VGG16 และResnet50 ในการฝึกรูปภาพของผลึกน้ำตาล แต่ละแบบ เพื่อช่วยให้ง่ายต่อการดูผลึก ในกระบวนการเคี้ยวน้ำตาลจากอุตสาหกรรมน้ำตาลที่จำเป็นต้องใช้ช่าง

เคี้ยวน้ำตาลที่มีประสบการณ์มาก จึงจะสามารถแยกผลึกของอ้อยที่เคี้ยวได้ และงานวิจัยของ ศศิชา และคณะ (2562) ใช้เทคนิคปัญญาประดิษฐ์จับความรู้สึกของคนผ่านการแสดงออกทางสีหน้า โดยใช้โมเดลที่ทำการฝึกรูปภาพในแต่ละความรู้สึก คือ GoogleLeNet, VGG16, Resnet50 และ SqueezeNet

ซึ่งผลการประเมินความแม่นยำของโมเดลพบว่า โมเดล Mobilenet : ชุดข้อมูล Inside ให้ค่าความแม่นยำที่ดีที่สุด ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบค่าความแม่นยำของแต่ละโมเดลที่ epoch 50 และ100 (ค่าเฉลี่ย)

โมเดล	VGG		CNN		Inception		Mobilenet		Resnet	
	Final loss	Final acc	Final loss	Final acc	Final loss	Final acc	Final loss	Final acc	Final loss	Final acc
Inside										
epoch 50	1.77	75.40%	0.34	32.04%	3.61	78.64%	0.47	89.97%	1.34	32.20%
epoch 100	1.81	75.40%	0.34	32.04%	4.38	74.92%	0.51	89.00%	1.33	29.61%
Outside										
epoch 50	3.36	61.36%	0.26	43.91%	22.37	47.42%	2.36	60.07%	1.37	35.48%
epoch 100	3.59	62.18%	0.28	40.05%	20.45	51.05%	2.94	60.89%	1.36	37.47%
Inside และ Outside										
epoch 50	6.72	59.59%	0.29	39.39%	6.97	72.47%	1.36	76.27%	1.39	29.22%
epoch 100	6.83	59.59%	0.34	28.88%	8.67	72.54%	1.73	75.05%	1.39	30.03%

จากตารางที่ 11 สำหรับชุดข้อมูล และจากตารางที่ 10 มีรูปภาพขยะทั้ง 4 ชนิด จำนวน 4,423 รูปภาพ ที่โมเดล Mobilenet (เรียนรู้จำนวน 50 และ100 รอบ) ใช้มีอัตราความ

ถูกต้อง 89.97% และ 89.00% ตามลำดับ ตามด้วยโมเดล Inception (เรียนรู้จำนวน 50 และ 100 รอบ) มีอัตราความถูกต้อง 78.64% และ 74.92% ตามลำดับ แต่โมเดล VGG (เรียนรู้จำนวน 50 และ 100 รอบ) มีอัตราความถูกต้อง 75.40% และ 75.40% ตามลำดับแต่ที่ 100 รอบ กลับมีค่าความถูกต้องที่มากกว่าโมเดล Inception ส่วนของโมเดล Resnet และโมเดล CNN (เรียนรู้จำนวน 50 และ 100 รอบ) มีอัตราความถูกต้องที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังตาราง 24 ดังนั้นในส่วนของชุดข้อมูล Inside พบว่าโมเดล Mobilenet นั้นให้ค่าดีที่สุด ดูได้จากค่า Final acc (ค่าความแม่นยำ) คือ 89.97% และ 89.00% และมีค่า Final loss (ค่าความผิดพลาด) คือ 0.47 และ 0.51 ตามลำดับ เพราะค่า Final acc ยิ่งเข้าใกล้ 100% มากเท่าใด หมายถึง Model นั้นมีค่าความแม่นยำ ในการทำนายประเภท และจำแนกภาพขยะได้ดี และในส่วนของค่า Final loss ยิ่งมีค่าใกล้ 0.00 มาก หมายถึง Model นั้นมีความผิดพลาดในการทำนายประเภทของขยะได้น้อย คือ ทำให้มีค่าการทำนายผิดพลาดน้อยลงตามไปด้วย

ส่วนของจำนวนรอบในการฝึกฝนโมเดลแต่ละชุด คือ เริ่มตั้งแต่ 50 พบว่าทั้ง 5 โมเดลมีค่าความแม่นยำค่อนข้างมาก แต่เมื่อฝึกฝนโมเดลที่ 100 รอบกลับพบว่าโมเดลมีค่าความแม่นยำน้อยลงเป็นส่วนใหญ่ จึงสันนิษฐานได้ว่าจำนวนรอบในการเรียนรู้ของทั้ง 5 โมเดล มีผลต่อค่าความแม่นยำ แต่ถ้าหากต้องการให้ค่าความแม่นยำของแต่ละโมเดลมีค่าเพิ่มขึ้น จำเป็นต้องมีการเพิ่มรูปภาพขยะแต่ละประเภทเข้าไปในแต่ละชุดข้อมูล ให้มีภาพที่หลากหลาย และมีหลายมุมมอง เพื่อฝึกฝนโมเดลให้สามารถทำนายภาพได้หลากหลายมากขึ้นในแต่ละประเภทขยะ เมื่อนำไปใช้งานจริง

หากเปรียบเทียบผลการทดลองจากตารางที่ 11 ในแต่ละโมเดล แบบแบ่งเป็นชุดข้อมูล จะพบว่า ชุดข้อมูลรูปภาพ Inside ให้ค่าความแม่นยำในการทำนายรูปภาพได้แม่นยำกว่าชุดข้อมูล Outside และ Inside และ Outside อาจเป็นไปได้ว่าภาพของชุดข้อมูล Inside มีสีสันทึบดarker พื้นหลังที่หลากหลายมากกว่าอีก 2 ชุดข้อมูล

หากเปรียบเทียบความเร็วในการประมวลผลของแต่ละโมเดล และแต่ละชุดข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยรอบการเรียนรู้ (epoch) จำนวน 50 และ 100 รอบพบว่า

ชุดข้อมูลแบบ Inside ทั้ง 5 โมเดลใช้เวลาในการทดสอบการเรียนรู้ที่ 50 และ 100 รอบประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง 45 นาทีทุกชุดข้อมูล

ชุดข้อมูลแบบ Outside ในการทดสอบด้วยการเรียนรู้จำนวน 50 รอบ โมเดล VGG และ CNN ใช้เวลาใกล้เคียงกันประมาณ 6 ชั่วโมง และโมเดล Inception, Mobilenet และ Resnet ใช้เวลาประมาณ 7 ชั่วโมง ส่วนของการเรียนรู้ที่ 100 รอบ โมเดล CNN ใช้เวลาประมาณ 9 ชั่วโมง 30 นาที ,โมเดล VGG และ Mobilenet ใช้เวลาประมาณ 12-13 ชั่วโมง ส่วนโมเดล Inception ,Resnet ใช้เวลาประมาณ 13 ชั่วโมง

ชุดข้อมูลแบบ Inside และ Outside ในการทดสอบด้วยการเรียนรู้จำนวน 50 รอบ โมเดล CNN ,Inception และ Mobilenet ใช้เวลาประมาณ 7-8 ชั่วโมง และโมเดล Resnet และ VGG ใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง ส่วนของการเรียนรู้ที่ 100 รอบ โมเดล CNN, Inception และ VGG ใช้เวลาประมาณ 14-15 ชั่วโมง และโมเดล Mobilenet และ Resnet ใช้เวลาประมาณ 15-16 ชั่วโมง

เมื่อนำผลการทดลองของแต่ละชุดข้อมูลตารางที่ 11 ในแต่ละโมเดลพบว่าเวลาที่ทำการประมวลผลการเรียนรู้ไม่ส่งผลต่อค่าความแม่นยำของข้อมูล หากดูในตารางที่ 11 ในช่องค่า Epoch 100 จากทั้ง 3 ชุดข้อมูล จากทุกโมเดลมีค่าความแม่นยำ (Final acc) ส่วนใหญ่น้อยกว่า ค่า Epoch 50 เกือบทั้งหมด จากตารางที่ 11 และถ้าหากในช่องค่า Final acc ของทั้ง 3 ชุดข้อมูลของทั้ง 5 โมเดล มีค่าเข้าใกล้ 100% มากเท่าใดแสดงถึงข้อมูลมีความแม่นยำมากขึ้นเท่านั้น และช่อง Final loss ของทั้ง 3 ชุดข้อมูลของทั้ง 5 โมเดล มีค่าเข้าใกล้ 0.00 มากเท่าใดแสดงถึงข้อมูลมีความผิดพลาดน้อยลงเท่านั้น และจากตารางที่ 11 พบว่าชุดข้อมูลที่ดีที่สุดคือ ชุดข้อมูลแบบ Inside ที่โมเดล Mobilenet

จากข้อมูลของความแม่นยำที่ได้จากการทดสอบ 5 โมเดลตามที่ได้อธิบายข้างต้น ผู้วิจัย จึงคัดเลือกโมเดลที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ โมเดล Mobilenet : ชุดข้อมูล Inside เนื่องจากโมเดลในชุดข้อมูลนี้ทั้งหมดใช้เวลาในการประมวลผลข้อมูล (ฝึกฝนโมเดล) ได้รวดเร็วที่สุด คือ 1 ชั่วโมง 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง 45 นาที และนำไปพัฒนาเป็น application ชื่อ WASTE ด้วยโปรแกรมสำหรับสร้างแอปพลิเคชันฟรี คือ โปรแกรม Flutter และโปรแกรม Android studio สำหรับการออกแบบแอปพลิเคชันซึ่งผู้ที่ทำการสร้างแอปพลิเคชันได้รับการสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษา

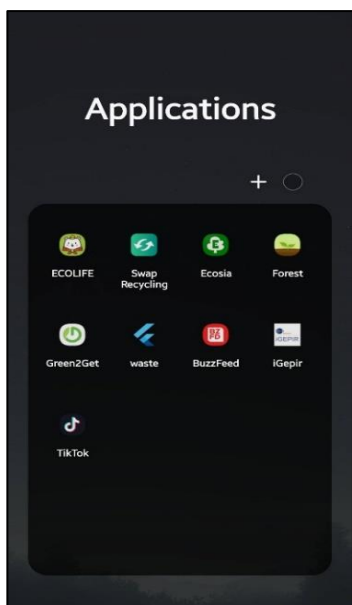
ตอนที่ 3 ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันเพื่อช่วยในการจัดการขยะ

การศึกษางานวิจัยเรื่อง “การปรับปรุงระบบการจัดการขยะสำหรับมหาวิทยาลัยสีเขียวโดยใช้แอปพลิเคชันบนมือถือ” ซึ่งได้ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มนักเรียน (50

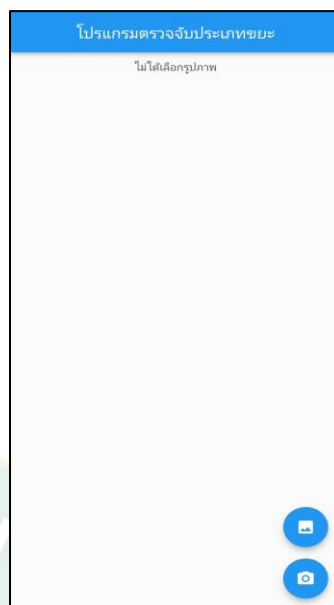
คน) และนักศึกษา/บุคลากร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (50 คน) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แอปพลิเคชัน WASTE (แอปพลิเคชัน) ภาพที่ 20 เพื่อช่วยในการคัดแยกก่อนทิ้งขยะลงถัง เพื่อส่งเสริมการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และแบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน WASTE และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการใช้แอปพลิเคชัน WASTE

ซึ่งแอปพลิเคชันมีวิธีการใช้งาน คือ เปิดแอปพลิเคชันที่ไอคอนชื่อ “WASTE” จากนั้นเมื่อกดปุ่ม ไอคอน WASTE จะพบหน้าจอแสดงผล สำหรับใช้ถ่ายภาพขยะ และหลังจากนั้นหากต้องการถ่ายภาพขยะจึงกดปุ่มรูป กล้องถ่ายรูป ที่หน้าจอแสดงผล เมื่อถ่ายภาพขยะที่ต้องการทิ้งให้ลงถังแล้ว หน้าจอจะแสดงผลรูปขยะที่ถูกถ่ายไว้ กด ตกลง หลังจากนั้นแอปพลิเคชันจะทำการประมวลผลออกมาที่หน้าจอแสดงผล เพื่อแนะนำผู้ใช้แอปพลิเคชัน ให้นำขยะไปทิ้งที่ถังที่ถูกต้อง ดังภาพที่ 20





ไอคอน แอปพลิเคชัน WASTE



หน้าจอแสดงผล (สำหรับถ่ายภาพขยะ)



ภาพถ่ายขยะ (ต้องการทิ้ง)



หน้าจอแสดงผล(ทิ้งขยะลงถังประเภทใด)

ภาพที่ 20 แอปพลิเคชัน WASTE

โดยแบบสอบถามความพึงพอใจการใช้งานแอปพลิเคชัน WASTE แบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นคำถามแบบตรวจสอบรายการ (check list)

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน มีลักษณะคำถามเป็นแบบระดับความคิดเห็น 5 ระดับ(rating scale) และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม มีลักษณะคำถามปลายเปิด (open ended) สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.1 ลักษณะประชากรศาสตร์ของกลุ่มนักเรียน และนักศึกษา/บุคลากร ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

การวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลกับกลุ่มนักเรียน เข้าร่วมงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติภาคเหนือตอนบนประจำปี 2565 และนักศึกษา รวมถึงบุคลากรที่ทำงานภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบการตอบแบบสอบถาม หลังจากที่ได้มีการทดลองการใช้งานแอปพลิเคชัน WASTE ผลจากการเก็บข้อมูลมีลักษณะทางประชากรศาสตร์ ดังนี้

3.1.1 เพศ

จากจำนวนกลุ่มนักเรียน และนักศึกษา/บุคลากร ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ทั้งหมด (n=100) พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 14 คน ร้อยละ 14 และเพศหญิง จำนวน 86 คน ร้อยละ 86

3.2.2 อายุ

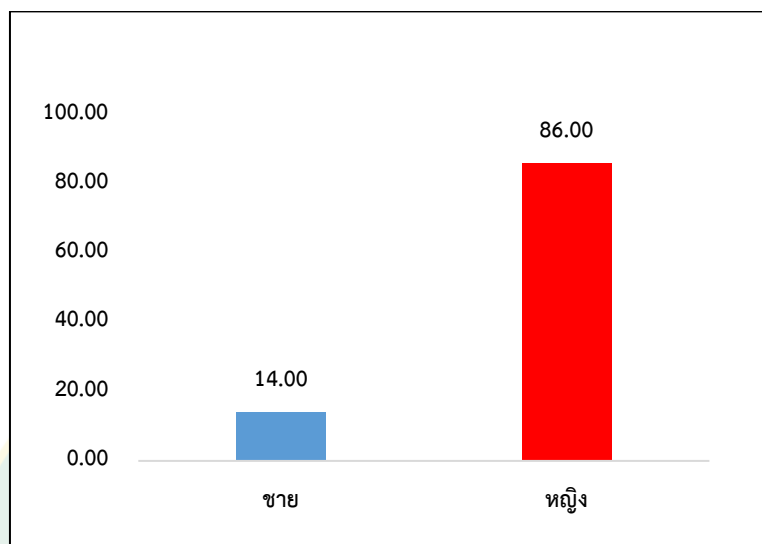
จากจำนวนกลุ่มนักเรียน และนักศึกษา/บุคลากร ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ทั้งหมด 100 คน มีอายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 48.0 รองลงมาช่วงอายุ 20-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.0 และช่วง 30 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 10.0

3.2.3 วุฒิการศึกษา

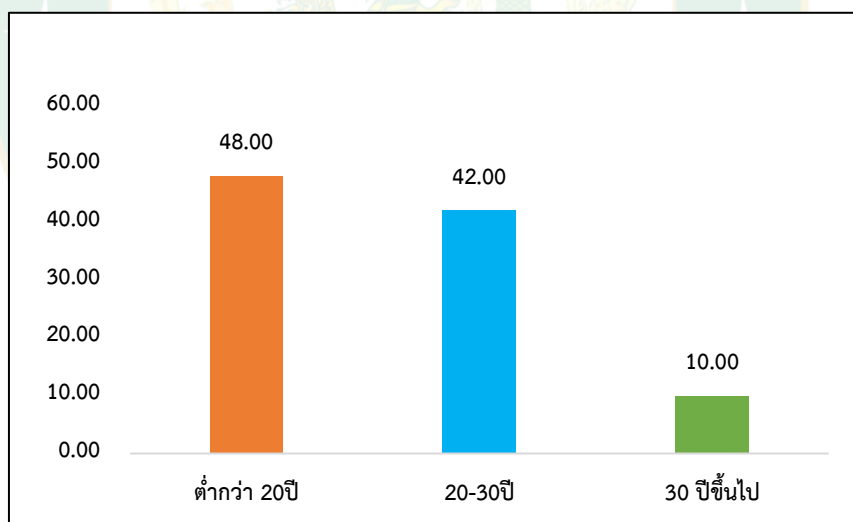
จากจำนวนกลุ่มนักเรียน และนักศึกษา/บุคลากร ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ทั้งหมด 100 คน มีวุฒิการศึกษาที่แตกต่างกัน ดังนี้ ระดับต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 50 คน รองลงมาระดับปริญญาตรี 43 คน และสูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 7 คน

3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปได้ดังนี้

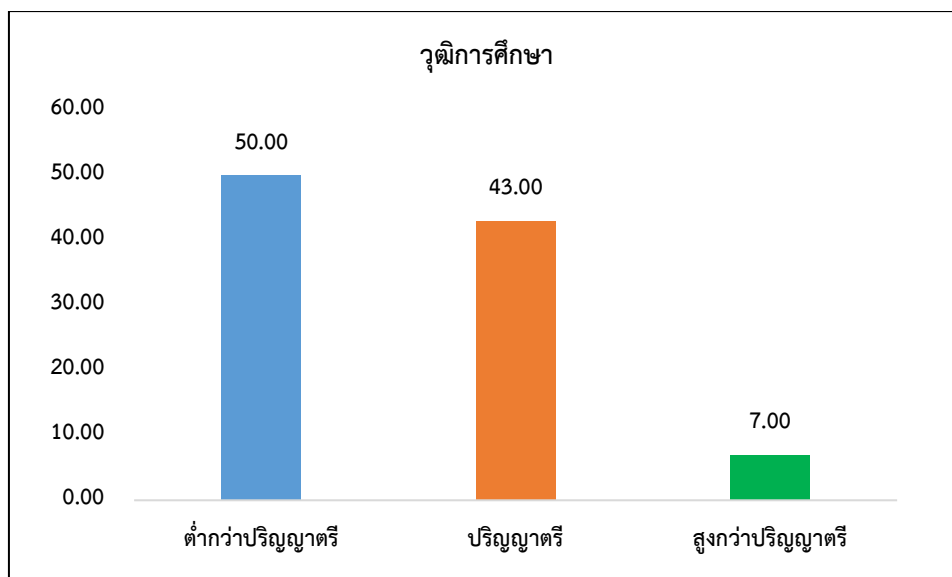
3.2.1 ด้านข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม



ข้อมูลทั่วไป ด้านเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม



ข้อมูลทั่วไป ด้านอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม



ข้อมูลทั่วไป ด้านวุฒิการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

ภาพที่ 21 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ อายุ และวุฒิการศึกษา

3.2.2 ด้านการประเมินความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชัน WASTE เพื่อช่วยในการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถัง

ตารางที่ 12 การประเมินความพึงพอใจต่อของแอปพลิเคชัน WASTE เพื่อช่วยในการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถัง

ด้านการออกแบบ	μ	S.D	แปรผล	อันดับ
1. สีตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.30	0.69	มาก	3
2. ขนาดของปุ่มกดมีความเหมาะสม	4.24	0.76	มาก	4
3. รูปแบบในการจัดวางองค์ประกอบในแอปพลิเคชัน	4.26	0.78	มาก	4
4. มีความสะดวกในการใช้งาน (ใช้งานง่าย,ไม่ซับซ้อน)	4.61	0.65	มากที่สุด	1
5. แอปพลิเคชันมีความน่าสนใจ	4.55	0.64	มากที่สุด	2
รวม	4.39	0.70	มาก	
ด้านการประยุกต์ใช้งาน	μ	S.D	แปรผล	อันดับ
1. ข้อมูลในแอปพลิเคชันมีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน	4.61	0.61	มากที่สุด	1
2. แอปพลิเคชันสามารถช่วยกระตุ้นให้การแยกขยะมีประสิทธิภาพมากขึ้น	4.51	0.69	มากที่สุด	2
3. แอปพลิเคชันสามารถช่วยในการตัดสินใจทิ้งขยะที่ถูกต้องตามประเภทของถังมากขึ้น	4.57	0.72	มากที่สุด	2
รวม	4.56	0.67	มากที่สุด	

3.3 การแปรผลด้านข้อมูลเบื้องต้น และด้านความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน WASTE เพื่อช่วยในการคัดแยกขยะ

1. ด้านข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่ากลุ่มนักเรียน และนักศึกษา/บุคลากร ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ทั้งหมด 100 คน มีอายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 48.0 รองลงมาช่วงอายุ 20-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.0 และช่วง 30 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 10.0 ในด้านวุฒิการศึกษา พบว่าส่วนใหญ่ มีระดับระดับต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 50.0 รองลงมาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 42.0 และสูงกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 7.0

2. ด้านความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน WASTE เพื่อช่วยในการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถัง ดังตารางที่ 13 ภาพรวมด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน อยู่ในระดับมาก ($\mu = 4.39$) หากพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด คือ แอปพลิเคชันมีความสะดวกในการใช้งาน (ใช้งานง่าย, ไม่ซับซ้อน) ($\mu = 4.61$) ,แอปพลิเคชันมีความน่าสนใจ ($\mu = 4.55$) ,สีตัวอักษรมีความเหมาะสม ($\mu = 4.30$) ,รูปแบบในการจัดวางองค์ประกอบในแอปพลิเคชัน ($\mu = 4.26$) และขนาดของปุ่มกดมีความเหมาะสม ($\mu = 4.24$) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ วิสิทธิ์ (2020) แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับการเผยแพร่มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมภาคใต้ตอนล่างด้านการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ อยู่ในระดับมาก ($\mu = 4.24$) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิรายุ และคณะ (2560) ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจด้านการออกแบบตัวแอปพลิเคชันการจัดการขยะมูลฝอย โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\mu = 4.44$) สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่าแอปพลิเคชันมีความสะดวกในการใช้งานที่ง่าย และไม่ซับซ้อน มีความน่าสนใจ สีตัวอักษรมีความเหมาะสม การจัดวางองค์ประกอบ และขนาดของปุ่มกดในแอปมีความเหมาะสม เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถังได้

และในด้านการประยุกต์ใช้งานแอปพลิเคชัน WASTE เพื่อช่วยในการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถัง ดังตารางที่ 12 ภาพรวมด้านการประยุกต์ใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\mu = 4.56$) หากพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด คือ ข้อมูลในแอปพลิเคชันมีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน ($\mu = 4.61$) ,แอปพลิเคชันสามารถช่วยในการตัดสินใจทิ้งขยะที่ถูกต้องตามประเภทของถังมากขึ้น ($\mu = 4.57$) และแอปพลิเคชันสามารถช่วยกระตุ้นให้การแยกขยะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ($\mu = 4.51$) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิสิทธิ์ และคณะ (2563) แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับการเผยแพร่มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมภาคใต้ตอนล่างด้านความน่าเชื่อถือ และประโยชน์ อยู่ในระดับมาก ($\mu = 4.11$) สรุปความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชัน WASTE เพื่อช่วยในการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถังมีการออกแบบแอปพลิเคชันที่ดี ใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และสามารถกระตุ้นการแยกขยะก่อนทิ้งลงถังได้ ดังนั้นจากผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน WASTE ของงานวิจัยชิ้นนี้น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยขับเคลื่อนการจัดการของเสียในมหาวิทยาลัยโดยจะช่วยให้บุคลากร และนักศึกษาสามารถแยกขยะเพื่อทิ้งลงถังได้อย่างถูกต้องมากขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาศึกษาสามารถสรุปผลการทดลอง การปรับปรุงระบบการจัดการขยะสำหรับมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยใช้แอปพลิเคชันบนมือถือ ได้ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การศึกษาปริมาณ และองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ เพื่อวางแผนการจัดการขยะในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ให้มีประสิทธิภาพ

พบว่าการจัดการขยะตั้งแต่ต้นทางของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต้องได้รับการปรับปรุง เพื่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงระยะยาวต่อมหาวิทยาลัย เนื่องจากในช่วงระยะเวลาการศึกษา และทำการวิจัย ยังคงมีการทิ้งขยะที่ไม่ถูกชนิด และถูกประเภทของถังขยะภายในอาคารที่ทำการวิจัย ทางมหาวิทยาลัย จึงจำเป็นต้องสร้างความตระหนัก การลด และการส่งเสริมการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง ให้ถูกชนิด และประเภทของถังขยะ

ส่วนที่ 2 การใช้ระบบแอปพลิเคชันเป็นเครื่องมือส่งเสริมกระบวนการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง

การใช้แอปพลิเคชันที่ใช้เป็นเครื่องมือ เพื่อส่งเสริมกระบวนการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง พบว่าเมื่อนำแอปพลิเคชันไปทดสอบการใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ทดลองใช้แอปพลิเคชัน มีผลความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันในระดับมาก สามารถใช้งานได้จริง แต่ควรมีการเพิ่มความแม่นยำในการประมวลผลข้อมูลรูปภาพของขยะแต่ละประเภทให้มากขึ้น เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้พบปัญหาเกี่ยวกับการประมวลผลของข้อมูลในหน้าจอขั้นตอนสุดท้ายพบว่า มีการประมวลผลชนิดของขยะที่จะนำไปทิ้งลงถังยังไม่ถูกต้อง จึงจำเป็นต้องมีการแก้ไขข้อมูลในส่วนของการเตรียมชุดข้อมูลรูปภาพ (Input) ให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น เพื่อช่วยลดการเกิด Data Overfitting ในขณะที่ทำการเรียนรู้ข้อมูล (train) ของแต่ละโมเดลภายในงานวิจัย เพื่อให้ได้ค่าความแม่นยำในการประมวลผลที่ดีมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย ควรเก็บข้อมูลในทุกคณะ และทุกอาคารภายในมหาวิทยาลัย เพื่อที่จะสามารถมีข้อมูลองค์ประกอบของขยะภายในมหาวิทยาลัยอย่างครบถ้วนมากยิ่งขึ้น และสามารถเลือกวิธีที่จะใช้ในการจัดการขยะของแต่ละอาคารได้อย่างถูกต้อง ตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในคณะ หรืออาคารนั้น ๆ

2. การรณรงค์ให้มีกิจกรรมเกี่ยวกับการคัดแยกขยะภายในมหาวิทยาลัย เป็นกิจกรรมพิเศษที่สามารถดึงดูดใจ และมีของรางวัลให้กับผู้ที่เข้าร่วมกิจกรรม

3. การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อช่วยในการคัดแยกขยะ ควรมีการต่อยอด และพัฒนาให้แอปพลิเคชันที่สามารถดาวน์โหลด และนำมาใช้งานได้ภายในมหาวิทยาลัย เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทางได้ดีมากขึ้น



บรรณานุกรม

- chaiwbi.com.2551.แหล่งกำเนิดขยะ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.chaiwbi.com/0drem/web_children/2551/ms201/c_camp51/200.html (30 ตุลาคม 2562).
- Environnet. 2558. ปัญหาขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.environnet.in.th/archives/3704> (20 ตุลาคม 2562).
- Gallardo, A, Edo-Alcón, N, Carlos, M และRenau, M. 2016. **The determination of waste generation and composition as an essential tool to improve the waste management plan of a university. Waste management**,53(3-11).
- GitHub. 2566. MobileNet. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://github.com/tensorflow/models/tree/master/research/slim/nets/mobilenet> (10 มกราคม 2566).
- Hydrotek. 2019. ระบบกำจัดขยะ (Solid Waste Treatment Plant). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.hydrotek.co.th/solid-waste-treatment-plant/> (25 ตุลาคม 2562).
- KIDKID Co., Ltd. 2018. ECOLIFE APPLICATION. (Publication.: <https://www.ecolifeapp.com/> (25 ตุลาคม 2562).
- Network, Green. 2021 (มกราคม-กุมภาพันธ์ 2563). แอปพลิเคชัน NOSTRA Map ข้อมูลแผนที่ดิจิทัล แก้มขยะ ล้นเมือง. **Green Network**, 97. (25 ตุลาคม 2562).
- News, Green. 2560. แอปพลิเคชัน ... Litterati ความหวังใหม่ของ 'โลกไร้ขยะ'. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://greennews.agency/?p=14132> (25 ตุลาคม 2562)..
- P.CCTV Network Engineering. 2015. เจาะลึกเรื่อง AI ทำความรู้จักกับ Machine Learning กับ Deep Learning. (Publication.: [https://www.pitech.biz/17242897/%E0%B9%80%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%B0%E0%B8%A5%E0%B8%B6%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87-ai-%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-machine-learning-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-deep-learning_\(17](https://www.pitech.biz/17242897/%E0%B9%80%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%B0%E0%B8%A5%E0%B8%B6%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87-ai-%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-machine-learning-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-deep-learning_(17) ตุลาคม 2564).
- parksanampractice.blogspot.com. 2553. ชุมชนแหล่งฝึกปฏิบัติการภาคสนาม. [Web log comment] แหล่งที่มา [http://parksanampractice.blogspot.com/2010/10/blog-post_9798.html\(25 ตุลาคม 2562\).\(17 ตุลาคม 2564\).](http://parksanampractice.blogspot.com/2010/10/blog-post_9798.html(25%20ตุลาคม%202562).(17%20ตุลาคม%202564).)
- pawangfg. 2023. VGG-16 | CNN model. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

<https://www.geeksforgeeks.org/vgg-16-cnn-model/> (10 มกราคม 2566).

- Phongchit, Natthawat. 2020. **Deep Residual Network**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://medium.com/@natthawatphongchit/%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81-resnet-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%94%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B8%A7%E0%B9%88%E0%B8%B2-aec3a8c10793> (17 พฤศจิกายน 2564).
- pi-nu. 2557. Behavioral (พฤติกรรม). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://pi-nu.blogspot.com/2014/07/behavioral.html> (30 ตุลาคม 2562).
- Planet, Eco. 2558. เผย “6 แอปพลิเคชัน..รักน้ำ รักโลก” สำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์คัดแอปมือถือถึงรับหน้ามรสุ่ม เปิดให้ดาวน์โหลดฟรีแล้วที่ GAC. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.mxphone.com/160915-6-application-egat-thailand/> (30 ตุลาคม 2562).
- psupattar475. 2015. ความหมายและประเภทของแอปพลิเคชัน. [Web log comment] แหล่งที่มา <https://sites.google.com/site/psupattar475/khwam-hmay-laea-prapheth-khxng-xaeph-phli-khechan> (17 พฤศจิกายน 2564).
- Punna Rirkvaleekul. 2020. Machine Learning – คำศัพท์ที่ควรรู้. (Publication.: <https://twinsynergy.co.th/machine-learning-%E0%B8%84%E0%B8%B3%E0%B8%A8%E0%B8%B1%E0%B8%9E%E0%B8%97%E0%B9%8C%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89/>) (17 พฤศจิกายน 2564).
- SCG. (2019). “คุ่มค่า” (KoomKah) แอปพลิเคชันเพื่อธุรกิจธนาคารขยะ ส่งเสริมการรีไซเคิลอย่างยั่งยืน (pp. <https://www.scg.com/innovation/koomkah/>). (28 ตุลาคม 2562).
- SCG Circular way. (2020). จัดการขยะได้ง่าย ๆ และเกิดความคุ่มค่า ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน “คุ่มค่า” (KoomKah)(pp.<https://www.scg.com/sustainability/circular-economy/circular-way-projects/koomkah-app/>). (28 ตุลาคม 2562).
- TECH PROPOSE. (2016). แอปพลิเคชันขยะแลกแต้ม (pp. <https://www.tech2biz.net/index.php/content/1372-%E1%370%B1379%1381%E1%370%B1378%AD%E1%370%B1378%1379%E1%370%B1378%1379E%E1%370%B1378%A1375%E1%370%B1378%B1374%E1%370%B1379%1380%E1%370%B1378%1384%E1%370%B1378%1378A%E1%370%B1378%B1371%E1%370%B1379%1388%E1%370%B1378%1399%E1%370%B1378%1382%E1%370%B1378%A1372%E1%370%B1378%B1370%E1%370%B1379%1381%E1%370%B1378%A1375%E1%370%B1378%1381%E1%370%B1379%1381%E1%370%B1378%1395%E1%370%B1379%1389%E1%370%B1378%A1371>). (28 ตุลาคม 2562).
- Trulli, Ettore, Ferronato, Navarro, Torretta, Vincenzo, Piscitelli, Massimiliano, Masi, Salvatore และ

- Mancini, Ignazio. 2018. **Sustainable mechanical biological treatment of solid waste in urbanized areas with low recycling rates.** Waste management,71(556-564).
- Tsang, Sik-Ho. 2018. **Review: MobileNetV1 — Depthwise Separable Convolution (Light Weight Model).** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://towardsdatascience.com/review-mobilenetv1-depthwise-separable-convolution-light-weight-model-a382df364b69> (31 ตุลาคม 2565).
- Waste, SCG-Ebook. 2563. **Waste to Wealth...เงินทองจากขยะ.** แหล่งที่มา [https://www.scg.com/ebook-waste-to-wealth/index.html#p=199\(31 ตุลาคม 2565\)](https://www.scg.com/ebook-waste-to-wealth/index.html#p=199(31 ตุลาคม 2565)).
- Wiboonyasake, Matana. 2565. **Machine Learning คืออะไร.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา [https://www.aware.co.th/machine-learning-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%20\(31 ตุลาคม 2565\)](https://www.aware.co.th/machine-learning-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%20(31 ตุลาคม 2565)) (31 ตุลาคม 2565).
- ไพบุลย์ แจ่มพงษ์ และ ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. 2560. **การจัดการขยะมูลฝอย.** กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กนกทิพย์สถาพร, สุรพงศ์. 2563. **MobileNet.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.bualabs.com/archives/3439/tensorflow-js-tutorial-build-image-classification-javascript-mobilenet-pretrained-model-tfjs-ep-7/> (22 ตุลาคม 2564).
- กรมควบคุมมลพิษ. 2547a. **การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_garbage.html (28 ตุลาคม 2562).
- กรมควบคุมมลพิษ. 2547b. **ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะมูลฝอย.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_garbage.html (28 ตุลาคม 2562).
- มหาวิทยาลัยมหิดล. (2551). **คู่มือแนวทางการลดคัดแยกและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย.** Retrieved. from http://www.mt.mahidol.ac.th/MT_Green/images/knowledge/แนวทางการลดคัดแยก%20และใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย.pdf.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2558. **คู่มือประชาชนการคัดแยกขยะมูลฝอยอย่างถูกวิธีและเพิ่มมูลค่า.** (20 ตุลาคม 2562).
- กรมควบคุมมลพิษ. 2559a. **นโยบายการจัดการขยะของเสียอันตรายชุมชน.** (20 ตุลาคม 2562).
- กรมควบคุมมลพิษ. (2559b). **รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ.2559.** กรุงเทพฯ. (ส.กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม o. Document Number) (20 ตุลาคม 2562).
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2561a. **ข้อมูลตัวชี้วัด “ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนต่อวัน”.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.onep.go.th/env_data/2016/01_53/ (20 ตุลาคม 2562).
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2561b. **ปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย พ.ศ. 2557-2559.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.onep.go.th/env_data/2016/01_52/ (20 ตุลาคม 2562).
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2562. **ข้อมูลตัวชี้วัด “สัดส่วนการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอย”.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.onep.go.th/env_data/2016/01_54/ (20 ตุลาคม 2562).

- ตุลาคม 2562).
- วิกิพีเดีย. 2564. การศึกษาองค์ประกอบขยะมูลฝอย ปี 2564. แหล่งที่มา การจำลองคอมพิวเตอร์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://hmong.in.th/wiki/Computer_model (17 ตุลาคม 2564).
- ชิตพงษ์ กิตติสินราตรี,. 2563. Convolutional Neural Network. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://guopai.github.io/ml-blog19.html> (17 ตุลาคม 2564).
- จิรายุ ธรวรินทร์, อาทิตยา ชัยกุล,สุกมา อ่วมเจริญ. 2017. แอปพลิเคชันการจัดการขยะมูลฝอย. *Computer Science and Information Technology*,3(2), 56-62.
- สุริยะ ชยะธรรมกุล,. 2563. การจำแนกผลึกน้ำตาลด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึก. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธวัชชัย ตั้งอุทัยเรือง, . 2014. สถิติเพื่อการวิจัย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.slideshare.net/twatchait/ss-38400948> (17 ตุลาคม 2564).
- ปรเมศร์ กลิ่นหอม. 2552. (18/12/2552). องค์ประกอบของพฤติกรรมมนุษย์. [Web log comment] แหล่งที่มา <http://hbdkru.blogspot.com/2009/12/3.html> (22 ตุลาคม 2562).
- ประภาพร แก้วสุกใส. 2546. การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์. 2-4.
- ปิยชาติ ศิลปสุวรรณ. 2557. ขยะมูลฝอยชุมชน ปัญหาใหญ่ที่ประเทศกำลังเผชิญ. สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา,ฉบับที่ 7(ครั้งที่ 4), 27.
- พลอยจันทร์ สุขคง. 2021. Green2Get แอปพลิเคชันจัดการขยะ ที่ช่วยคุณจัดขยะในมือให้เกิดประโยชน์สูงสุด. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2555). ยุทธศาสตร์การพัฒนา. (25 ตุลาคม 2562).
- วรรณพงษ์ อยู่นาค, อาริทธิ์ วรรณไธหาร และอุษา สาสุข. 2559. การวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิกิพีเดีย. 2562. พื้นที่วิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A1%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%A2%E0%B9%81%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B9%82%E0%B8%88%E0%B9%89> (22 ตุลาคม 2562).
- วิชัย โสสุวรรณจินดา. 2015. มาตรการทางกฎหมายในการจัดการขยะมูลฝอยของประเทศไทย. *Journal of Environmental Management*,ฉบับที่ 11(พิมพ์ครั้งที่ 2), 76-89.
- วิสิทธิ์ บุญชุม, อาทิตยา ชัยกุล,สุกมา อ่วมเจริญ. 2020. การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับการเผยแพร่มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของภาคใต้ตอนล่าง. *The Development of Android Application*,23(3)(31-40).
- ศศิษา บุญเก่า.2562.การจับความรู้สึกของคนจากใบหน้าด้วยเทคนิคปัญญาประดิษฐ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สภาวิศวกร. 2555. ระบบขยะมูลฝอย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.coe.or.th/coe-2/Download/Articles/ENV/CH9.pdf> (22 ตุลาคม 2562).
- สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. 2561. Green Card Application แอปเดียวเขียวทั่วไทย

. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.thaiecoproducts.com/app-download> (30 ตุลาคม 2562).

สมาคมพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2559. ความหมาย/ประเภท/องค์ประกอบและสาเหตุของขยะมูลฝอย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://adeq.or.th/ขยะมูลฝอยคืออะไร/> (22 ตุลาคม 2562).

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2550. พฤติกรรมกับพฤติกรรม. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.royin.go.th/?knowledges=พฤติกรรม-กับ-พฤติกรรม-๙> (30 ตุลาคม 2562).

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ. ข้อมูลจำนวนนักศึกษาปัจจุบัน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.education.mju.ac.th/Stat/StudentCurrent-Faculty.aspx> (31 พฤษภาคม 2566).

องค์การบริหารส่วนตำบลสะก้า. 2560. มาทำความเข้าใจ 3Rs กันเถอะ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://sakam.go.th/news-detail_164_8407 (29 ตุลาคม 2562).



